

2704-20639

Köteles példány  
FRANKLIN-TÁRSULAT

MATEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI: KÜRSCHÁK JÓZSEF OSZTÁLYTITKÁR.

A XLVIII. KÖTET ELSŐ FELE.

NÉGY TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER  
UND  
NATURWISSENSCHAFTLICHER  
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON J. KÜRSCHÁK KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLVIII, ERSTE HÄLFTE.

MIT VIER TAFELN

PESTI KIR. ÜGYÉSZSÉG  
1932. AUG. 2 6.  
ATVÉRTÉKELÉS

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1932.

BUDAPESTI KÖNYVTÁR  
SZÉCHÉNYI  
POLYORFUM





MATEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI KÜRSCHÁK JÓZSEF OSZTÁLYTITKÁR.

A XLVIII. KÖTET ELSŐ FELE.

NÉGY TÁBLÁVAL

---

MATHEMATISCHER  
UND  
NATURWISSENSCHAFTLICHER  
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON J. KÜRSCHÁK KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLVIII, ERSTE HÄLFTE.

MIT VIER TAFELN

---

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1932.

Kötet kiadandó  
FRANKLIN-TARSULAT

50639



# TARTALOMJEGYZÉK.

## INHALTSVERZEICHNIS.

Első fele. — Erste Hälfte.

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
CHOLNOKY JENŐ: Tihany .....	214—235
— (Zusammenfassung) .....	236
CSÁSZÁR ELEMÉR: Időbeli és hullámmechanikai középértékek ..	185—195
— Zeitliche und wellenmechanische Mittelwerte .....	196
KLUG LIPÓT: Desmikus négyszögek .....	257—312
— Desmische Vierecke .....	313—315
LÁNYI BÉLA és SZARVASY IMRE: A gyémánt grafitozása .....	137—145
— Die Umwandlung von Diamant in Graphit .....	146
MEDVECZKY J. ENDRE és UHROVITS ANDOR: A benzolfehérjék chemospecifikus antigén természetéről .....	69—109
— Untersuchungen über benzolierte Antigene .....	110—111
ORSÓS FERENC: Idegen anyagok hydraulikus besajtolódása sérült koponyacsontok Havers-csatornáiba .....	127 134
— Hydraulische Einpressung fremder Stoffe in die Havers'schen Kanälchen verletzter Schädelknochen .....	135—136
PALIK PIROSKA: Hydrodietyon tanulmányok II. ....	112—124
— Hydrodietyon Studien II. ....	124—126
PEKÁR DEZSŐ: A báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tízéves tudományos működése .....	27— 47
— Die wissenschaftliche Tätigkeit des Baron Roland Eötvös Geo- physikalischen Institutes während der letzten zehn Jahre ..	48— 50
— Kiegészítő megjegyzések a báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tízéves tudományos működéséről tartott előadásomhoz	51— 52
RYBÁR ISTVÁN: Az Eötvös-féle torziós inga zavarairól .....	147—152
— Über die Störungen der Eötvös'schen Drehwage .....	153—154
SCHAY GÉZA: Halogénhidrogének és alkáliféngőzők reakciói, nagyhígítású lángokban vizsgálva .....	197—212
— Hochverdünnte Flammen von Alkalimetalldämpfen mit Halogenstoffen .....	213



	<i>Lap Seite</i>
SZARVASY IMRE és LÁNYI BÉLA: A gyémánt grafitozása	137—145
— Die Umwandlung von Diamant in Graphit	146
UHROVITS ANDOR és MEDVECZKY J. ENDRE: A benzoylfehérjék chomospécifikus antigén természetéről	69—109
— Untersuchungen über benzoylierte Antigene	110—111
VARGA FERENC: Adatok néhány almafajta pollen-meddőségének genetikai magyarázatához	359—413
— Beiträge zur genetischen Erklärung der Pollensterilität einiger Apfelsorten	414—416
VENDL ALADÁR: A kiscelli márga mállása	237—255
— Die Verwitterung des Kleinzeller Tons	256
ZEMPLÉN GÉZA: Higanysók hatása acetohalogéncukrokra (IV. közlemény)	53—67
-- Einwirkung von Quecksilbersalzen auf die Acetohalogenverbindungen der Zucker (IV. Mitteilung)	68
— Trisaccharid szintézisek higanysók segítségével	316—329
— Triasaccharidsynthesen mit Hilfe von Quecksilbersalzen	330
ZIMMERMANN ÁGOSTON: A ló ujjhajlító inainak funkcionális szerkezetéről	1—23
— Über die funktionellen Bau der Zehenbeugesehnen des Pferdes	24—26
ZSIVNY VIKTOR: Veszelyit Vaskőről	331—355
— Über den Veszelyit von Vaskő (Moravicza)	356—358

# A LÓ UJJHAJLÍTÓ INAINAK FUNCTIONÁLIS SZERKEZETÉRŐL.

ZIMMERMANN ÁGOSTON I. tagtól.

Egy ábrával.

A m. kir. állatorvosi főiskola anatómiai intézetében az izmok összehasonlító anatómiájára vonatkozó, már hosszabb idő óta, részben az *Országos Magyar Természettudományi Alap* támogatásával folytatott vizsgálatokhoz (a homológiák megállapítására az innervatio, a fejlődéstani adatok stb. alapján, mikropolarisatio, stb. vizsgálatok) csatlakoznak az izmok segítő szervein végzett régibb (inszakadásról, csüdizületi szalagokról, a ló ujjának anatómiájáról szóló) és újabb vizsgálatok, melyek közül különösen az utóbbiak alkalmasaknak látszanak a lovak ujjhajlító inainak működésére, rugalmasságára és teherbíró erejére vonatkozó kísérletes vizsgálatoknak anatómiai, szövettani és fejlődéstani adatokkal való kiegészítésére.

Az inak a ló legjellemzőbb és legfontosabb szervei közé tartoznak; erős fejlettségük («acélos inak»), nagy physiológiai jelentőségük a ló hasznosításánál, mechanikai munka végzésénél közismert. A ló inainak szerkezete, topographiai viszonyai, passzív szalagszerű hatásai, pusztán mechanikai elhelyezkedése révén, járulnak nagyrészt ahhoz az előnyös tulajdonságához, hogy a ló hosszabb ideig, hetekig állni képes a nélkül, hogy erősebben kifáradna, kimerülne; a ló állva alszik, pihen, a nélkül, hogy végtagjainak tartós, állandó megterhelése nagyobb fáradtságot okozna, minek okát, feltételeit már más helyen részletesebben kifejtettem. Ezenkívül az inakban oly berendezés is található, mely rugalmasságánál fogva a test megrázkódtatását csökkenti.

Az inak functionális szerkezetének vizsgálatára nagyon alkalmasaknak bizonyultak a *ló ujjhajlító inai*, melyek topographiai anatómiájáról, helyzetéről, eredési és tapadási viszonyairól, méreteiről, alaki viszonyairól számos, sok helyen elszórt adat tájékoztat. Ezek az adatok azonban több tekintetben nem egyeznek, egymásnak ellentmondanak, ezért célszerű azok ellenőrző, újabb morfológiai vizsgálata is, különös tekintettel azokra az újabb értékes kísérleti adatokra, melyeket az inak igénybevételeéről, teherbíróképességéről és nyújthatóságáról a m. kir. állatorvosi főiskola sebészeti klinikájának laboratóriumában a korán elhunyt dr. BERRÁR MIHÁLY ny. r. tanár vezetése és irányítása mellett végeztek. Már kevesebb megfelelő adat áll rendelkezésre az inak finomabb szöveti szerkezetéről, egyes ínrészek mikroszkópos szerkezetének különbözőségéről, az inaknak izmaikkal való összefüggéséről, innervációjáról és fejlődéséről, azért vizsgálatainkat ezekre is kiterjesztettük.

A következőkben a rendelkezésemre álló nagyobb anyagon, 75 *ló ujjhajlító inain* több év óta végzett vizsgálataimat ismertetem, melyeknél különös tekintettel voltam az inak topographiai viszonyai mellett különféle méreteire, szövettani vizsgálataimnál pedig az inak működése közben bekövetkező épszövettani változásokra; továbbá a rugalmas rostok előfordulására, mennyiségére, elhelyezésére terjeszkedtem ki, ezeken kívül figyelemmel az inak érzékenységére (a lovak sántaságának gyakori okát szolgáltatja fájdalmasságuk), innervációjukra, az idegrostoknak az inakban való eloszlására és végződésére, nemkülönben az inaknak izmaikkal való, már sokat vitatott összeköttetési módjára, végül fejlődési viszonyaikra is, míg az inahüvelyekre és bursáikra ez alkalommal nem tértem ki, miután azokkal megelőzően egy másik dolgozatomban már behatóbban foglalkoztam.

\*

A vizsgálat alá került ujjhajlító inakat 75 különböző nagyságú, fajtájú, használatúsú, nemű és korú ló mind a négy végtagján külön kipraeparálva vettem beható vizsgálat alá, a jelzett anyagban 10 *lóembryo* is bennfoglaltatik (8,5—61 cm tarkófaroktő hosszúsággal). A szövettani vizsgálatokhoz egészen friss,



lehetőleg életmeleg anyagot vettem 16 ló (közöttük hét embryo) ujjhajlító inaiból (illetőleg végtagjaiból), különféle helyekről, proximalis és distalis, felületesen és mélyebben fekvő részleteket.

A leírásnál először a makroszkópos viszonyokat ismertetem, azután a mikroszkópos leleteket és a fejlődéstani adatokat.

\*

A lónak úgy az elülső, mint a hátulsó végtagjain *három-három* ujjhajlító ina van, ezek a felületes ujjhajlító izom, *musculus flexor digitalis superficialis vel perforatus*, a mély ujjhajlító izom, *m. flexor digitalis profundus vel perforans*, és a csüdhajlító izomnak vagy felső egyenítő szalagnak is nevezett *m. interosseus medius* ina. Mindahárman legnagyobb részben a metacarpus, illetőleg a metatarsus (közönségesen és összehasonlító anatomiai nézőpontból helytelenül «szár»-nak is nevezik ezeket) volaris, illetőleg plantaris felületén helyeződnek, tömött tapintatú, szívós, fehér, felületükön selyemfényű, szalagszerű szervek.

A ló *felületes ujjhajlító izmának, musculus flexor digitalis superficialis vel perforatus*, ina az *elülső* végtagokon a carpus táján indul ki a nevezett izomból; erős, lapos, kemény ín, mely sokkal keskenyebb, mint az izma, ennek rostjai konvergálva mennek át belé. A carpuson kezdetben a mély ujjhajlítóin *medialis* oldalán, majd *mediovolarisan* foglal helyet, distalisan azonban már a mély hajlító inon fekszik; a metacarpusra jutva ellaposodik. Az egyenítőcsontok fölött cső vagy *hüvelyszerűen* veszi körül 3–4 cm hosszúságban a mély ujjhajlító inat, majd az ujj tövén, az első ujjpercen,  $P_1$ , ismét erősebben kiszélesedve *két szárra* válik szét, melyek között a mély ujjhajlító ín hatol át (*perforatus—perforans*), míg a szárok a második ujjperc csontján, a pártacsont támláján, *statumen*, részben az első ujjperc csontján, a csüdcsont distalis epiphysisének szélén tapadnak meg. A pártatámlán rostjai a volaris csüdpártacsonti szalagokba, *ligamenta volaria*, sugárzanak ki és részben egybeolvadnak azokkal.

A radius distalis harmadának *medialis* szélétől rövid erősítő inköteg, *caput tendineum*, járul hozzá. A carpuson a mély ujjhajlító innal közösen *inhüvely* foglalja be, mely a carpus fölött

8—10 cm nyire veszi kezdetét és a metacarpuson a felületes ujjhajlító in peritenonjába megy át. A metacarpophalangealis ízületen hasonlóképpen a mély ujjhajlító innal együttesen 8—10 cm hosszú in hüvely fogja körül, mely a második ujjperc közepéig terjed, hol a felületes ujjhajlítóinba és a csüd pólyába megy át. Ugyancsak a csüdizületen a csüd pólya erősebb, de elmosódott határú, élesen el nem különülő részlete: a gyűrűszalag, *ligamentum anulare*, tartja meg helyében úgy, miként a carpus hajlító felületén is a fascia antibrachii nek erősebben fejlett részlete, a *lig. carpi volare transversum*, hidalja át.

A ló hátulsó végtagjain a felületes ujjhajlító izom, m. flexor digitalis pedis superficialis vel m. plantaris, már csaknem eredésétől inszerű. A combcsont fossa plantarisáról kiindulva, hol a m. gastrocnemius lateralis fejével nőtt össze, a tibián kezdetben az Achilles-in fedi, de ezután ennek *medialis* szélén át a plantaris felületére kerül. A sarokgumón süvegszerűen kiszélesedve, két rövid, erős inszárral részben *megtapad*, itt alatta a terjedelmes *bursa calcanea subtendinea* foglal helyet; továbbhaladó többi része elkeskenyedik, a metatarsusra tér és a továbbiakban úgy viselkedik, mint az elülső végtagokon. A felületes ujjhajlítóinak a hátulsó végtagon *nincs caput tendineuma*.

A felületes ujjhajlító *működése* az ujj hajlításán kívül a ló ujjhegyen való járásával kapcsolatban másirányú, nem kevésbé fontos jelentőséget nyert. Ugyanis másik két ujjhajlító társával együtt *pisztán mechanikai elhelyezkedése révén*, tehát izomműködés kizárásával passiv szalagszerű hatása útján akadályozza a túlságos átlépést, dorsalis flexiót (hyperextenziót) a két proximalis ujjizületben. A testsúlynak a végtagokra és különösbbe az ujjra való reánehzedésekor a Solidungulákon az első ujjperc proximalis vége le- és hátrafelé tér ki, az első ujjizület tompa szöge kisebbedik, azonban a mögötte helyeződő, szalagszerűen ható inkészülékek ekkor ellenhatást gyakorolnak reá, a test súlyának átvételekor az ízület túlfeszülését megakadályozzák. Az elülső végtagokon ez az in a caput tendineuma révén még a carpus rögzítésében is részt vesz.

A ló mély ujjhajlító izmának, *musculus flexor digitalis profundus vel perforans*, az elülső végtagokon három feje (caput

humerales, ulnare, radiale) van, melyek a carpus közelében egy közös erős, tömött, kezdetén porckeményességű, lapos inban egyesülnek. A carpuson a felületes ujjhajlító in alatt húzódik a metacarpusra, melynek középső harmadában erős, széles inlemez, a *caput tendineum* járul hozzá a ligamentum carpi volaretől. Distalisan az egyenítőcsontok síkló felületén át a csüdcsontról volaris felületére jut el, majd a felületes ujjhajlító in két szára között a pártatámlán és a nyírcsonton ellaposodva a patacsont *facies semilunaris*-án legyezőszerűen kiterül és megtapad, ; egyes rostjai azonban már a pártacsonton végződnek, mások pedig, a szélsők a pataporcokra terjednek át. A nyírcsonton a BRAUELLE-jéle bursa podotrochlearis fölött halad át. (A nyírcsont éppen úgy, mint az egyenítő csontok, incsont, *os sesamoideum inferius*, resp. *ossa sesamoidea superiora*, melyek az Equidákon aránylag erősen fejlődtek ki, az első és a harmadik ujjperc ízületén foglalnak helyet, porccal bevont ízületi felületük az ízület elzárásában is vesz részt; az ízületek védelmére is szolgálnak a mellett, hogy az in rajtuk kissé megtörve, működésére kedvezőbb irányt vesz.) Az ujjhajlító inak közös *ínhüvelyeiről* a felületes ujjhajlító inál volt szó.

A ló hátulsó végtagjain a mély ujjhajlító izomnak, *m. flexor digitalis pedis profundus*, három része van, a *m. tibialis posterior*, a *m. flexor hallucis longus* és a *m. flexor digitalis longus*, melyek közül az első kettő már a tibia alsó felében egy lapos inban egyesül, míg a harmadiknak, a *m. flexor digitalis longus*-nak karcú hengeres ina a metatarsuson társul hozzá. Mindkét in a tarsuson külön ín-hüvelyben siklik át a calcaneus, illetőleg a malleolus medialis invályuján. A metatarsus közepetáján társul hozzá a tarsusról eredő aránylag gyenge *caput tendineum*. Distalisan hasonlóak a viszonyok, mint az elülső végtagokon.

Végül a ló harmadik ujjhajlító izma a *musculus interosseus medius*, melyet *csülhajlító*-nak, helytelenül felső egyenítőszalagnak is neveznek. Csaknem teljesen *ínas*, izomrostokat alig foglal magában, ezek az ínrostok között, különösen fiatal állatoknál, csikóknál az interosseus metszetein szabad szemmel is megkülönböztethetők. Közvetlenül az *os metacarpale* (metatarsale)



tertium volaris (plantaris) felületén a másik két ujjhajlító in alatt foglal helyet, melyektől erős fascia sövényyszerűen különíti el. A két kapocscsont,  $Mc_2$  és  $Mc_4$ , illetőleg  $Mt_2$  és  $Mt_4$ , fejcskéinél a  $Mc_3$ , illetőleg  $Mt_3$  két apró gödrén, részben a lig. carpi volare, illetőleg lig. tarsi plantare végéről ered, a két kapocscsont között foglal helyet; a metacarpus, illetőleg metatarsus alsó harmadában két szárra oszlik, melyek részben az egyenítőcsontokon megtapadnak, részben az alsó egyenlítőszalagokba, lig. sesamoideum rectum et ligg. sesamoidea obliqua, mennek át, ezek a pártatámlán és a csüdcsonti háromszögön, facies triangularis, végződnek. Ezenkívül mindegyik inszárból egy-egy lapos inasköteg distalisan ferdén a csüdcsont dorsalis felületén a közös, illetőleg hosszú ujjnyújtóizom, *m. extensor digitalis communis* resp. *longus*, inához tér, miközben apró bursán siklik át. A csüdhajlító in hat a legközvetlenebbül az első ujjperc izületére a fentebb leírt passiv szalagszerű működésével.

\*

Ez általános adatok előrebocsátása után a következőkben áttérek a ló ujjhajlító inairól felvett különféle méretek ismeretetésére, különösen az ezek nyomán megállapítható jellemző sajátságokra, melyek alapján sikerül a végtagokról leválasztott inon, sőt inrészleten is kimutatni, hogy mely végtagról származik az, másrésről pedig ezek alapján az egyes inak működésére is lehet közelebbi következtetéseket vonni. Az inak méreteinek meghatározásánál sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az inak szabadon, a levegő hatásának kitéve, nagyon gyorsan változtatják terjedelmüket, a levegőn zsugorodnak, nedves, párás környezetben pedig megduzzadnak; ezért lehetőleg frissen, életmelegen kell ez irányban is vizsgálni.

A ló *felületes ujjhajlító* inain felvett méretek ugyanannak az állatnak elülső, illetőleg hátulsó végtagjain nagyjában egyezők.

Az *elülső* végtagokon a felületes ujjhajlító in a carpus magasságában lapos, harántmetszete félkörhöz, félhengeréhez hasonló, melynek lapos fele dorsalisan, a mély ujjhajlító in felé tekint; medialis széle lekerekített, a lateralis keskenyebb és élesebb. Az in szélessége e helyen 12—16 mm, vastagsága pedig

9—10 mm. A carpus distalis végefelé az ín keskenyedik és vékonyodik; keresztmetszete inkább hengeres, de már a metacarpus felső végén ellapul, szélesebb, tojásdadalakú keresztmetszettel (a tojásra emlékeztet azáltal is, hogy amiként ennek egyik pólusa vastkosabb, az ín medialis széle is tompább), az ín szélessége itt 17—18 mm, vastagsága 5—6 mm és közel ilyen marad az egyenítőcsontokig, hol erősebben kiszélesedik, harántátmérője 20—32 mm, vastagsági átmérője pedig átlag 5 mm, keresztmetszete babalakú, volaris felülete domborúan ívelt, a dorsalis felület kivájt, szélei egyformán kerekdedek. A csüdizületen túl vékonyodik az ín, méretei  $28 \times 4$  mm. Két szárra oszlása után ismét vastagabb, ez inszárak 10—13 mm szélesek és 5—6 mm vastagok, harántmetszetük csaknem háromszögletes, külső széleik sokkal vastkosabbak, mint a belsők.

A *hátsó* végtagokon a felületes ujjhajlítóin (m. plantaris) eredésénél hengeres, átlag 11 mm széles és 10 mm vastag. A sarokgumó fölött már 16—24 mm széles és 7—9 mm vastag, sőt magán a sarokgumón széjjeliterülve 45—50 mm széles lesz, míg vastagsága nem változik (7—9 mm); e helyen harántmetszete közel háromszögletes, plantaris felülete domború, dorsalis felülete vájt, lateralis széle kerekded, medialis széle élesebb. A tarsus alatt keskenyedik, sőt már a csánk alsó szélén is szélessége csak 15—17 mm, míg vastagsága középértékben 8 mm, nagyjában ilyen marad a metatarsus közepe tájáig, honnan kezdve kissé kiszélesedik, de evvel kapcsolatban vékonyodik (5—6 mm-nyire). Az egyenítőcsontokon szélessége 35—38 mm, vastagsága 4—6 mm. Kettéoszlása után szárai 10—15 mm szélesek és 5—6 mm vastagok, harántmetszetük ovalis, lateralis szélesebb és kerekdedebb széllel.

A felületes ujjhajlító ín *hossza* a ló elülső végtagjain a caput tendineumtól a pártacsonton való tapadásáig középértékben 42 cm (40—44 cm), a caput tendineum hossza pedig 8—10 cm; az ín hossza egyébként a testnagysággal, illetőleg a végtag hosszával arányos szokott lenni.

Az előadottak szerint a ló felületes ujjhajlító ina az elülső végtagokon a carpuson nem oly széles, mint a hátsó végtagok tarsusán, hol a sarokgumón jóval szélesebb. Legvékonyabb az

in a csüdizület fölött. Jellemző a felületes ujjhajlító inra két szélének viselkedése; míg ugyanis az elülső végtagokon a felületes ujjhajlító in egész lefutásában a *medialis* szél lekerekített és vastagabb, a *lateralis* szél pedig keskenyebb és élesebb, addig a hátsó végtagokon éppen fordított a viszony, mert itt viszont a *lateralis* szél az erősebb és a *medialis* szél a keskenyebb és élesebb. A különböző magasságban készített keresztmetszetek is mutatnak különbségeket, általában a *volaris*, illetőleg a *plantaris* felület domború, míg a *dorsalis* felület többé-kevésbé vájt. A hátsó végtagokon a felületes ujjhajlító innak nincs *caput tendineum*.

A ló *mély ujjhajlító ina* sokkal erősebb, mint a felületes ujjhajlító in.

Az *elülső* végtagokon a *carpus* magasságában a mély ujjhajlító in harántmetszete nagyjában háromszögletes, *dorsalis* felülete kissé domború, *volaris* felülete laposabb, *lateralis* széle lekerekített, *medialis* széle élesebb. Az in szélessége e helyen 20—25 mm, vastagsága pedig 10—15 mm. Ezután fokozatosan keskenyedik a *metacarpus* közepetájáig, hol szélessége 7—6 mm, vastagsága pedig 5 mm, e helyen a legkeskenyebb a mély ujjhajlító in; harántmetszete itt ovalis, mindkét széle egyformán lekerekített. A *metacarpus* középső harmadában tér hozzá az erősítő inköteg, *caput tendineum*, mely átlag 20 mm széles (az eredésénél 24, a közepén 15, az inba olvadásánál 12 mm) és 7 mm vastag; ennek harántmetszete háromszögletes, *lateralis* széle erősebb. A mély ujjhajlító in legszélesebb az egyenítőcsontokon: 24—30 mm, vastagsága itt 9—12 mm, keresztmetszete találóan a szem lencséjéhez hasonlítható, mert egyik felülete, a *volaris* laposabb, a *dorsalis* pedig domborúbb. A csüdcsonton ismét keskenyedik a mély ujjhajlító in, szélessége középértékben 20 mm, vastagsága 6 mm, harántmetszete babalakú. Ezután kiszélesedik és különösen széles a pártatámlán (30 mm széles, 9 mm vastag), méginkább a patacsont két ága között, hol 50—55 mm harántmetszetet is elér, de ezzel kapcsolatban vékonyodik is a pártatámlától lefelé és legvékonyabb a nyíresonton, hol a szélei 4 mm, a közepe 6 mm vastag.



A mély ujjhajlító in *hossza* az elülső végtagokon 48—54 cm, a *caput tendineum*é 12 cm.

A *hátulsó* végtagokon a mély ujjhajlító in kezdetén hengeres, szélessége 20 mm, vastagsága 12 mm (középtértek). A tarsuson kiszélesedik:  $22 \times 12$  mm, lateralis széle vastagabb, a csánk alsó végén ellapul, vastagsága itt is 10 mm, harántmetszéspapja közel háromszögletes. A metatarsuson hengeressé válik, szélessége 15 mm, vastagsága 13 mm. A hozzátérő erősítő köteg, *caput tendineum* 14 mm széles és 2—3 mm vastag. Distalisan olyanok a viszonyok, mint az elülső végtagokon, tehát az egyenítőcsontokon kiszélesedik az ín ( $30 \times 10$  mm), a csüdcsonton keskenyedik ( $20 \times 7$  mm), a nyírcsont felé erősen kiszélesedik ( $50 \times 4$  mm) és vékonyodik.

Ugyanannak a lónak mély ujjhajlító inain a méretek a bal- és jobboldal szerint lényegesebb eltéréseket nem mutatnak. A mély ujjhajlító in a fentebbi adatok szerint kezdetén erősebb, azután gyengül és leggyengébb azon a helyen, ahol a metacarpus, illetőleg a metatarsus közepe táján az erősítő köteg, *caput tendineum*, társul hozzá. Ezután erősebb lesz, a csüdizület fölött kiszélesedik, de nem éri el a megfelelő felületes ujjhajlító in szélességét. A pártatámla felé szélesebb és erősebb lesz, ezután gyengül, vékonyodik, legyezőszerűen kiterül, miközben a nyírcsonton túl oldalsó részei erősebbek, mint a középén.

A *caput tendineum* az elülső végtagok mély ujjhajlító inain sokkal erősebb, mint a hátulsókon, harántmetszete háromszögletes, a hátulsókon laposabb, a lateralis széle mindegyiken vastkosabb, mint a medialis szél.

Egyébként a mély ujjhajlító in egész lefutásában a *lateralis* széle lekerekített és vastagabb, mint a medialis szél, ez által válik keresztmetszete, különösen kezdetén, háromszögletessé. Az elülső végtagok mély ujjhajlító inának volaris felülete erősebben vágjt. A metacarpus, illetőleg metatarsus közepe táján az in harántmetszete inkább kerekded, az egyenítőcsontok felé laposabb, a szem lencséjéhez hasonló. Az in dorsalis felületének domborulata az elülső végtagokon nagyobb, mint a hátulsó végtagokon. Az egyenítőcsontoktól distalisan a mély ujjhajlító in mindkét széle egyformán lekerekített.



A ló *csüdhajlító ina* az *elülső* végtagokon a metacarpus proximalis végén 24—30 mm széles és 8 mm vastag, a metacarpus közepe táján 22—25 mm széles és 7 mm vastag, míg kettéoszlásánál 30 mm széles és 7 mm vastag. Az egyenítőcsontokra térő *inszárjai* 11 mm szélesek és 7 mm vastagok, a csüdre térő szárai pedig 9 mm szélesek és 3 mm vastagok, a medialis laposabb szokott lenni. A csüdhajlító in keresztmetszete a metacarpus közepe táján megnyult harántovalis, volaris felülete laposabb, a dorsalis domborúbb, közepe táján kis *tarajszerű* kiemelkedéssel; a kettéoszlás után az *elülső* felület oly lapossá lesz, mint amilyen a *hátulsó*.

A *hátulsó* végtagokon a m. interosseus hosszabb, vékonyabb és keskenyebb, karcsúbb, mint az *elülső* végtagokon. Eredésénél szélessége 18 mm, vastagsága 7 mm, a metatarsus közepe táján az in 16 mm széles és 7 mm vastag, az oszlás helyén pedig 24 mm széles és 6 mm vastag. Az egyenítőcsontokra térő *inszárjai* 9 mm szélesek és 3·5 mm vastagok, míg a csüdre térők szélesebbek, 10—12 mm szélesek és laposabbak, 2 mm vastagok. A *hátulsó* végtagok csüdhajlító inának dorsalis felületén is végighúzódik egy *tarajszerű* kiemelkedés, mely itt erősebb, mint az *elülső* végtagokén és inkább a külső szár felé húzódik; ezáltal az in keresztmetszete is kissé háromszögletessé lesz. A csüdhajlító hossza a medialis szélén valamivel nagyobb, mint a lateralison (3—8 mm-rel).

A csüdhajlító tehát lefutásában nem mutat olyan változást, mint a másik két ujjhajlító in, hanem nagyjában egyenlően széles, csupán a metacarpus, illetőleg metatarsus közepe táján valamivel keskenyebb, vastagsága is a közepe felé csökken. A csüdhajlító lateralis szélé úgy az *elülső*, mint a *hátulsó* végtagokon erősebben lekerekített, mint a medialis. Az egyenítőcsontokra húzódozó inszárainak keresztmetszete háromszögletes, itt is a lateralis szél domborúbb; a csüdre térő inszárak szélesebbek, laposabbak és vékonyabbak.

A m. interosseus medius három, előbb említett eredő részlete (lig. carpi volare, illetőleg lig. tarsi plantare és a két kapocsont fejecskéi mellett levő gödrök) közül legerősebb a középső, a medialis szélesebb, de gyengébb, mint a lateralis,

mely kötegszerű. A háromféle rost eleinte párhuzamosan halad egymás mellett, distalisan azonban egyesülnek oly módon, hogy a medialis rész felületes rostjai a középső rész függőleges rostjait hegyes szögben keresztezik, *chiasma tendinosum*, míg a mély rostok a középső rész medialis szélén haladnak. Medialisan a második metacarpalis csonton gyakori exostosisok (csontkinövések, «Überbein»; 80·8 %) oldalt tolják az inrostokat, miáltal csökken a rugalmasságuk, a lateralis ép rostok ellenben oldalt húzzák, miáltal nem szép, hadonászó járás jön létre.

\*

Az inak functionalis szerkezetének ismeretéhez közelebb vezet az anatómiai viszonyok tanulmányozása, a méretek meghatározása és összehasonlítása mellett a szövettani vizsgálat. Erre a célra 16 különböző korú (7 fetalis), nemű, nagyságú, fajtájú és használatású ló ujjhajlító inai (illetőleg végtagjai) lehetőleg *friss* állapotban, többnyire életmelegen kerültek konzerválásra. Az inak különféle helyeiről, különösen a nagyobb igénybevétel alatt álló részletekből vágtam ki 0·5 cm<sup>3</sup> nagyságú darabkákat. Egyes nagyobb részleteket életmelegen *kifeszítve* rögzítettem. Frissen foszlatott, bontótűkkel finom rostokra széjjelválasztott készítmények célunknak kevésbé felelhetnek meg, ezért inkább metszetek készítéséhez folyamodtunk. Fixálásra főleg a ZENKER-féle folyadék és a BOUIN-féle folyadék szolgált, ezeken kívül 5 %-os formalin és a krómsavas fixálók (MÜLLER, TELLYESNICZKY). Az alkoholon és aetheren keresztülvezetett darabkákat celloidinba, egy részüket paraffinba is ágyasztuk és belőlük úgy hosszanti, mint harántmetszeteket készítettünk. Festésre haematoxylin-eosin, VAN GIESON-féle pikrofuchsin, CALLEJA-féle pikrinsavas indigokarmin, orcein (rugalmas rostok feltüntetésére, különösen orceinhaematoxylin-pikrofuchsin alakjában), WEIGERT-féle resoreinfuchsin (kombináltan VAN GIESON-eljárással) szolgált, porcsejteket methylenkékkel, orange G-vel, pikrofuchsinnal festettünk, az idegek elosztását és végződését BIELSCHOWSKY ezüst impraegnatiójával és a LÖWIT-féle eljárással (1 % aranychlorid, hangyasav után) vizsgáltuk.

A ló ujjhajlító inainak szerkezete aránylag egyszerű. Leg-

nagyobbrészt párhuzamos, az egyirányú igénybevételnek megfelelően szabályos, tipikus elrendezésű, 5—11  $\mu$  széles kötőszöveti rostokból álló feszes, tömött kötegeket tüntetnek fel. Az utolsó egységes elem bennük az inrost és az insejt.

A collagen-rostokból álló kisebb *primär-kötegek*, melyeket inoszlopecskáknak is neveznek, oldalán sorakoznak az insejtek. A primär-kötegekben kevés rostközötti ragasztóanyag, amorph, cementszerű interfibrillaris állomány köti össze a sűrűn, szorosan egymásmellé simuló párhuzamos collagen-rostokat. Harántmetszetekben aranyozással vagy ezüst impraegnatio után a rostok között *rések* tűnnek fel, melyek egymással oldalt sokszorosan anastomozálnak, de egyébként nem követhetők hosszasan az inon végig. A collagenrostok hullámos, hajfürtszerű lefutása többnyire csak postmortalis tünet, a collagenrostok összehúzó-dásának következménye, mely a halál után jön létre, részint azért, hogy az eredeti összefüggésükből kivágott, eddig egyenes lefutású, kifeszített fibrillumok összehúzódnak; ezért nem látható a kifeszített állapotban rögzített inkészítményekben (l. utóbb). A collagenrostok nem egyesülnek egymással, legfeljebb keresztezik egymást, nem alkotnak hálózatot.

Az egyirányú, párhuzamos inrostokból álló primär-kötegeket laza kötőszövet *secundär-kötegekké* köt össze, ezek átmérője 100  $\mu$  körül van (70—120  $\mu$ ). A kisebb kötegek ismét nagyobb kötegekké rendeződnek ugyanúgy, mint az izmoknál látható, melyeket ugyancsak laza kötőszövet fűz össze nagyobb anatómiai egységekké (HEIDENHAIN az ilyen szerkezetet *enkapsis*-nak nevezte el). Az egyes kötegeket körülfogaló laza kötőszövet az in felületét bevonó laza kötőszövetből, a *peritenon*ból, *peritenium externum*, indul ki (l. a képen). A nagyobb kötegek, melyek többnyire lekerekítetten sokszögletűek 0.2—1 mm átmérővel, éppen úgy, mint a rostos szerkezet, már szabad szemmel is megkülönböztethetők.

Az *insejtek* az interstitialis hézagokban, a rostok közötti részekben, egymástól közel szabályos (50—70  $\mu$ ) távolságban foglalnak helyet. A rések harántmetszetekben, aranyozott vagy ezüstözött készítményeken 3 - 5 ágú csillagokként tűnnek fel (VIRCHOW ezeket nézte insejteknek, de HENLE csakhamar felismerte és ki-

mutatta, hogy ezekben a résekben található az in-sejtek). Az in-sejtek fix kötőszöveti sejtek, különböző alakúak, lapos, három-, négy-, sokszögletes, csillag-, orsó-, trapez-, stb. alakúak, a primárrostok közé ékelten, a helyzetük nyomait viselik magukon. Pikrokarminnal, DELAFIELD-féle haematoxylinnel festve jól előtűnnek. A jelzett, fibrillárisan differentiált intercellularis állomány az in-sejtekre reáfekszik, miáltal egyes képeken a sejtek felülete hosszant árkolt, az in-sejt, mint középponti pálca tűnik elő, melyből 2—3—6 oldalsó nyulvány indul ki szárnyszerűen, RANVIER-féle szárnysejtek. E sejtek magvai kerekék vagy laposak, excentrikusan a sejt egyik végéhez közelebb, két sejtnek egymásfelé eső részében található, jeléül annak, hogy oszlás útján keletkeztek; kromatin-állományuk finom, egyenletesen elosztott, egy vagy két nucleolusszal. A cytoplasma kifejezetten basophil.

*Rugalmas rostok* a ló ujjhajlító inainak a collagen-rostkötegeket összetartó laza kötőszövetében aránylag kis mennyiségben mutathatók ki rendkívül finom, vékony, élesen határolt, többnyire csavarulatós, kanyargó, ritkábban egyenes lefutású rostok alakjában.

Az interfascicularis laza kötőszövet nem egyenletesen oszlott el ugyanannak a hajlító innak a harántmetszetén sem, mely jelenségből az in belső architektúrájára lehet következtetni. A rostkötegek közötti sövények, *peritenium internum*, az inat kötőszöveti tokszerűen körülfogaló *peritenium externumból* vagy *epiteniumból* indulnak ki és a laza kötőszövetükben a már leírt gyérszámú rugalmas roston kívül nem ritkán zsírszövetet, porcsejtekhez hasonló alakelemeket, továbbá vérereket és idegeket foglalnak magukban (l. a képen).

A *porcsejtek* oly helyeken található a ló ujjhajlító inaiban, melyek nagyobb nyomásnak vagy súrlódásnak vannak kitéve; ilyen helyen is inkább a felületesebb, mint a mélyebb rétegekben. E helyeken a laza rostos kötőszövet széjjeltérő kötegei között tok által körülfogalt sejteket találni. SCHAFFER ezeket külön, önálló, sui generis szövethéleségnek tekinti és hólyagos támasztószövetnek (vesikulöses Stützgewebe) nevezte el, mely a porszövet rokona, ebbe átmehet; de mikrokemiai reactiója eltér ettől, amennyiben jód nem festi (l. utóbb).

Az inak a szervezetnek *véregekben* legszegényebb szövetei közé tartoznak; a ló ujjhajlító ináiban a laza kötőszöveti váznak inkább csak a felületes rétegeiben találni ereket, melyek helyenkint tágabb hálózatot is képeznek és egyes apró ágakat a mélyebb részekbe is bocsátanak, az arteriákat többnyire kettős vénák kísérik. A nagyobb nyomás alatt álló és feszesebb részletekben nincsenek erek. BAUM és GENERSIICH az in felületén *nyirok-érhálózatot* is mutatott ki, nekem nem sikerült sem berlini késsel, sem tussal beszúrás útján ilyeneket feltüntetni.

Az *idegek* adják az inak nem csekély érzékenységét, mely adott esetben heves fájdalomban és gyakran sántaságban nyilvánul meg. Az idegeket a ló ujjhajlító ináinak laza közti kötőszövetében aranyozással (LÖWIT) vagy ezüstimpregnációval (BIELSCHOWSKY) sikerült kimutatni, a ló ujjhajlító ináinak felületesebb rétegeiben, a periteniumban, hol a velőshüvelynélküli rostok sűrű hálózatot, gazdag elágazódást mutatnak. VATER--PACINI-fele lemezes testecskéket vagy GOLGI-fele inorsókat nem találtam, e helyett több esetben a velőtlen rostok megduzzadva végződtek; az elágazódó, finom hálózatot alkotó idegek végül végfácskákat képeztek, bunkószerű szabad véggel (l. a képen). Az idegek itt az elülső végtagokon a nervus medianus, a hátulsókon a n. tibialis ágai, nyilván túlnyomórészt érző rostok.

Az *ujjhajlító izmoknak ináikkal való összeköttetése* ugyanolyan, mint a ló más izmaiban. Az izomszövet az ínszövettől élesen elhatárolt. Elektív kötőszöveti festéssel kimutatható, hogy a heggyben vagy lekerekítetten végződő izomrostok formálisan belesüllyednek az ínszövetbe, mely kosárszerűen fogja körül az izomrost végét. A perimysium azonban közvetlenül átmegy a periteniumba és ilymódon szoros összeköttetést létesít az izom és az ín között; e helyen a periteniumban valamivel több a rugalmas rost.

Az ín tapadása helyén viszont a kötőszöveti rostok a periosteumba vagy a perichondriumba követhetők, hol a rostok nemezszerűen keverődnek.

Ahol az ujjhajlító inak *ínhüvelyben* foglalnak helyet, felületüket lapos, módosult fix kötőszöveti sejtek hámszerűen vonják be, simává teszik a felületét, csökkentik a dörzsölődést. Az

inhüvelyek falának külső, erősebb rostos rétege, tunica fibrosa, sűrűhálózatos kötőszöveti és hullámos lefutású rugalmas rostokból áll, míg belső, az ízületi tok synovialisához hasonló rétegének kötőszöveti rostjai szabálytalanul fonódnak helyenkint bohólyszerű kiemelkedésekkel; belső felületet egyrétegű, sokszögletű, apró lapos sejtek bélelik. Ez a belső réteg, tunica intima, kettőzet, *mesotenon*, alakjában reáhúzódik a hajlító ín felületére; e helyen a mesotenon két lemeze között jutnak az erek az inhoz.

Az egyes ujjhajlító inakban egyes részletek különösen jól jellegzett szöveti szerkezetet tüntetnek fel. Így a nagyobb nyomás alatt álló inrészletekben. A laza kötőszöveti váz egyenlőtlen eloszlása szintén a functionális szerkezet megnyilvánulása.

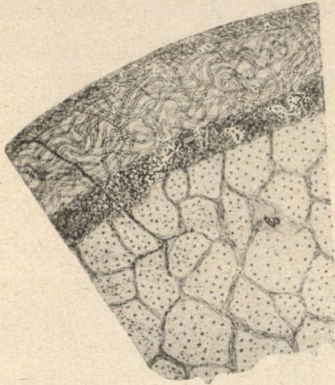
A *metacarpus közepe táján* a hajlító inak dorsalis részletében a harántmetszeten már gyenge nagyítással két réteg különböztethető meg. A csont felé eső periferiás részen a peritenium externum aránylag gyenge, rostjai és sejtjei többnyire circularis elrendezésűek. A párhuzamos lefutású rostok között nagyobb számú sejt látható, melyek a felületen formális *sejtövet* adnak. Erősebb nagyításnál észrevehető, hogy a felületesen fekvő kötőszöveti sejtek laposak, míg az ín belseje felé inkább kerekdedek. A másik réteg a kötőszöveti tokon belül levő tulajdonképpeni inszövet, melyben a periteniumból behatoló laza kötőszöveti sövetnyek vastag inkötegeket határolnak el. A vékonyabb, primär inkötegeken különböző alakú insejtek láthatók.

Az *egyenítőcsontok mögött* a hajlító inak felületét adó kötőszöveti réteg szintén a felülettel párhuzamos lefutású circularis rostokból és sűrűbben található kötőszöveti sejtekből áll. Ezen belül, de még mindig felületesen, a felülettel derékszögben dorsovolaris lefutású rostok különböztethetők meg. Az inszövet rostkötegei különböző erősek és különféle irányúak, egyesek hullámos lefutást is mutatnak, de a felület felé észrevehetően tömöttebbek, sűrűbbek, mint a mélyben befelé, hol lazábbak. A hajlító inak e részén a kötőszöveti tok nem határolódik el oly élesen az inszövettől, mert közöttük még egy réteg kusza kötőszövet látható. A kötőszöveti tokban e helyen porcsejtek is találhatóak, nagy kerek vagy tojásdad alakú sejtek, ugyanolyan



maggal és jól feltűnő burokkal. E sejtek közül a felület felé esők laposabbak, a mélyebben levők kerekék és nagyobbak; elhelyezkedésük nem mutat szabályszerűséget, egyeseket keskeny világosabb udvar vesz körül.

A *csüdcsont közepe táján* a mély ujjhajlító ín harántmet-



Harántmetszet a ló mély ujjhajlító ínán a pártatámlának megfelelően (félíg vázlatosan).

A peritenium externum sejtűs felületes rétegében circularis lefutású rostok, alatta részben sugárzatos, majd kuszált lefutásúak, néhány porcsejttel és erekkel. A peritenium internumba velőhüvely nélküli ideg ágazodik el. Az epiteniumban néhány finom kanyargó lefutású rugalmas rost.

találhatók, míg a belső szabálytalan elrendeződésű kötőszövetben kisebb-nagyobb erek foglalnak helyet. A felületes rétegben több porcsejt is látható, nagy kerek sejtek, finoman szemecskés protoplasmával, nagy maggal és jól határolt sejtburokkal. E sejtek itt szinte sorokban elrendeződve találhatók, mélyebben a tulajdonképeni ínszövet felé ritkábbak lesznek, majd egészen eltűnnek. Az ínszövet a kötőszöveti tok felé élesen elhatárolt (l. a képen).

böztethető meg. A külső réteg aránylag vastag, benne több az ér; felülete kissé egyenetlen. Az ínszövet kötegei között is látható néhány ér. Porcsejtek ez ínrészletben nincsenek. Két esetben sekély barázda mélyedt be a mély ujjhajlító ín volaris felületén; e barázda mélyén a kötőszöveti rostok az egyik oldalról áttérnek a másikba és összefonódnak, *chiasma tendinosum*.

A *pártatámlán* nagyon erős a külső kötőszöveti tok (l. a képen), melynek felületes rétegében a vékonyabb rostjai inkább circularis lefutásúak, míg az alatta levő szélesebb rétegben a rostok a felület felé kisugárzanak, ez alatt pedig az ínszövettel határos rétegben a rostok feltűnően kuszált, szabálytalan lefutást mutatnak. Kötőszöveti sejtek nagyobb számban sűrűn egymás mellett a felületes rétegben



A *pártatámla* alatt következő inrészetlen már szabad szemmel észrevehetően elhatárolódik a felületen fehér vaskos kötőszöveti tok a mélyebb, sötétebb szíjben feltűnő inszövettől. A kötőszöveti tok itt körülbelül kétszer oly erős, mint a pártatámlán. Felületén finomabb, sűrű, hosszanti lefutású rostok vannak, mélyebben vaskos, hálózatot alkotó rostok következnek; az inszövet felé lazul a tok. Porcsejtek itt nincsenek.

A *nyírcsonton* a mély ujjhajlító in külső rétegének rostjai sűrűn egymás mellett túlnyomóan hosszant irányulnak, közöttük kötőszöveti sejtek különösen a felület felé található nagy mennyiségben. Mélyebben a rostok már lazábban foglalnak helyet. A BRAUELL-féle bursa külső rétegében nagyszámban vannak porcsejtek, melyek közül a felületesek laposak és hosszúkásak, a mélyebben levők kerekdedek. De a tulajdonképpeni inszövetnél is előfordulnak itt porcsejtek.

Az előadottak szerint az ujjhajlító inakon a peritenium externum, az inak kötőszöveti tokja nem mutat egységes szerkezetet, hanem ott, hol csontkiemelkedéseken siklik át és hol nagyobb nyomásnak van kitéve, így az egyenítőcsontokon, a pártatámlán és a nyírcsonton, erősebben fejlett, sűrűbb, tömöttebb, evvel szemben a metacarpuson, illetőleg metatarsuson a külső réteg vékony, körkörös, az in felületével párhuzamosan haladó rostokból áll, melyek között elszórtan kötőszöveti sejtek foglalnak helyet. A csüdön az in kötőszöveti tokja két-három különböző lefutású rostrétegből áll, melyek közül a mélyebb rétegben több ér, a felületen pedig bolyhok láthatók. Ahol az in tokja vastagabb, a felületén ezzel csaknem párhuzamosan gyengébb kötőszöveti kötegek találhatóak, az erre következő rétegben a rostok inkább merőlegesek a felületre, míg a tok mély rétegében feltűnően szabálytalan a rostozat lefutása, itt vannak a vérerek és ez a réteg köti össze a tokot az inszövettel. A nagyobb nyomás alatt álló helyeken az in tokja porcsejtekhez hasonló sejteket foglal magában, különösen nagyszámban a pártatámla mögött, hol azok csaknem átjárják az egész vastag kötőszöveti tokot. E nagy, kerek, hólyagalakú sejtek, nagy maggal, finoman szemecskés protoplasmával és külön burokkal, átalakult kötőszöveti sejtek, melyek jódal barnára színeződnek, tehát úgy

viselkednek, mint porcsejtek; bennök oszlási jelenségek nem voltak megállapíthatók.

A tulajdonképeni inszövet az in tokjától élesen elhatárolódik.

Az inszövet *fejlődése* lóembryók (8·5 cm—20 cm tarkó-faroktő-hosszal) végtagjaiból készített sorozatmetszeteken került vizsgálat alá. Ezeken sűrűn egymás mellett sorakozó sejtek jelzik a mesenchymában az inkezdeményt. E nagy, lapos, kerekded sejtek elmosódott határuak, közöttük alapállomány nem különböztethető meg. Protoplasmájukban finom szemecskék mellett fonalszerű *plastokonok* találhatók, mely utóbbiak megnyúlnak, a felületre húzódnak, majd eltűnnek a sejtekből akkor, amikor az enyvadó és a rugalmas rostok megjelennek. Ugyanekkor a jelzett fibroblast-sejtek is határozottabban elhatárolódnak, protoplasmájuk elvékonyodik, a magkörüli területre húzódik, másfelől szárnyyszerű nyúlványokba folytatódik (RANVIER-féle szárnysejtek). A fibrillumok a sejteket széjjeltolják, csupán nyúlványaik útján függnek hálózatosan össze.

A collagen-rostok vizsgálataink szerint a fibroblast-sejtek testén belül indulnak fejlődésnek és csak másodlagosan válnak el a sejttől és lesznek önállókká. A fibroblastsejt plastosomái erősen megnyúlva, plastokonokká lesznek (MEVES, KORFF), melyek már nem festődnek a plastosomákhoz hasonlóan, de még a collagen-rostok módjára sem, ezért praecollagen-rostoknak nevezik. Ezek a sejtből kijutva elkülönülnek, majd a szomszédos sejtekről leváltakkal összevegyülnek és collagen-rostokká lesznek. Mások (HENLE, EBNER, KÖLLIKER, RANVIER, MERKEL) nézete szerint a mesenchyma-sejt megszaporodott exoplasmája egynemű állapotban leválik és egybefolyik a szomszédos sejtekből képződöttel, ebben a homogen intercellularis anyagban másodlagosan mechanikai húzó- és feszítő-erők irányító hatására bontakoznának ki a rostok (colloidális oldatokban kísérletes úton ilyen hatás kiváltható). LENHOSSÉK szerint sejtenbelüli és sejten kívüli is lehet a kötőszöveti-rostok fejlődése, és a kettő között nincs is oly lényeges különbség, mert a sejtekről levált anyag, bár a sejtektől teljesen elkülönültnek látszik is, egy ideig még a sejt hatása alatt áll. A rugalmasrostok fejlődése is a fibroblast-

sejtekből indul ki, a sejtek felületén levő finom szemecskékből, melyek a specifikus elastinfestést adják, rostokká fűződnek össze, kinyomulnak és leválnak. Vitás még, hogy tud-e a mesenchyma-sejt egyidejűleg vagy felváltva collagen- és rugalmasrostokat termelni, vagy pedig külön fibroblastok és külön elastoblastok vannak-e, mint azt FLEMMING, MALL és JORES állítják, és KROMPECHER J. újabb vizsgálatai is bizonyítani látszanak.

Az inkezdeményben oly sűrűn vannak a sejtek, mint alig más kötőszövetben; azután széjjeldarabolják a fejlődő rostok, melyek az embryóban éppen olyan erősek, mint később, úgy-hogy a kötegek növekedése újabb rostok fejlődésére vezethető vissza.

Az inak tehát az embryóban az izomtól külön fejlődnek, fetalis korban sincs meg közöttük a continuitás.

\*

A ló ujjhajlító inainak anatómiai viszonyai, méretei és szöveti szerkezete az inak működésének megfelelő. Működésük passzívra érvényesül. A felületés és a mély ujjhajlító inak izmai összehúzódását transmissziós-szíjhoz hasonlóan távol distalisan érvényesítik, de e mellett úgy, mint a csüdhajlító, tartószalagszerű hatást is fejtenek ki. Mind a három in nagy megterheletésnek van kitéve, különösen a mellső végtagokon, melyek a ló testsúlyának kétharmadát hordják. Erősebb igénybevételük után részleges, sőt teljes szakadásuk is következhet be. BERRAR hullainakon mérte, az általa erre a célra külön szerkesztett készüléken, a maximalis teherbíró erőt, melyet a ló elülső végtagjainak ujjhajlító inai elbírnak, illetőleg azt a terhelést, amely bennök már szakadást előidéz.

A felületés ujjhajlító inon a szakító erő szélső értékei 440—1350 kgr, a szakadás praedilectionalis helye a csüdizület fölött és a lazább caput tendineum táján van. A szakadásakor a rostok hosszirányban is széjjelválnak, a szakadt végek bolyhosan foszlányosak. A mély ujjhajlító inon a szélső szakítóértékek 450—850 kgr; a szakadás helye a csüdhajlásban van és a metacarpus közepe táján, végül a nyircsont mögött, ahol a mérések

szerint is leggyengébb ez az ín. A csüdhajlító elszakításához 400—1050 kgr terhelés szükséges, ez az ín többnyire az egyenítőcsontoknál szakad, az inszárakon, melyek nyilván gyengébbek, mint az egységes ín. A csüdhajlító megnyúlása a szakadásáig középértékben 5·3 cm, a felületes hajlító iné 5·9 cm, a mély ujjhajlító iné, tekintettel a caput tendineum gyenge voltára, csak 2·2 cm.

Az elülső végtag normális helyzetében erős megterheléskor többnyire a csüdhajlító és a felületes ujjhajlító ín feszül meg erősebben, de az ízületi szögélések változásával módosul az inak megterhelése és az egyes inak feszülése különböző. A végtagoknak kisebbfokú, a négy lábbon való állásnak megfelelő terhelésénél a három ujjhajlító ín megközelítőleg egyenletesen feszül, a terhelés növekedésekor legerősebben fokozódik a csüdhajlító, azután a felületes hajlító in feszülése.

A még megterhelve nem volt inak szövettani vizsgálata szerint az inrostok kötegei *hullámos lefutásúak*, a rostok vastakosak, a rostkötegek között tágabb rések vannak. Ezzel szemben a terhelt inakból származó metszetekben a rostok *hullámos lefutás nélkül*, egymás mellett kinyújtva helyeződnek, közöttük csak kevés rés található, a rostok vékonyabbak. A terhelés után 24 óráig pihentetett inak metszetein a rostok lefutása ismét *hullámos*, a rostok között több a rés, a rostok vastagabbak, úgyhogy a szövettani kép hasonló a még meg nem terhelt in képehez.

### Összefoglalás.

A ló *inai* ez állatfaj legfontosabb és legjellemzőbb szervei közé tartoznak; *functionális* szerkezetük vizsgálatára nagyon alkalmasak az *ujjhajlító* inaik. BERRAR-nak a ló ujjhajlító inai működésére, rugalmasságára és teherbíró képességére vonatkozó kísérletes vizsgálatait részben anatómiai és szövettani adatokkal kiegészíteni is alkalmazak adataink, melyek 75 ló (köztük 10 embrió) ujjhajlító inaira vonatkoznak.

A ló ujjhajlító inainak anatómiai vizsgálatakor, különösen pedig méreteinek meghatározásakor feltűnik, hogy az egyes ujjhajlító inak *külseje* és *méretei* annyira különböznek egymástól,

hogy már ez alapon megállapítható a végtagról lefejtett inon is, milyen végtaghoz tartozik.

A *felületes* ujjhajlító in *medialis* széle a metacarpus mentén vastkosabb és lekerekítettebb, mint a *lateralis* széle, míg a metatarsuson, ahol a felületes ujjhajlító innak nincs külön erősítő kötege, *caput tendineum*, a *lateralis* széle a vastkosabb. A felületes ujjhajlító in a csüdizület fölött a legvékonyabb: 5 mm, az egyenítőcsontokon pedig a legszélesebb: 30 mm.

A *mély* ujjhajlító in sokkal erősebb, mint a felületes társa, már a kezdetén 12—15 mm vastag, gyengébb a metacarpus közepe táján, mielőtt a *caput tendineum* társul hozzá, itt a legkeskenyebb is: 8 mm, gyenge továbbá a csüdhajlásban, de különösen a nyircsonton: 4 mm. Kezdeti részén harántmetszete csaknem háromszögletes, *lateralis* széle vastkosabb, mint a *medialis*; a metacarpuson hengeres, az egyenítőcsontok mögött a szemjéglencséjéhez hasonló a harántmetszete, a csüdön babalakú és a tapadásánál legyezőszerűen kiterül. Erősítő kötege az elülső végtagokon erősebb, mint a hátulsókon, ennek is a *lateralis* széle erősebb, mint a *medialis*.

A *csüdhajlító* a hátulsó végtagokon hosszabb és karcsúbb. *Laterális* széle erősebben lekerekített. Kettéoszlásához közel a *dorsalis* felületének közepén tarajszerű kiemelkedés húzódik, mely distalisan kissé *lateralis* irányba tér. Ínszárai gyengébbek: 3·5-7 mm, hengeres vagy háromszögletes keresztmetszettel, a csüdre térők laposak. A csüdhajlító folytatásának tekinthetők az alsó egyenítőszalagok is.

Az ujjhajlító inak külső rétege a tokszerű *peritenon*, *peritenium externum*, mely oly helyeken, hol az in nincs nagyobb nyomásnak kitéve, például a metacarpuson, *egyrétegű*; rostjai *circularisan*, a felülettel párhuzamosan rendeződtek, közöttük számos sejt foglal helyet. Ezzel szemben, hol az in nagyobb nyomás alatt áll: az egyenítőcsontokon, a pártatámlán, a nyircsonton, a *peritenon két-háromrétegű*, a középső réteg rostjai a felület felé kisugárzanak, míg a legmélyebb rétegben szabálytalan kuszált lefutást mutatnak. A kötőszöveti tokban ily helyen *porc-sejtek* is találhatóak.

A *peritenium*ból laza kötőszöveti sövények hatolnak be az

inszövetbe és azt kisebb-nagyobb kötegekre bontják (HEIDENHAIN *enkapsis*-nak nevezte el az ilyen szerkezetet); a peritenium internumban a laza interfasciculáris kötőszövet nem oszlik el egyenletesen, miből az in belső architektúrájára lehet következtetni. Benne kevés, finom, vékony, többnyire kanyargó *rugalmasrost*, úgyszintén kevés *vérér*, inkább a felület felé, és helyenkint sűrűbb hálózatban, velőshüvelynélküli *idegek* mutathatók ki, a nervus medianus és n. tibialis ágai, melyek végfácskákban, bunkószerű szabad véggel végződnek. A peritenium közvetíti az innak az izommal való összeköttetését.

Az inszövet párhuzamos egyirányú rostjai hullámos lefutásúak, kivéve a megterhelt inból vagy a kifeszített állapotban rögzített inból készült metszetekben. A rostok közötti résekben, közel szabályos távolságban foglalnak helyet az insejtek, a RANVIER-féle szárnysejtek, melyek elődjei az embrió mesenchymájában sűrűn egymás mellett sorakoznak, míg a rostképződés megindul és a fejlődő rostok széjjeltolják.

A felületes inrostok a csüdhajlító oszlása helyén részben keresztezik egymást, *chiasma tendinosum*; hasonló jelenség fordul elő néha a mély ujjhajlító innak a csüdcsont mögött levő részén.

A ló ujjhajlító inainak anatómiai viszonyai, méretei és szöveti szerkezete az inak működésének megfelelő. Szakadásuk a legvékonyabb helyeknek megfelelően következik be.

### Irodalom.

1. BERRÁR, M.: A lovak ujjhajlító inainak működése, rugalmassága és teherbíróképessége. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből. XXII. k. 1928.
2. CHAUVEAU—ARLOING—LESBRE: *Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques*. 1903.
3. ELLENBERGER—BAUM: *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere*. 16. Auflage, 1926.
4. GÜTH, Gy.: Adatok a patahajlító in szakadásához. Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből. XIII. k. 1917.
5. KÖLLIKER, L.: *Handbuch der Gewebelehre*. 6. Auflage. I. Band. 1889.
6. LENHOSSÉK, M.: A sejt és a szövetek. 1918.

7. LOTZE, K.: Untersuchungen über die Beugesehnen am Fusse des Pferdes. Leipzig, 1911.
8. LUNGWITZ, M.: Die Bewegungsorgane. ELLENBERGER's Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. I. Band. 1906.
9. MAXIMOW, A.: Bindegewebe. v. MÖLLENDORF's Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. II. Band. I. Teil. 1930.
10. PÉTERFI, T.: Untersuchungen über die Beziehungen der Myofibrillen zu den Sehnenfibrillen. Archiv für mikroskopische Anatomie. 83. Band. 1913.
11. RÉNYI, J.: Gibt es einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Muskel- und Sehnenfibrillen während der Entwicklung der Muskelfaser? Anatomischer Anzeiger. 58. Band. 1924.
12. SCHAFFER, J.: Über Knorpelbindung an den Beugesehnen der Vogel. Zentralblatt für Physiologie. 16. Band. 1902.
13. SCHAFFER, J.: Über das vesikulöse Stützgewebe. Anatomischer Anzeiger. 23. Band. 1902.
14. SCHAFFER, J.: Lehrbuch der Histologie und Histogenese. 2. Auflage. 1922.
15. SCHMALTZ, R.: Einiges über die Zehenbeugesehnen. Berliner Tierärztliche Wochenschrift. 1916.
16. SUSSDORF, M.: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. I. Band. 1895.
17. SZAKÁLL, Gy.: Beiträge zur Anatomie und Function des oberen Gleichbeinbandes (Musculus interosseus medius) beim Pferde. Zeitschrift für Tiermedizin. 3. Band. 1899.
18. TÖRÖK, A.: Der feinere Bau des Knorpels in der Achillessehne des Frosches. Verhandlungen der Würzburger physik. med. Gesellschaft. 3. Band. 1872.
19. ZIMMERMANN, Á.: A patahajlító ín szakadása. Veterinarius. 1904.
20. ZIMMERMANN, Á.: A ló ujjának anatómiája. 1909.
21. ZIMMERMANN, Á.: Miért nem fárad el a ló állás közben? Természettudományi Közlöny. 1915.
22. ZIMMERMANN, Á.: A patás állatok inhüvelyeiről és nyáلكatüszőiről. Állattani Közlemények. XIII. k. 1915.
23. ZIMMERMANN, Á.: Háziállatok anatómiája. 2. kiadás. 1923.
24. ZIMMERMANN, Á.: Fejlődéstan. 2. kiadás. 1922.

# ÜBER DEN FUNKTIONELLEN BAU DER ZEHEN- BEUGESEHNEN DES PFERDES.

Von A. ZIMMERMANN, k. Mitglied der Akademie.

Die Sehnen sind eines der wichtigsten und charakteristischsten Organe des Pferdes. Zur Untersuchung ihres funktionellen Baues eignen sich besonders die Zehenbeugesehnen, über deren Funktion, Elastizität und Tragkraft unlängst M. BERRAR experimentelle Untersuchungen veröffentlichte. Diese können teilweise auch durch die Angaben folgender anatomischen und histologischen Untersuchungen ergänzt werden, die sich auf 75 Pferde (darunter 10 Pferdeembryonen) beziehen.

Bei der anatomischen Untersuchung dieser Sehnen, besonders aber bei den verschiedenen Messungen stellte es sich heraus, dass die Form und die einzelnen Dimensionen der Zehenbeugesehnen der Pferde untereinander derart verschieden sind, dass man infolgedessen auch an den abgetrennten Sehnen erkennen kann, zu welcher Extremität sie gehören.

An der oberflächlichen Zehenbeugesehne, Sehne des *Musculus flexor digitalis superficialis vel perforatus*, erscheint am Metacarpus der *mediale* Rand dicker und rundlicher, als der schwächere und schärfere laterale Rand, während am Metatarsus, wo die oberflächliche Beugesehne kein Unterstützungsband hat, der *laterale* Rand rundlicher und dicker ist. Die oberflächliche Zehenbeugesehne ist oberhalb des Fesselgelenkes am dünnsten (5 mm), und an den Gleichbeinen am breitesten (30 mm).

Die tiefe Zehenbeugesehne, Sehne des *M. flexor digitalis profundus vel perforans*, ist stärker, als die oberflächliche.



Bereits ihr Anfangsteil ist 12—15 mm dick; gegen der Mitte des Metacarpus wird sie schwächer (8 mm), bis das Unterstützungsband zu ihr tritt. Schwach ist diese Sehne ferner in der Fesselbeuge, besonders aber am Strahlbein (4 mm). Ihr *Querschnitt* ist proximal nahezu dreikantig, der *laterale* Sehenrand erscheint dicker, als der *mediale*; am Metacarpus ist die Sehne mehr rundlich, an den Gleichbeinen ist ihr Querschnitt augenlinsenförmig (Lorze), hinter dem Fessel bohnenartig und bei ihrer Insertion verbreitert sie sich fächerartig. Das Unterstützungsband, *Caput tendineum*, der tiefen Beugesehne ist vorne stärker, als an der Hintergliedmasse, ihr lateraler Rand dicker, als ihr medialer.

Die Fesselbeugesehne («oberes Gleichbeinband»), *M. interosseus medius*, ist am Hinterfuss länger und schlanker, ihr *lateraler* Rand mehr abgerundet. Nahe zu ihrer Zweiteilung erhebt sich an ihrer Dorsalfläche eine kleine Längskante, die distal lateral zieht. Die Sehnenschenkel sind schwach (3—7 mm), rundlich oder dreikantig, die dorsalen flach. Die unteren Gleichbeinbänder, *Ligamentum sesamoideum rectum* und *Ligg. sesamoidea obliqua*, sollen als Fortsetzungen der Fesselbeugesehne betrachtet werden.

Die äussere Schichte der Zehenbeugesehnen wird von den kapselartigen *Peritenium externum* gebildet, das an jenen Stellen, wo die Sehnen unter keinen stärkeren Druck stehen, wie z. B. am Mittelfuss, *einschichtig* ist; ihre Fasern ziehen zirkulär, parallel zur Sehnenoberfläche und bei ihnen findet man zahlreiche Sehnenzellen. An den Stellen grösseren Druckes, wie bei den Gleichbeinen, bei der Kronbeinlehne und am Strahlbein, ist diese Sehnenkapsel viel stärker, *zwei-dreischichtig* (s. Abbildung), da die unter der vorher beschriebenen Schicht folgende Fasern zur Oberfläche mehr senkrechten Verlauf nehmen, während die tiefsten in den verschiedensten Richtungen verlaufend ein dichtes Geflecht darstellen. In der verdickten Sehnenkapsel findet man auch mehrere *Knorpelzellen*.

Aus dem *Peritenium externum* ziehen Saepten, aus *lockeren Bindegewebe* bestehend, in das eigentliche Sehnengewebe hinein, wodurch dasselbe in grössere-kleinere Bündeln geteilt

wird (HEIDENHAIN bezeichnet diese Struktur als *Enkapsis*). Im *Peritenium internum* ist das lockere Bindegewebe nicht gleichmässig verteilt, was auf die innere Architektur der Sehne hinweist. In diesem lockeren Bindegewebe lassen sich einige dünnere, meist schlängelnde *elastische Fasern* darstellen, ebenso bemerkt man darin in minderer Zahl, meist der Oberfläche zu, *Blutgefässe* und auch marklose *Nerven* (s. Abbildung), Zweige des Nervus medianus und N. tibialis, kann man, stellenweise als dichteres Geflecht, im interfascicularen Bindegewebe nachweisen; die Nerven endigen verdickt, teilweise in Endbäumchen. Der Zusammenhang zwischen den Zehenbeugemuskeln und Sehnen wird vom Peritenium vermittelt.

Die gleichgerichteten, parallelen Fibrillen des *eigentlichen Sehngewebes* weisen einen wellenartigen Verlauf auf, mit Ausnahme von jenen Praeparaten, die aus belasteten oder aber in ausgespannten Zustände fixierten Sehnen stammen. In den interfibrillären Zwischenräumen bemerkt man die Sehnenzellen, die in den embryonalen Sehnenanlagen dicht aneinander liegen und nachher mit dem Entstehen der Fibrillen von diesen auseinandergedrängt werden.

Bei der Teilungsstelle der Fesselbeugesehne kreuzen sich teilweise die oberflächlichen Fasern, *Chiasma tendinosum*; ähnliches Verhalten konnte in zwei Fällen an der tiefen Zehenbeugesehne hinter dem Fesselbein gefunden werden.

Die anatomischen Verhältnisse, die Masse und der histologische Bau der Zehenbeugesehnen des Pferdes sind ihrer Wirkung angemessen; auch die Praedilektionsstellen der Sehnenrupturen entsprechen der geringsten Sehnenstärke.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 14. Oktober 1929.)

## A BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND GEOFIZIKAI INTÉZET TÍZÉVES TUDOMÁNYOS MŰKÖDÉSE.

PEKÁR DEZSŐ I. tagtól.

(Székfoglaló.)

Tekintetes Akadémia!

Amikor most először lépek itt az előadó asztalhoz, első szavam a köszönet és a hála azért a kitüntető megtiszteltetésért, amelyben Akadémiánk részesített, amidőn 1922-ben levelező tagjának megválasztott. Úgy érzem azonban, hogy ez az elismerés nem annyira saját személyemnek, hanem inkább különleges tudományos munkakörömmek, a nagy Eötvös Loránd hagyatékának szól. Éppen ezért kettőzött kötelességemnek ismerem, hogy ezt tudományos működésemmel előbbre vigyem és ily módon e kitüntetést kiérdemeljem.

Csupán három hét választ el annak a napnak tízéves évfordulójától, amikor kiváló mesterem báró Eötvös Loránd elkötözött az élők sorából.<sup>1</sup> Átfogó gondolataival és geniális alkotásaival örökéletűvé tette nevét a fizika tudományában. Különös előszeretettel főleg három nagy problémával foglalkozott: a *kapillaritással* és úgyszólván állandóan a *gravitációval* és *földmágnességgel*. Gravitációs kutatásait 1907 óta a magyar kormány tetemes támogatásban részesítette s ezzel alapját vetette egy az egyetemről független geofizikai intézetnek. Halála után

---

<sup>1</sup> Báró Eötvös Loránd † 1919. április 8. A székfoglaló értekezés a térképmellékletekkel kapcsolatos nyomdai nehézségek miatt csak most, két évi késéssel jelenik meg. Rövid kivonatát 1929. májusában az *Akadémiai Értesítő* 40. kötet, 163—172. oldal, közölte.

ez intézményt a kultusztárcától a pénzügyminisztérium vette át, ahol az mint *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* a bányakutatási osztály keretében működik. Amint azt az átadást foganatosító miniszteri rendelet külön kiemelte, az intézetnek a gyakorlati jellegű mérések végzésén kívül továbbra is elsőrendű kötelessége maradt Eötvös gravitációs kutatásainak tudományos folytatása és továbbfejlesztése. Az intézet vezetésével engem bíztak meg, mint aki már 1893 óta Eötvös oldalán működtem és mint régi munkatársam, kezdettől fogva vezettem a szabadban folyó összes méréseket. Én magam az intézet felelősségteljes hivatásának tudatában, valamint saját meggyőződésem szerint is, mindenkor kiváló súlyt helyeztem arra, hogy működésünk a tudományos követelményeknek tényleg minden tekintetben megfeleljen. És most az első tíz év elteltével engedje meg a tekintetes Akadémia, hogy az Eötvös Intézet széleskörű tudományos működéséről rövid foglalatban beszámoljak.

Eötvös tudományos munkásságának megfelelően, elsősorban tovább folytattuk *torziós ingaméréseinket hazánkban*. A bányakutatási osztály volt vezetője, Böckh Hugó h. államtitkár úr kezdeményezésére azonban méréseink többnyire már bizonyos gyakorlati célt is szolgáltak. Mint a petróleum- és földgázkutatás kiváló művelője ugyanis ő mutatott reá, hogy a torziós ingát az ily irányú munkálatokban előnyösen felhasználhatjuk, mert segítségével a földalatti antiklinálisokat és dómokat kimutathatjuk, amelyekkel kapcsolatban a magyar Alföldön az említett értékes ásványi kincsek előfordulását várhatjuk. E gyakorlati cél azonban egyáltalában nem csökkentette kutatásaink tudományos értékét, mert méréseinket mindenkor a legmesszebbmenő tudományos pontossággal végeztük. Az állomásokon egyidejűleg mindig két torziós ingával mértünk, legalább három teljes sorozatot olvastunk le, ha a talajban a lokális sűrűségi inhomogenitások miatt a két eszköz adatai nagyobb mértékben szétmentek, a mérést egy közeli új ponton megismételtük stb. Szóval mérési adataink nemcsak hogy elérik Eötvös értékes és tisztán tudományos adatainak pontosságát, hanem, tekintettel eszközeink fokozódó tökéletesedésére, azokat túl is szárnyalják. Ily módon pontos és értékes tudományos adatokkal gazdagítottuk a föld gravitációs

erőterének részletes megismerését, amelyek alkalmasak arra, hogy azokat bármely tudományos geodéziai avagy geofizikai vonatkozásban felhasználhassuk, amint az ilyfajta munkálatok jelenleg folyamatban is vannak. Így MÁJAY PÉTER a Duna-Tisza közén végzett részletes torziós ingaméréseink alapján kiszámította a «dinamikus javításokat» és ezekkel helyesbítette a nivellálási adatokat egy hosszú zárt vonal mentén.

I. Táblázat.

Torziós ingamérések Magyarországon 1901—1918-ig.

Év	V i d é k	Használt eszközök jele	Észlelési állomások száma	Felmért terület Km <sup>2</sup>	Felmért vonal Km	Állomások távolsága Km
1901	Budapest, Szentlőrinc, Leányfalu	B	16	—	—	—
	Balatonfüred, Siófok, Kenese	B	28	68	—	—
1902	Újvidék, Palánka, Verbász	B	20	—	25	—
1903	Balatonboglár, Keresztúr	B	12	50	—	—
	Újvidék, Szabadka, Arad	I	38	—	128	—
1904	Újvidék, Ókér, Novoselo, Mitrovica, Ruma, Indija	I	72	—	186	—
1905	Temesvár, Versec, Oravica, Alibunár	I	78	238	72	3
1906	Arad, Pankota, Hidegkút	I	84	150	—	2
1907	Arad, Hidegkút, Pankota, Kurtics	I, P	84	171	80	2
1908	Kétfél, Battonya, Makó, Valkány, Szeged, Szabadka	I, II	55	—	183	4-6
1909	Szeged, Szabadka, Baja, Zombor	I, II	85	183	168	3
1910	Titel, Zsabya	II, Kr, H	76	139	—	1.5
1911	Szeged, Hódmezővásárhely, Kiskunfélegyháza, Kecskemét, Nagykőrös, Fülöpszállás, Dömsöd	I, II	130	695	221	4
1912	Erdély: Nagyenyed Marosvásárhely	I, II, III	162	170	—	1.5
1913	Erdély: Torda, Marosvásárhely, Szászrégen, Görgény	II, III	126	106	—	1.5
1914	Szatmárnémeti, Patóháza	II, III	24	31	—	2
1916	Egbell, Jókút	II, III	92	267	—	2
1917	Hortobágy, Debrecen	II, III	135	875	—	3
1918	Újvidék, Goszpodince, Titel	II, III	103	355	—	2
	1901—1918 (17 év alatt) összesen		1420	3498	1063	—

Teljesség kedvéért mindenekelőtt az I. táblázatban az Eötvös életében Magyarországon végzett torziós ingaméréseink összefoglaló adatait időrendben közöljük. Ezután pedig hasonló módon a II. táblázatban az Eötvös halála óta végzett mérések statisztikai adatait állítottuk egybe. Sajnos, 1919-ben a kommunista uralom és a román megszállás miatt nem mérhettünk, sőt eszközeinket el kellett rejtenünk a tervbevett elrekvirálás elől. 1920-ban elsősorban Tokodon, a *Magyar Általános Kőszénbánya Részvénytársulat* területén végeztünk méréseket, amikor is a földalatti vetődéseket igyekeztünk kimutatni, amelyek ismerete gyakorlatilag azért fontos, mert ott a bányászat elakad. Tudományos szempontból pedig nagyon értékes volt e kérdés kísérleti megvizsgálása, mert elméletileg a feladat megoldására a torziós inga kiválóan alkalmasnak ígérkezik. E vizsgálatainkra vonatkozó értekezésem «*Földalatti vetődések kimutatása a torziós ingával*» címen Akadémiánk kiadványában<sup>1</sup> jelent meg. Ugyancsak 1920-ban tovább folytattuk petróleum- és földgázkutató méréseinket, amelyekkel földalatti antiklinálisokat, illetve dómokat mutattunk ki, így többek között a Hajdúszoboszló közelében fekvő Vérvölgyön.

Az 1921—23 években a nehéz gazdasági viszonyok dacára azért folytathattuk méréseinket nagyobb mérvben, mert erre az időtartamra a magyar kormány az *Anglo-Persian Oil Company Ltd.* illetve a *D'Arcy Exploration Company Ltd.*-del földgáz- és olajkutatói szerződést kötött és az ennek megfelelőleg alakult *Hungarian Oil Syndicate Ltd.* részére a geofizikai kutatásokat vezetésem alatt az Eötvös Intézet végezte, amelyeknek összes költségeit természetesen az angolok fedezték. Közbejött nehézségek miatt 1924-ben a szabadban nem végezhattünk méréseket. 1925-től kezdve azonban ismét minden évben több hónapon át folytattuk ilyirányú munkálatainkat.

Az 1928 év tavaszán a *Salgótarjáni Kőszénbánya Részvénytársulat* dorogi bányájában 250 méterre a felszín alatt végeztünk eredményes torziós ingaméréseket, a szenet környező

---

<sup>1</sup> *Matematikai és Természettudományi Értesítő*, 39. kötet, 1—29. oldal, Budapest, 1922.

triaszmészköben lévő üregek kimutatására, amelyekben keresztül a vízbetörés a bányászatot állandóan veszélyezteti. A felkutatott üregeket felülről megfúrva és cementtel kitöltve a bánya elfulladásának veszedelmét elháríthatjuk.

## II. Táblázat.

### Torziós ingamérések Magyarországon 1919—1928-ig.

Év	V i d é k	Használt eszközök jele	Észlelési állomások száma	Felmért terület Km <sup>2</sup>	Felmért vonal Km	Állomások távolsága Km
1920	Tokod	II, III	25	—	2	0·06
	Hajdúszoboszló, Debrecen	II, III	57	355	—	3
	Makó, Mezőhegyes	II, III	41	334	—	3
1921	Kúnszentmiklós, Lajosmizse, Bugyi	II, III	164	1281	—	3
1922	Hajdúböszörmény, Debrecen	II, III	66	385	—	3
	Szatmárökörítő, Nagyecsed, Csenger	II, III	43	225	—	3
	Baja	I, Kr	42	220	—	3
1923	Rápoly, Mezőtarpa, Ricse	II, III	105	695	—	3
	Püspökladány	I, Kr	62	435	—	3
1925	Újfehértó	II, III	47	315	—	3
1926	Karcag, Kísújszállás, Szolnok, Nagykőrös	II, III	72	311	116	3
1927	Budapest, Kiskúnlacháza, Ócsa	II, III	58	286	33	3
	Nagykőrös, Ókéske	II, III	40	378	—	3
1928	Dorog a bányában	B	14	—	—	0·01
	Karcag, Kúnmadaras, Tiszafüred	II, III	105	966	—	3
	Püspökladány	II, III	26	46	—	1·5
	1919—1928 (8 év alatt) összesen		967	6232	151	—
	1901—1918 (17 év alatt) összesen		1420	3498	1063	—
	1901—1928 (25 év alatt) összesen		2387	9730	1214	—

A II. táblázat végén összegeztük a felsorolt nyolc év mérési eredményeit és teljesség kedvéért feltüntettük az Eötvös életében 1901—18-ig végzett mérések adatait, valamint az együttes végösszegeket is. A tapasztalat azt igazolta, hogy a gravitációsán felmért vonalak meglehetősen bizonytalan betekintést nyújtanak és teljesen a vonal véletlen elhelyezésétől függ, hogy a keresett gravitációs zavar nyomára jutunk-e vagy sem. Éppen

ezért az ilyfajta vonalak felmérését redukáltam és inkább az összefüggő területek részletes kidolgozására fektettem súlyt. Csak így volt elérhető, hogy az utóbbi nyolc év alatt majdnem kétszer akkora területet mértünk fel, mint Eötvös életében 17 év alatt. Pedig Eötvösnek jóval nagyobb személyzet állott rendelkezésére, úgyhogy a háborúelőtti években már két expedíciós csoportban dolgozhattunk. Ezzel szemben a háború után az Eötvös Intézet személyzete lényegesen megfogyatkozott és jelenleg hivatalosan az igazgatón kívül csak egyetlenegy geofizikusból áll. Végeredményében az 1901—28 években hazánkban végzett méréseinkkel 9730 Km<sup>2</sup> területen földünk gravitációs erőterét teljes részletességgel megismertük, továbbá 1214 Km hosszú vonalon abba tájékoztató bepillantást nyertünk. *Sehol a világon nincs más ország, ahol ily nagy területre kiterjedő ily részletes és pontos gravitációs felmérések volnának.* Természetesen nem áll módomban, hogy e mérések eredményeit most részletesen ismertessem. Hiszen a tudományos anyag oly óriási, hogy annak közlése a legtömörebb módon, nagy negyedrétegekben több vaskos kötetet fog kitenni. Az Eötvös életében végzett torziós ingamérések öt, az utóbbi tíz év alatt végzettek pedig négy vaskos kötetet fognak megtölteni. A külföld ismételten érdeklődik ez eredmények iránt és így elsőrendű kötelességünk arról gondoskodni, hogy ezek tényleg meg is jelenjenek. Akadémiánk már régebben tervbe vette báró Eötvös LORÁND műveinek kiadását, amit haladéktalanul meg is kell indítanunk. Ennek kapcsán kerülhetne azután sor a halála után végzett mérések közlésére is.

Kiterjedt méréseinkről fogalmat nyújt az I., II. és III. lapon közölt 1/400 000 méretű átnézetes térkép, mely eddigi összes torziós ingaméréseink eredményeit grafikusan előtűnteti, de természetesen csak főbb vonásokban. A térképen csupán a *gradienseket* és az *izogammákat* tűntettük fel, a *horizontális irányítóképességeket* azonban a túlsúfoltság elkerülése miatt nem rajzoltuk be. Egyes nagy részletességgel kidolgozott területeken több állomást, valamint a túlsűrű izogammák egyes darabjait kihagytuk, hogy az áttekinthetőséget ne zavarják. Az I. lapon levő kis összefoglaló térkép az egyes lapokon ábrázolt területek átnézetes képét nyújtja. Térkép:ink természetesen több



olyan, torziós ingáinkkal felmért területet is felölelnek, amelyek a régi nagy Magyarországnak Trianon elszakította részein fekszenek. E rövid összefoglaló ismertetés keretében azonban méréseink további részletezésébe természetesen nem bocsátkozhatok s az eredményeket feltüntető sok részlettérképet sem közölhetem.

Ami méréseink gyakorlati eredményeit illeti, arra a fő kérdésre, hogy a Magyar Alföldön a geofizikailag előnyösnek mutakozó pontokon feltárható-e földgáz avagy petróleum, egyelőre nem felelhetünk, minthogy ott a torziós ingamérések eredményei alapján ezideig csupán egyetlenegy mélyfúrás történt, s tulajdonképpen ez sem a geofizikusok ajánlatára. A hortobágyi gravitációs minimum elmosódó és szétterült képe ugyanis már eleve nem annyira a geológusoktól feltételezett sötét, hanem inkább egy nagy lapos mélyedés mellett szólt, amit a végzett fúrás is igazolt. Hajdúszoboszló környékére a torziós ingamérések terelték rá a figyelmet, mert ott a földalatti rétegek közelebb jutnak a felszínhez. A tényleges fúrópontokat azonban nem a geofizikailag megállapítható helyen, nem Vervölgyön tűzték ki, hanem más geológiai módszerrel meghatározott távoli pontokon. A Baján végzett fúrás kitűzésénél geofizikai méréseink eredményeit egyáltalán nem vették figyelembe. A többi alföldi fúrópont pedig oly helyeken fekszik, ahol vagy egyáltalában nem végeztünk torziós ingaméréseket, avagy csak akkor, amikor ott a fúrás már régen folyamatban volt.

A torziós ingaméréseket előnyösen egészítik ki *a nehézségi erő abszolút értékének és irányának meghatározásai*, amelyek a régebbi szokásos módszerekkel történnek. Éppen ezért még maga Eötvös az e célra szükséges műszereket is beszerezte, többek között a Potsdami Geodéziai Intézet mintájára két Stückerath-féle négy ingás eszközt, a hozzátartozó teljes felszereléssel. Eötvös e mérések végzésével OLTAY KÁROLYT bízta meg, aki elsősorban az internacionálisan megkövetelt egyöntetőség miatt a mérési eljárást Potsdamban tanulmányozta, továbbá 1908-ban a Potsdam és Budapest közötti nehézséggyorsulás különbséget pontosan meghatározta. Ezeket az összekötő méréseket 1915-ben még nagyobb pontossággal megismételte, amely munkálatokban magam is részt vettem és azután STEINER LAJossal együtt Egbell kör-

nyékén több állomáson ingamérést végeztünk. OLTAY Budapestről kiindulva, még Eötvös életében 46 állomáson határozta meg hazánkban a nehézséggyorsulás értékét, 22 állomáson pedig függőn-elhajlási mérést végzett, amely munkálatokban fősegítőtársa SZECSDY MIKLÓS volt. Különösen köszönettel tartozom OLTAY tanár úrnak, hogy e méréseit Eötvös halála után is tovább folytatta és relatív ingáinkkal 39 újabb állomáson határozta meg a nehézségi erő értékét, amely munkálatok költségeit jórészt a Természettudományi Alapból folyósított segélyből fedezte. Térképeinken a nehézséggyorsulást meghatározó relatív ingaállomásokat is feltüntettük.

Az Eötvös Intézet a külföld felkérésére ugyancsak több ízben végzett torziós ingaméréseket. Így az angol kormánnyal összeköttetésben lévő egyik legnagyobb olajvállalat, a *Burmah Oil Company Ltd.* megbízásából három ízben mértünk Indiában. Mégpedig 1923/24 telén személyes vezetésem alatt elsősorban RENNER JÁNOS, valamint KARUNA KUMAR DAS és JUGAL BEHARI LAL hindu asszisztenseim közreműködésével Khairpur benszülött állam dzsöngeljeiben, továbbá 1925/26 telén vezetésem mellett ugyancsak elsősorban RENNER, továbbá Das, valamint HEM CHANDRA BANERJEA segítségével Upper Assam őserdőiben Digboi és Tinsukia környékén csupa benszülötthől álló expedíciókkal dolgoztunk. Ezután az angolok utasításaim szerint itt Budapesten berendezkedtek a mérések végzésére. Első alkalommal azonban 1927/28 telén SZECSDY MIKLÓS geofizikusom vezetése alatt dolgoztak és a megfigyelésekben W. SINGLETON és H. J. HAYMAN angolok, továbbá Das és BANERJEA hindu asszisztensek működtek közre. Ezenkívül 1927 és 1928 nyarán a *Francia Köztársaság Ministère des Travaux Publics*-je közvetlen felkérésére a Puy-de-Dôme départementban a Limagnei síkságon végeztünk torziós ingaméréseket, amely munkálatokat vezetésem mellett elsősorban RENNER JÁNOS, kivüle első alkalommal JAKAB IMRE, második esetben pedig OSZLACZKY SZILÁRD végezte. E mérések eredményeinek részletezésébe most e helyen természetesen nem bocsátkozhatom, csupán a III. táblázatban a végzett munkára vonatkozólag néhány összefoglaló adatot közlök. Teljesség kedvéért azonban az egybeállításba az Eötvös életében Tiroiban végzett méréseket is felvettük.

**III. Táblázat.**

**Forziós inga mérések külföldön.**

Év	V i d é k	Használt eszközök jele	Észlelési állomások száma	Fel-mért terület	Fel-mért vonal	Állomások távolsága
Tiroiban.						
1910	Cimabanche	Kr	40	Km <sup>2</sup> —	Km —	Km 0-01
Indiában.						
1923/24	Khairpur állam	I, Kr	112	Angol Mfd <sup>2</sup> 180	Angol Mfd —	Angol Mfd 1-5
1925/26	Upper Assam : Digboi, Tinsukia	I, Kr	135	267	60	1-5
1927/28	Upper Assam: Nazira, Jorhat	30816-17	110	238	78	2
	összesen		357	685	138	—
Franciaországban.						
1927	Département Puy-de-Dôme : Limagne	Kr, 26175	65	Km <sup>2</sup> 90	Km —	Km 1-2
1928	Département Puy-de-Dôme : Limagne	Kr, 33151	79	108	—	0-5-2
	összesen		144	198	—	—

Jóllehet mindezen külföldi mérések petróleumkutatás céljából történtek, azokat mindenkor, a hazaiakhoz hasonlóan, a legmesszebbmenő tudományos pontossággal végeztük. Ily módon tehát a gravitációs erőteret oly területeken ismerhettük meg teljes részletességgel, ahol az különben nem lett volna módunkban. Egyúttal ezen az ittenitől lényegesen eltérő viszonyok között végzett munkálatokból sok tanulságos és hasznos tapasztalatot meríthettünk. Igaz köszönettel tartozom a *Pénzügyminiszter* úr Ő excellenciájának, hogy e kutatások végzését és ahhoz az Eötvös Intézet műszereinek és felszerelésének használatát engedélyezni

kegyeskedett. Külön hálás köszönettel kell megemlékezni továbbá osztályfőnökömről, BÖHM FERENC miniszteri tanácsos úrról, aki átérzve e külföldi mérések nagy magyar kulturális jelentőségét, azokat mindenkor a legmesszebbmenőleg pártolta.

Amint az Eörvös életében is szokásos volt, a gravitációs mérésekkel párhuzamosan *földmágneses méréseket* is végeztünk, továbbá egyes érdekesnek mutatkozó területeket e szempontból külön részletesen kidolgoztunk. Újabban e munkálatoknál is a gyakorlati cél ugyancsak előtérbe került és így a *Magyar kir.*

#### IV. Táblázat.

##### Földmágneses mérések.

Év	V i d é k	Abszolút állomások száma			Relatív állomások száma	
		H	D	I	H	D
<b>1. Mérések Magyarországon.</b>						
1901—1918	Régi Nagymagyarország	1556	1551	1536	3483	1233
1919—1928	Csonka Magyarország	387	425	433	1013	—
1901—1928	összesen	1943	1976	1969	4496	1233
<b>2. Mérések külföldön.</b>						
Indiában.						
1923. 24	Khairpur állam	6	10	9	112	—
1925. 26	Upper Assam: Digboi, Tinsukia	6	6	6	130	—
	összesen	12	16	15	242	—
Franciaországban.						
1927	Département Puy-de-Dôme: Limagne	4	4	—	65	—
1928	Département Puy-de-Dôme: Limagne	5	5	—	79	—
	összesen	9	9	—	144	—

*Állami Vas-, Acél- és Gépgyárak Központi Igazgatóságának* felkérésére 1922-, 1924- és 1925-ben külön vasércutatósi céllal Borsod és Abauj megyében végeztünk relatív mágneses méréseket. E kutatásokat nem részletezem és csupán az összefoglaló adatokat tüntetem fel a IV. táblázat első részében, még pedig úgy az újabb, mint a régebbi mérésekre vonatkozólag. A közölt adatokból láthatjuk, hogy az utóbbi időben aránylag kevesebb mágneses mérést végeztünk. A megcsontított Magyarország területén, az Alföldön ugyanis általában nincsenek olyan érdekesebb és részletes kidolgozást igénylő mágneses zavarok, mint amilyeneket Eötvös életében a hegyek között a Fruska Gorában, avagy Erdélyben teljes részletességgel felmértünk. Relatív deklinációs mérést pedig egyáltalán nem végezhattünk, mert az 1918 évi októberi forradalom alkalmával e műszereinket a csócselék a ceglédi vasúti állomáson veszteglő kocsijainkból elrabolta s azóta az új eszközök beszerzésére szükséges összeget nem sikerült előteremtennem.

Mágneses méréseinkkel a kérdéses területeket mindenkor oly sűrűn behálóztuk, hogy ott a mágneses zavar összes részletei előtűnjenek. Így szükséghez képest előfordult, hogy egymástól csak néhány méter távol fekvő pontokon végeztük megfigyeléseinket. Éppen ezért *ily területeken részletes mágneses felvételeket a külföldön nem igen találunk*. Ez értékes tudományos anyag kiadása a legtömörebb módon nagy negyedrétegekben öt vaskos kötetet fog igénybe venni. Annnyival is inkább, mielőbb közölnünk kell ezen a külföld részéről ismételt keresett adatokat, mert az utóbbi 35 év alatt hazánkban ezenkívül semmiféle más földmágneses mérés a szabadban nem történt.

Külföldön végzett torziós ingaméréseinkkel kapcsolatban ugyancsak több mágneses megfigyelést végeztünk, habár ez nem tartozott a megbízatásunkban vállalt feladatok közé. Az erre vonatkozó statisztikai adatokat a IV. táblázat második részében tüntetem fel.

Gravitációs és földmágneses méréseinken kívül különböző laboratóriumi kísérletek folytak, elsősorban *a torziós ingák tökéletesítése* céljából, hogy ily módon olyan eszközöket konstruálhassunk, amelyek a szabadban folyó munkálatok összes

követelményeinek a legmesszebbmenőleg megfelelnek. Mielőtt az e téren fokozatosan elért eredményeket ismertetném, engedje meg a tekintetes Akadémia, hogy a torziós ingaszerkesztés legfontosabb és legnehezebb problémájával kissé részletesebben foglalkozzam.

Még Eötvös életében azt a meglepő tapasztalatot tettük, hogy a mechanikustól egyforma gonddal és pontossággal készített és a laboratóriumban egyformán jónak mutatkozó torziós ingák a szabadban nagyon eltérőleg viselkedtek és a külső zavaró hatásokkal szemben igen különböző mértékben érzékenyek. Megtörtént, hogy az észlelések megisméltésekor némelyik ingánál a leolvasások oly nagy eltéréseket mutattak, hogy az eszköz teljesen megbízhatatlannak és szinte használhatatlannak bizonyult. Csakhamar megállapítottuk, hogy az *eszköznek* ilyfajta *járása* főleg a gyors hőmérsékletváltozással kapcsolatos és különösen a hőmérséklet fordulásokor tetemes, amikor például a fokozatos lehülés fokozatos felmelegedésbe megy át.

Már Eötvös megállapította, hogy e járás a temperatura-változás sebességétől függ és azt igyekezett megoldani, hogy a zavaró hatást miként vehetnők számításba, illetve, hogy a hőmérsékleti adatok alapján magukat a rossz észlelési adatokat miként korrigálhatnók. Magam még az 1910-es évek elején hosszas kísérleteket végeztem, amelyekkel Eötvöstől eltérőleg a kérdésnek egy másik, hogy úgy mondjam, gyakorlatiasabb részét kívántam megoldani. Nevezetesen elsősorban azt igyekeztem kimutatni, hogy az eszközöknek mely szerkezeti különbségei okozák az eltéréseket. Továbbá természetesen az eszközökön oly módosításokra törekedtem, amelyek folytán azok a hőmérsékleti hatásokra érzéketlenek legyenek. Ez irányú eredményes vizsgálataimat maga Eötvös báró mutatta be Akadémiánkban, ahol azok *«Kísérleti tanulmányok az Eötvös-féle gravitációs csavarási mérleg zavarásairól»* címen 1915-ben meg is jelentek.<sup>1</sup> Tudtommal mindezideig ez az egyetlen ily tárgyú értekezés a világirodalomban.

Amint azt eredeti cikkemben közöltem, sikerült annak az

---

<sup>1</sup> *Matematikai és Természettudományi Értesítő*, 33. kötet, 407—455. oldal, Budapest, 1915.

*eltérésnek okát kimutatnom*, hogy eszközeink a hőmérséklet-hatásokkal szemben különböző fokban érzékenyek és ez alapon a kísérleteim kezdetén még igazi pium desideriumnak látszó célt elérnem, az eszközöket megjavítanom. Megállapítottam ugyanis, hogy a kérdéses járásokat a lengőszerkezetre gyakorolt hatások és pedig nagy szabályossággal lejátszódó lassú légáramlások okozták, amelyek ott leghatásosabbak, ahol a lelógó cső a középső szekrénybe torkollik. Kimutattam továbbá, hogy a légáramlás egyik fő okozója az, hogy a lelógó cső gyorsabban változtatja belső hőmérsékletét, mint az eszköz többi része. Bevezettem a járási állandó fogalmát. Megadtam a járási görbék kísérleti meghatározásának módját. Reámutattam arra, hogy ez az a nélkülözhetetlen eljárás, amellyel eszközeinket a laboratóriumban egyénileg megvizsgálhatjuk és megállapíthatjuk, hogy azok a szabadban gyors hőmérsékletváltozás esetén mily fokban nyújtanak biztos adatokat, s így elkerülhetjük azon gyakran előfordult meglepetést, hogy a laboratóriumban kitűnőnek ígérkező eszköz a szabadban nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

Amint az más felfedezéseknél is többször előfordult, az eszköz megjavításánál a véletlen is segítségemre volt. Eszközeinkben ugyanis már régóta éppen a lelógó cső torkolatánál bizonyos fémmelvezet, úgynevezett ütközőket alkalmaztunk. Ezekkel azt értük el, hogy az inga lengése közben a lelógó súly felüggesztő drótja e fémmelvezetbe ütközött és így megakadályozta, hogy a lógó súly a cső falához odasimulva, odatapadjon. Szóval az ütközőket a tapadás jelenségének megakadályozására alkalmaztuk, amely méréseinkben igen sok kellemetlenséget okozott. Azt azonban, hogy az ütköző felületeinek, illetve e felületek alakjának lényeges befolyása van az eszköz járására, vagyis jósára, se Eötvös, se senki más nem is sejtette.

Kísérleteim folyamán kivettem az eszközökből az ütközőket és meglepetéssel tapasztaltam, hogy a járás lényegesen megváltozott, az egyik eszköz megjavult, a másik rosszabb lett. Mellőzve rendszeres kísérleteim további részleteit, végeredményben megfelelő alakú ütközőket helyezve az eszközbe, azt megjavíthattam, előnytelen felületekkel pedig elronthattam. Ily módon sikerült az eszköz megjavításának kérdését megoldanom, amellyel évek

hosszú során át hiába próbálkoztunk. Bármily egyszerűnek és természetesnek is látszik ez utólag, csakis e hosszadalmas kísérleteimmal sikerült kimutatnom, hogy *a gyors hőmérsékletváltozáskor eszközeinkben káros légáramlások jönnek létre, hogy ezeket az eszköz belsejében elhelyezett kellő alakú felületekkel előnyösen irányíthatjuk s ezzel az eszközt megjavíthatjuk.*

Egyúttal már ekkor kiemeltém, hogy Eörvös eszközei mindinkább kilépnek a gyakorlati életbe és éppen ezért igen fontosnak ítéltém, hogy oly eljárást sikerült megállapítanom, amellyel az észlelést zavaró hatásokat lényegesen csökkenthetjük. A jövő ezt fényesen igazolta. Szerte a nagy világban használt és előnyösen ismert eszközeink kiválóságát ugyanis csak ez úton biztosíthattuk.

Az 1915 évi értekezésemben csak azon kísérleteimről számoltam be, amelyeket a különböző alakú ütköző felületekkel értem el. Jeleztem azonban, hogy a folytatólagos kísérletek folyamatban vannak s hogy ez úton tovább haladva, még jobb eredményeket várhatunk. Elsősorban a lelógó cső torkolatába helyezett különböző alakú nyílások, illetve felületek hatását vizsgáltuk meg, később pedig a középső szekrénybe a torziós rúd mellé helyezett különböző alakú felületekkel kísérleteztünk, amelyekkel az eszköz járását ugyancsak lényegesen befolyásolhattuk. Előadásomban elsősorban bemutattam azokat az egyszerű, a lelógó cső torkolatában elhelyezett felületeket, amelyek egyúttal ütközőül is szolgáltak és amelyeket az addig forgalomba hozott eszközeinkben használtunk. Ezután a csőtorkolatnál alkalmazott különböző másfajta felületeket, végül pedig néhányat azok közül mutattam be, amelyeket az eszköz legbelső szekrényében a torziós rúd mellé helyeztünk el s amelyekkel a végzett kísérletek tanúsága szerint eszközeinket ugyancsak megjavíthattuk.<sup>1</sup>

Szem előtt tartva az elmondottakat, eszközeink szerkeszté-

---

<sup>1</sup> E felületekre vonatkozólag 1929 tavaszán egy külön szabádmalmat jelentettem be, megvédvén ily módon azt az eljárást, hogy a torziós eszközök járását a legbelső szekrényben elhelyezett megfelelő alakú felületekkel lényegesen csökkenthetjük s ily módon eszközeinket megjavíthatjuk. Az utóbbi időben forgalomba hozott ingáinkban már a torziós rúd mellé helyezett ilyfajta *«szabályozó felületeket»* is alkalmaztunk.

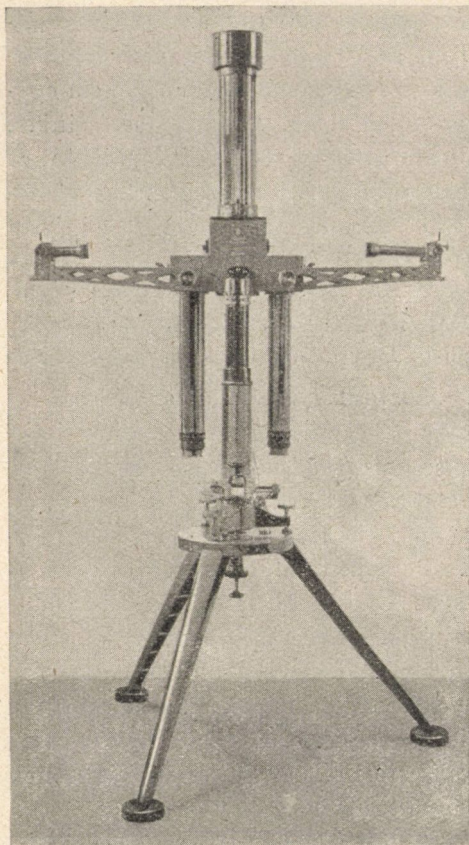


sében főleg arra helyeztünk súlyt, hogy a lengő torziós inga háza úgy legyen kiképezve, hogy abban káros légáramlások a lehetőségig ne jöjjenek létre. Éppen ezért a lényegesebb változtatások hatását mindenkor külön kísérletekkel megvizsgáltuk. Ebből a célból mindenekelőtt egyszerűsítettük azt a fent említett kísérleti eljárást, amellyel eszközeink járási görbéit meghatározzuk. Minthogy pedig a szabadban állandóan és nem egyszer a legkedvezőtlenebb viszonyok között végeztük méréseinket, módunkban volt az egyes változtatások célszerűségét kipróbálni és az eszköz szerkesztésénél tekintetbe venni mindazon követelményeket, amelyeket a gyakorlati mérések támasztanak. Lépésről lépésre haladva tökéletesítettük eszközeinket. Nem foglalkozhatom itt a szerkezeti javítások nagy sokaságával, amelyet újabb modeljeinkben bevezettünk. Csupán néhány főbb részletet említek.

Eleintén a szabadban jól bevált *nagyobb méretű Eötvös-féle eszköz tökéletesítésével* foglalkoztunk, amelyben a torziós rúd hossza 40 cm. Mindent kísérletekkel kipróbálva, a platinasúlyok helyett aranyat alkalmaztunk; az eszköz házát sárgaréz helyett túlnyomóan aluminiumból gyártattuk, ami annak súlyát és így szállítását lényegesen megkönnyítette; az eredetileg fémes felületű eszközt kívül, sőt egyes helyeken belül is erős lakk-réteggel vontuk be, az arretáló szerkezetet tökéletesítettük stb. Mi sem bizonyítja jobban e javítások célszerűségét, mint az, hogy azok jó részét az idegen gyártmányokban csakhamar átvették.

A méréseket nem egyszer rossz, úttalan területeken kell végeznünk, éppen ezért rövidesen a könnyen szállítható *kisebb méretű eszközök szerkesztésére* tértünk át. E célra Eötvösnek 1908 évi azon modeljéből indultunk ki, amelyben a torziós rúd hossza 20 cm. Ez az eszköz eredeti állapotában még meglehetősen tökéletlen volt, úgyhogy például Indiában csak megfelelő pótburkolatok alkalmazásával nyerhettünk vele megbízható leolvadásokat. Éppen ezért ezt az eszközt teljesen át kellett konstruálnunk. Az *új kis eszköz*, amelynek 1927 évi modeljét a mellékelt 1. ábrán láthatjuk, kitűnően bevált és a szabadban való mérések legmesszebbmenő követelményeit kielégíti. Mindenestől két kis ládába csomagolva, könnyen szállítható, szükség esetén a kulik hátukon vihetik. Felállítása és kezelése végtelenül egyszerű. Szer-

kezete egyáltalán nem kényes, a rázkódást jól bírja, hosszú vasúti szállítás után is minden újabb szabályozás nélkül, közvetlenül észlelhetünk vele stb. Az eszköz ismertetésében vagy



1. ábra. Új kis «Original Eötvös» eszköz  
1927-ből.

húsz különböző szerkezeti előnyre mutathattam rá a külföldi gyártmányokkal szemben. Legfontosabb, hogy az eszköz gyors hőmérsékletváltozások esetén is jó és megbízható leolvadásokat nyújt. Ezt úgy a saját méréseinkben szerzett tapasztalatok, valamint a külföldiek elismerő értesítései is igazolják. A külföldön ugyanis ingáinkkal kizárólag nappal mérnek, amikor például a londoni Oertling cég eszköze az angolok saját véleménye szerint teljesen használhatatlannak bizonyult.<sup>1</sup>

Természetesen ezt a kis típusú eszközt is folytonosan tökéletesítettük és egy-egy új sorozat gyártásakor mindig újabb javításokat vezettünk be. Magukat az eszközöket a budapesti Süss Nándor

*Preciziós Mechanikai és Optikai Intézet R. T. gyártja, azonban a belső lengő szerkezetet, a tulajdonképpeni torziós ingát,*

<sup>1</sup> W. F. P. McLINTOCK and J. PHEMISTER: *A gravitational Survey over the Swynnerton Dyke, Yarnfield, Staffordshire*. Summary of Progress of the Geological Survey for 1927. Part II, pages 1—14. London.

mi állítjuk egybe. E célra a torziós drótokat mi magunk készítjük. A különböző anyagú drótokkal már Eötvös életében nagyon sokat kísérleteztünk; halála után tovább folytattuk e vizsgálatainkat és különösen a preparálási eljárást tökéletesítettük, hogy minden tekintetben kifogástalan drótokat állíthassunk elő. Legújabb eszközeinkben 0.02 mm keresztmetszetű és 30 cm hosszú torziós drótokat használunk, amellyel a mérésekben szükséges érzékenységet bőven elérjük. A kellően egybeállított eszközt mindenkor egyénileg megvizsgáljuk és az előzőekben tárgyalt felületek kellő alkalmazásával megjavítjuk, vagyis a külső zavaró hatásokkal szemben érzéketlenné tesszük. Végül a műszer állandóit és formuláit meghatározzuk, hogy az a mérésekre közvetlenül használható legyen. Eszközeink már kiállották a gyakorlati élet tűzpróbáját, amint azt a szerte a nagyvilágon, Japán és Indiától Amerikáig, Európától Afrikáig használatban lévő nagyszámú «*Original Eötvös Made in Hungary*» bizonyítja.

Eötvös 1908-ban egy még kisebb típusú ingát is szerkesztett, amelyben a torziós ingarúd hossza csak 10 cm volt. Mint-hogy úgy elméletileg, mint tapasztalatilag igazolt tény, hogy a méretek csökkentésével a gyors hőmérsékletváltozás és az egyéb külső zavaró hatások befolyása aránytalanul megnagyobbodik, eszközét egészében még két rézhengerbe zárta és vízáramoltatásra való spirális csővel vette körül. Dacára e túlzott védelemnek, az eszköz teljesen hasznavehetetlennek bizonyult. Minthogy úgy ezen, valamint Eötvös többi torziós ingáinak rendbehozása éppen az én feladatomat képezte, élenken emlékszem arra a sok hiábavaló vesződésre, amellyel az eszköz aránytalanul nagy járását csökkenteni igyekeztünk. Akkor még az eszköz belsejében elhelyezett felületek javító hatása nem volt ismeretes. Különben is Eötvös ezt nem tartotta az igazi megoldásnak és ezért később sem kíséreltük meg e kis műszert ez úton megjavítani. Eötvös tulajdonképpen olyan kis eszközt akart szerkeszteni, amely már eredetileg jó, amelyben tehát káros légáramlások alig jönnek létre, nem pedig egy olyan rossz eszközt, amelynek óriási járását utólagosan, a betett felületek hajlítgatásával, tologatásával, avagy forgatásával kiküszöböljük. E felfogás helyes. Azonban az eszközök egész során tett tapasztalataim alapján az a meggyőződés, hogy

a kérdés Eörvös óhaja szerint egyáltalán nem oldható meg és így kénytelenek vagyunk e szükségmegoldáshoz folyamodni. Már a forgalomban lévő kis eszközünknel elég nagy az a járás, amit utólagosan kell kiküszöbölnünk. Éppen ezért nem tartottam észszerűnek egy még kisebb és természetesen rosszabb eszköz szerkesztését, ahol aránytalanul nagyobb az a tényleges hiba, amelyet utólag kell megjavítanunk. Annyival is inkább feleslegesnek tartottam ezt, mert immár harminc év óta állandóan és a legkülönbözőbb viszonyok közt végzett torziós ingaméréseim alapján nyugodtan állíthatom, hogy az eszköz méreteinek további csökkentése a mérések szempontjából semmi előnyt nem jelent.

A német eszközökben még most is 40 cm a torziós rúd hossza, mégis a legrosszabb terepviszonyok között is nagy mértékben használják. A mi kis eszközünk már félakkora és egész könnyen szállítható. Mérete és súlya eltörpül a sok minden egyéb mérési felszerelés mellett. Hiszen maga az észlelő sátor, amelyben a műszert eső és szél ellen védve felállítjuk, nagyobb ballaszt, mint az eszköz maga. Ehhez járul a sok minden személyi holmi, ami éppen úttalan és kultiválatlan területeken igen tekintélyes. Így Upper Assam őserdőiben expedicióm 110 benschülöttből állott, 28 sátorban táboroztunk, továbbá 12 elefántunk és 12 szarvasmarháánk volt. Éppen ezért nincs semmi értelme, hogy 10—20 cm-rel csökkentjük a legfontosabb műszer, a torziós inga méreteit és ezzel veszélyeztessük megbízhatóságát. Mindezeket megfontolva, arra az elhatározásra jutottam, hogy a forgalomban lévő kis eszközünkön kívül, egy még kisebbet nem konstruáltam.

A németek és angolok lényegében a mi torziós ingáink alapján konstruálták meg eszközeiket, általában véve azonban azt a külső szerkezeti változtatást vezették be, hogy a vizuális, távcsöves észlelés helyett az automatikus forgatást és regisztrálást alkalmazták. Eörvös, mint azt cikkeiben is kifejezte, nem volt a regisztrálás híve, ha mindjárt e módszernek kétségtelen előnye a kényelmes megfigyelés és a bizonyos fokú dokumentumszerűség. Ezzel szemben ugyanis elveszítjük a vizuális módszer óriási előnyét, hogy a megfigyelés numerikus adatai közvetlenül rendelkezésünkre állanak, az eredményeket azonnal kiszámíthatjuk s

ezek alapján módunkban van az észlelési hálózatot tervszerűen kidolgozni. Az eszközben esetleg fellépő zavarokat még észlelés közben észrevevesszük és korrigálhatjuk, megmentvén ily módon a regisztrálás esetén használhatatlan észlelési sorozatokat, mert hiszen ez esetben a bajt csak utólag, a lemez előhívásakor vesszük észre. Rossz terepviszonyok között pedig az ilyen hibás állomások megismétlése sokszor óriási nehézségekkel és idővesztéssel jár. A lemezek előhívása és kezelése a szabadban, különösen kedvezőtlen klímájú helyeken körülményes és a numerikus adatokat csakis utólagos kimérés útján kapjuk meg. Az a nem egyszer szokásos eljárás pedig, hogy e munkálatokat utólag egy központi laboratóriumban végzik el, teljesen helytelen, mert a már elvégzett észlelések eredményeinek ismerete nélkül racionálisan nem dolgozhatunk. Végül az automatikus berendezés új hibák forrása lehet, e miatt újabb, az eszköz jóságát veszélyeztető zavaró hatások léphetnek fel. Rossz meteorológiai viszonyok között pedig az elektromos kontaktusok kihagynak, az automatikus szerkezet megbízhatatlanul működik, könnyen elromlik. Amerikai értesülések szerint a regisztráló eszközök karbantartására külön mechanikust kell tartani, az automatikus szerkezetet többször szét kell szedni és megtisztítani. Mindezeket megfontolva, mi magunk megmaradtunk az eredeti Eötvös-féle berendezés, a vizuális észlelés mellett. Úgy ezen, valamint eszközeink szerkesztésének egyéb kérdéseivel, a *Zeitschrift für Instrumentenkunde*ben megjelent cikkeimben<sup>1</sup> részletesen foglalkoztam.

Az Eötvös Intézet tradíciójához híven fentartotta összekötéseit a külföld megfelelő szakembereivel, akik közül az utóbbi tíz év alatt is többen keresték fel intézetünket, hogy itt az Eötvös-féle módszert és a torziós inga használatát elsajátítsák. Külföldi tanítványaink szerte a nagy világban dolgoznak esz-

---

<sup>1</sup> *Die bei Feldmessungen angewendete Drehwage des Baron Roland v. Eötvös*, *Zeitschrift für Instrumentenkunde* Bd. 42, S. 173—178, Berlin 1922; *Die Anwendbarkeit der Eötvösschen Drehwage im Felde*, *Zeitschrift für Instrumentenkunde* Bd. 43, S. 187—195, Berlin, 1923; *Die Entwicklung, Empfindlichkeit und Verlässlichkeit der Eötvösschen Original-Drehwagen*, *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, Bd. 45, S. 486—493, Berlin, 1925.

közeinkkel és pedig elsősorban petróleum után kutatnak velünk. Különösen nagymértékben folynak e munkálatok Amerikában, Texas kiterjedt síkságain, Mexicóban és legújabban Venezuelában. Volt tanítványunk, a Houstonban működő geofizikus DONALD C. BARTON «*Applied Geophysical Methods in America*» című cikke<sup>1</sup> alapján közölhetem, hogy Texas és Louisianában, ahol az olaj sódómokkal kapcsolatban fordul elő, az utóbbi pár év alatt a geofizikai módszerekkel sokkal több ilyen dómot mutatott ki, mint előzőleg geológiai alapon évtizedeken keresztül. E kutatásokban nagymértékben használják a mi torziós ingáinkat, amelyeken kívül csak a német Askania Werke eszközei vannak elterjedve; a másfajta német, angol és amerikai gyártmányok egyáltalán nincsenek használatban. A torziós ingán kívül főleg még a szeizmikus kutató eljárással dolgoznak.

A külföld nagy érdeklődését mutatja, hogy *Londonban a South Kensingtoni Science Museum*ban 1920 óta egy eredeti Eötvös inga ki van állítva. Legújabban pedig kérésükre egy sorozat fényképet küldöttem, amelyek a torziós inga fokozatos fejlődését, valamint Eötvös gravitációs kutatásaiban használt egyéb műszereket tüntetik elő. E képek egy részét egy német cikkemben<sup>2</sup> is közöltem. A *müncheni Deutsches Museum* ugyancsak ki szeretné állítani Eötvös eszközeit, azonban az erre szükséges összeget mindeztideig nem sikerült előteremtenem. Talán éppen Akadémiánk kegyes támogatásával sikerülni fog a kérdést megoldani.

Beszámolva tízéves munkásságunkról, hálás elismeréssel kell megemlékeznem ügybuzgó munkatársaimról. FEKETE JENŐ főgeofizikusom értékes közreműködését, sajnos csak rövid ideig élvezhettem, mert 1923-ban Mexicóba távozott és jelenleg Texasban működik. Kivüle különösen SZECSDY MIKLÓS geofizikusom és RENNER JÁNOS gimnáziumi tanár voltak fő segítőtársaim, akik kiváló szaktudásukkal és fáradtságot nem ismerő buzgalmuikkal lehetővé tették nehéz feladataink elvégzését. Mellettük JAKAB

<sup>1</sup> Economic Geology. Volum 22, pages 649--668. New York, 1927.

<sup>2</sup> Die Entwicklung der Eötvösschen Originaldrehwagen. Die Naturwissenschaften. Band 16, Seite 1079—1088. Berlin, 1928.



IMRE és OSZLACZKY SZILÁRD hosszabb időn át nagy odaadással segédkeztek méréseinkben, SZILÁGYI BÉLA, HORVÁTH KÁROLY, BERTHA ISTVÁN és JANKÓ GYULA pedig az intézeti munkálatokban. Kívülök aránylag rövidebb ideig és ideiglenesen KAHLÉ FRIGYES, POSCH ADOLF, GERINCZY PÁL, MÁJAY PÉTER, VIRÁGVÖLGYI BÉLA és BAKOS TIBOR kiváló buzgalommal végezték a mérési munkálatokat. Fogadják mindannyian hálás és őszinte köszönetemet.

Végül őszintén meg kell vallanom, hogy sok minden tervemet nem valósíthattam meg, több fontos és sürgős kívánalomnak nem tehettem eleget. Ez azonban a mostoha körülményeken múlt. Hiszen az előzőkben ismertetett munkálatokat is csak a legnagyobb erőfeszítéssel végezhattük el. A háború után az intézet amúgy is kevés, az igazgatón kívül csupán három tagból álló személyzetét csakhamar egyetlenegyre apasztották. Külföldi méréseinket csak úgy végezhattük el, hogy más intézmények, méltányolva e működésünk nagy kulturális jelentőségét, alkalmazottainkat lekötélező szíveséggel ideiglenesen rendelkezésemre bocsátották. A mérések költségein kívül más tudományos vizsgálatokra alig jut valami. Az intézet jelenleg szűkösen, mint vendég, a budapesti Pázmány Péter Tudomány Egyetem Kísérleti Fizikai Intézetének épületében van elhelyezve. Az itt rendelkezésre álló helyiségek a legszükségesebb munkálatok elvégzésére sem elegendők. Egyes műszereink és felszerelési tárgyaink ideiglenesen másutt vannak elraktározva. Éppen ezért igen nagy horderejű KLEBELSBERG KUNÓ gróf kultuszminiszter úr Ő Excellenciájának az a szándéka, hogy a *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* részére egy megfelelő új épületet emeltessen. Addig is azonban, amíg e nemes terv megvalósul, legalább a legégetőbb szükségletekről kellene gondoskodni, hogy az intézet nemcsak magyar, de internacionális vonatkozásban is nagyjelentőségű hivatásának kellően megfelelhessen.

# DIE WISSENSCHAFTLICHE TÄTIGKEIT DES BARON ROLAND EÖTVÖS GEOPHYSIKALISCHEN INSTITUTES WÄHREND DER LETZTEN ZEHN JAHRE.

Von DESIDER PEKÁR k. Mitglied der Akademie.

Die Entstehung des Institutes steht mit den weltberühmten wissenschaftlichen Forschungen im Zusammenhang, die Baron ROLAND EÖTVÖS bezüglich der Schwerkraft und der Gravitation ausgeführt hat. Nach seinem Tode im Jahre 1919 überliess das Kultusministerium das Eötvös Institut mit seiner vollen Ausrüstung dem Finanzministerium, wo es unter meiner Leitung in der Abteilung für Bergschürfungen tätig ist. Das Institut setzt einerseits die wissenschaftlichen Forschungen von Eötvös fort, anderseits führt es geophysikalische Feldmessungen für praktische und wissenschaftliche Zwecke aus.

In meinem Berichte bespreche ich zuerst die ausgeführten *Drehwagemessungen*. Die Ergebnisse der in Ungarn ausgeführten Messungen sind in grossen Zügen in den Karten I, II und III vom Masstabe 1/400 000 graphisch dargestellt. Diese enthalten nur die *Gradienten* und die *Isogammen*, dagegen sind die *Horizontalen Richtkräfte* der Übersichtlichkeit wegen nicht eingezeichnet. In einigen sehr ausführlich bearbeiteten Gebieten haben wir auch mehrere Stationen, sowie einige Teile zu dicht liegender Isogammen weggelassen. Die kleine Übersichtskarte auf Blatt I. gibt ein zusammenfassendes Bild über die auf den einzelnen Blättern dargestellten Gebiete. Diese Karten enthalten natürlich auch mehrere jener mit der Drehwage vermessenen Gebiete, welche in den durch Trianon entrissenen Teilen Ungarns liegen. Wir erforschten bis Ende 1928 das Schwerkraftsfeld auf einem Gebiete von 9730 Km<sup>2</sup> mit der grössten Ausführlichkeit



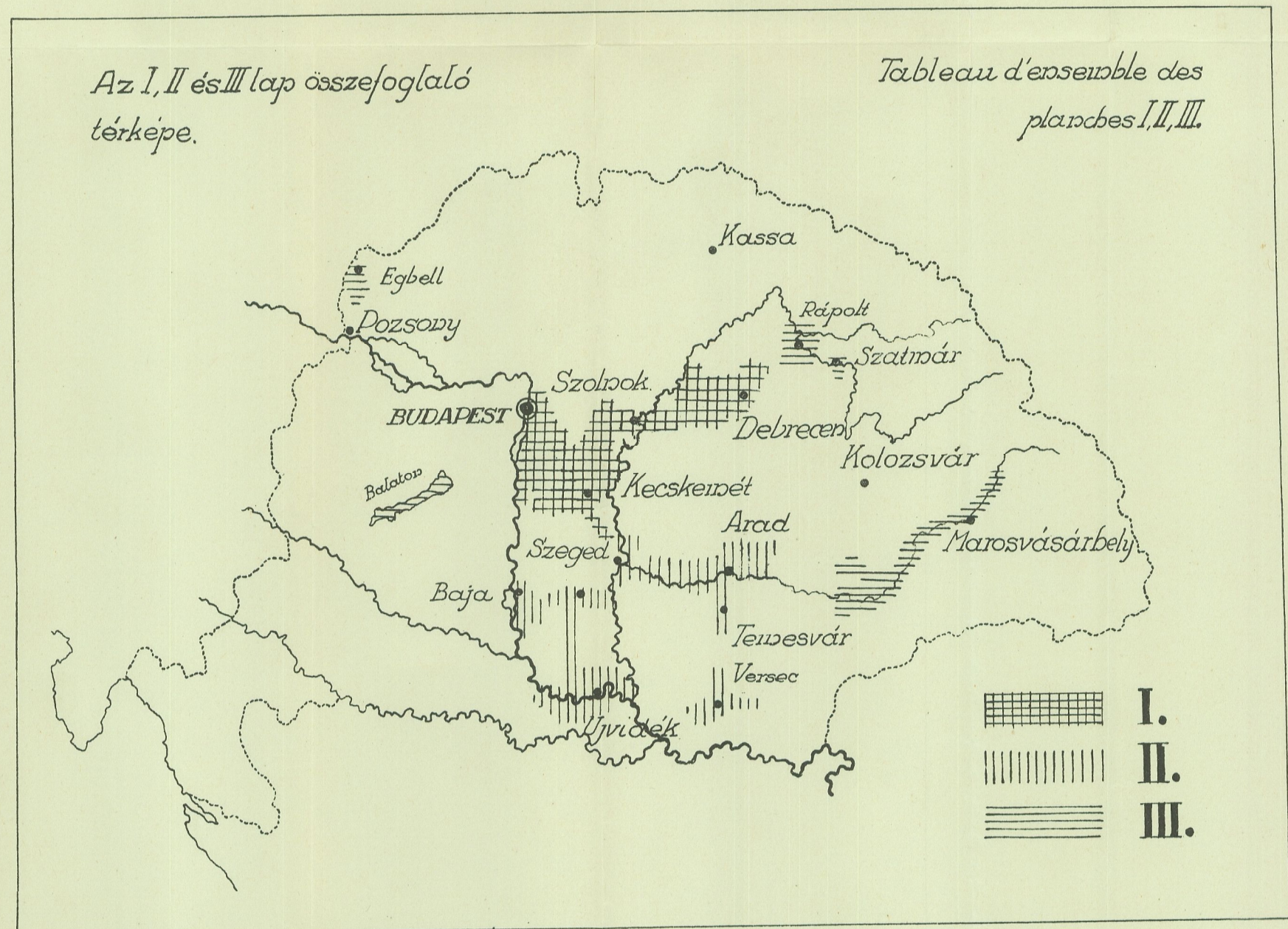
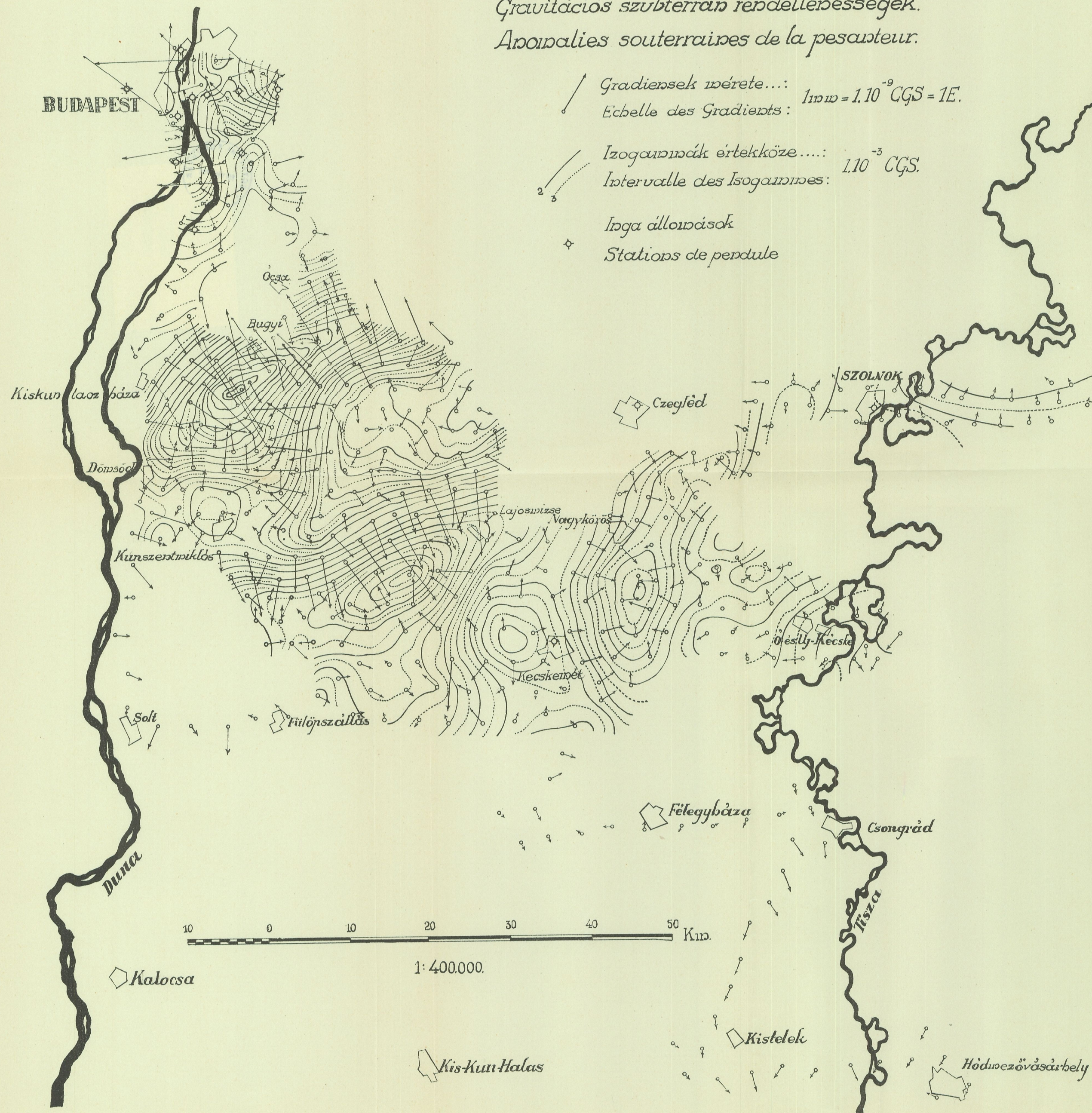
Az 1901-1928 évben a régi Magyarországon végzett torziós inga mérések eredményei.  
Résultats des mesures par la Balance de Torsion faites en Hongrie ancienne en 1901-1928.

Gravitációs szubterrán rendellenességek.  
Anomalies souterraines de la pesanteur.

Gradiensek mérete...:  $1mm = 1.10^{-9} CGS = 1E$ .  
Echelle des Gradients:

Izogammák értékköze...:  $1.10^{-3} CGS$ .  
Intervalle des Isogammes:

Inga állomások  
Stations de pendule



Baró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, igazgató Dr. Pekár Dezső.  
Institut Géophysique Baron Roland Eötvös, directeur Dr. Désiré Pekár.







Az 1901-1928 évben a régi Magyarországon végzett torziós inga mérések eredményei.  
 Résultats des mesures par la Balance de Torsion faites en Hongrie ancienne en 1901-1928.



Gravitációs szubterrán rendellenességek.  
 Anomalies souterraines de la pesanteur.

Gradiens mérése.....  
 Echelle des Gradients: 1 mm =  $1.10^{-3}$  CGS = 1 E.

Izogravimók értéköze.....  
 Intervalle des Isogravimés:  $1.10^{-3}$  CGS.

Ingá állomások  
 Stations de pendule.



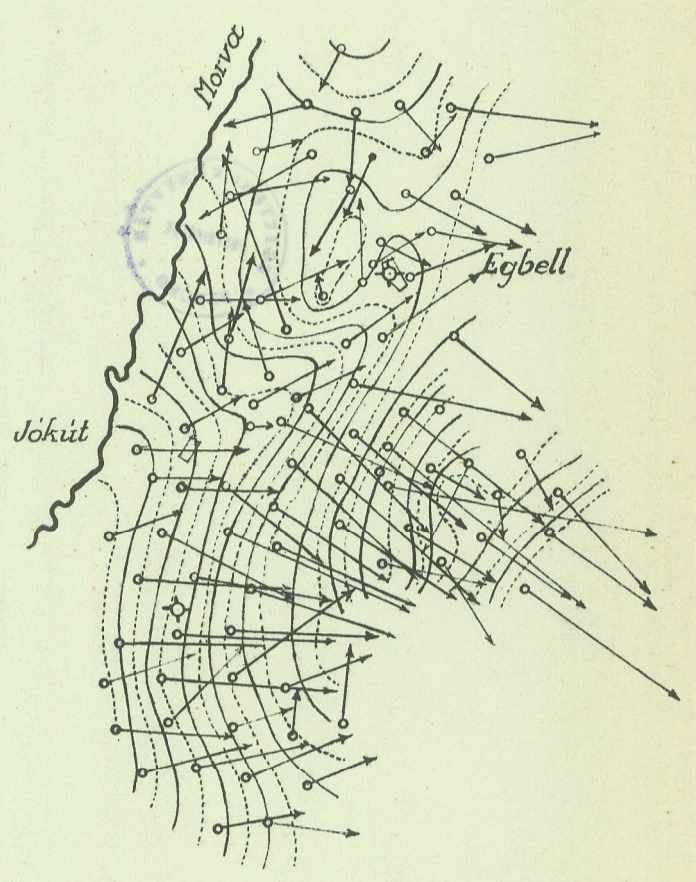




Az 1901-1928 években a régi Magyarországon végzett torziós inga mérések eredményei.  
Résultats des mesures par la Balance de Torsion faites en Hongrie ancienne en 1901-1928.

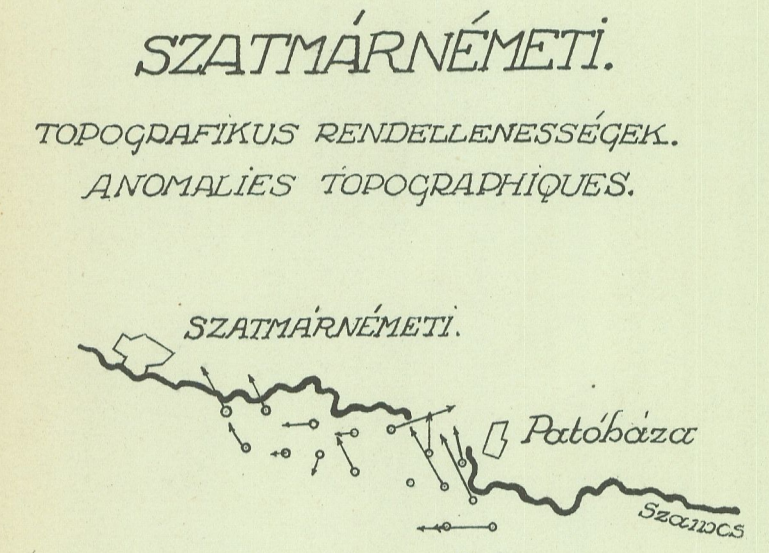
Gravitációs szubterrán rendellenességek.  
Anomalies souterraines de la pesanteur.

Gradiensek mérete...: 1mm = 1.10<sup>-9</sup> CGS = 1E.  
Echelle des Gradients:  
Izogammák értéköze.....: 1.10<sup>-3</sup> CGS.  
Intervalle des Isogammes:  
Inga állomások  
Stations de pendule.

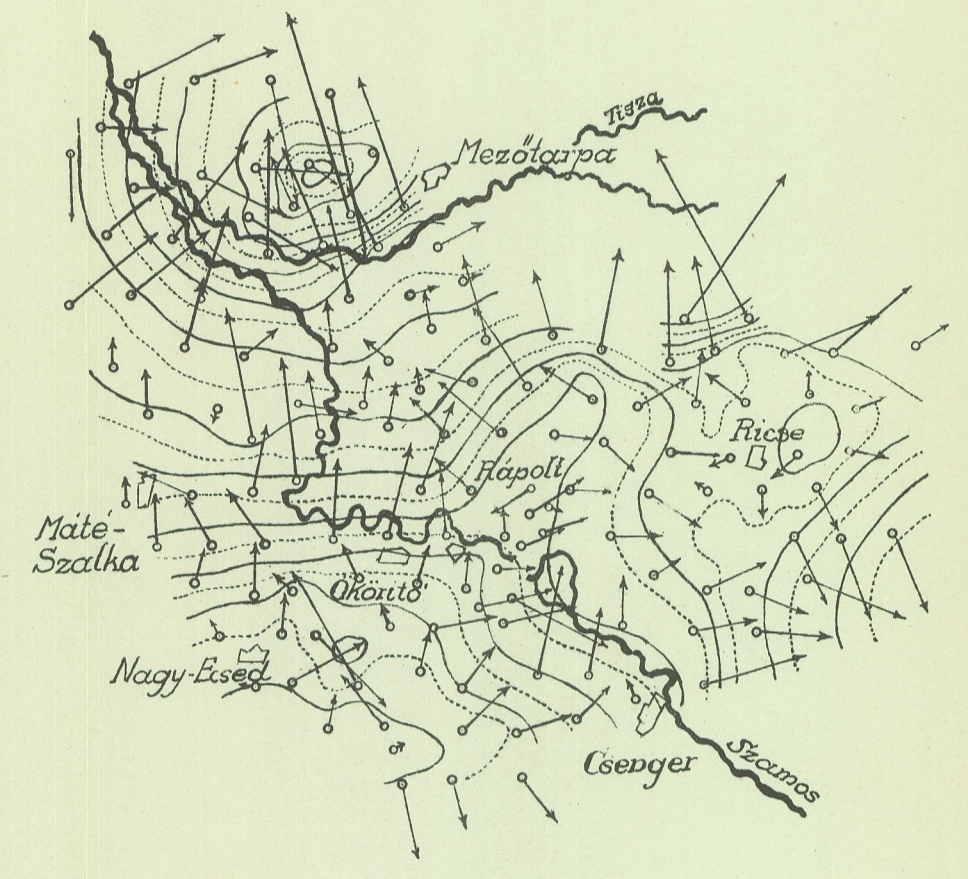


EGBELL.  
1:300.000.

SZUBTERRÁN RENDELLENESÉGEK.  
ANOMALIES SOUTERRAINES.

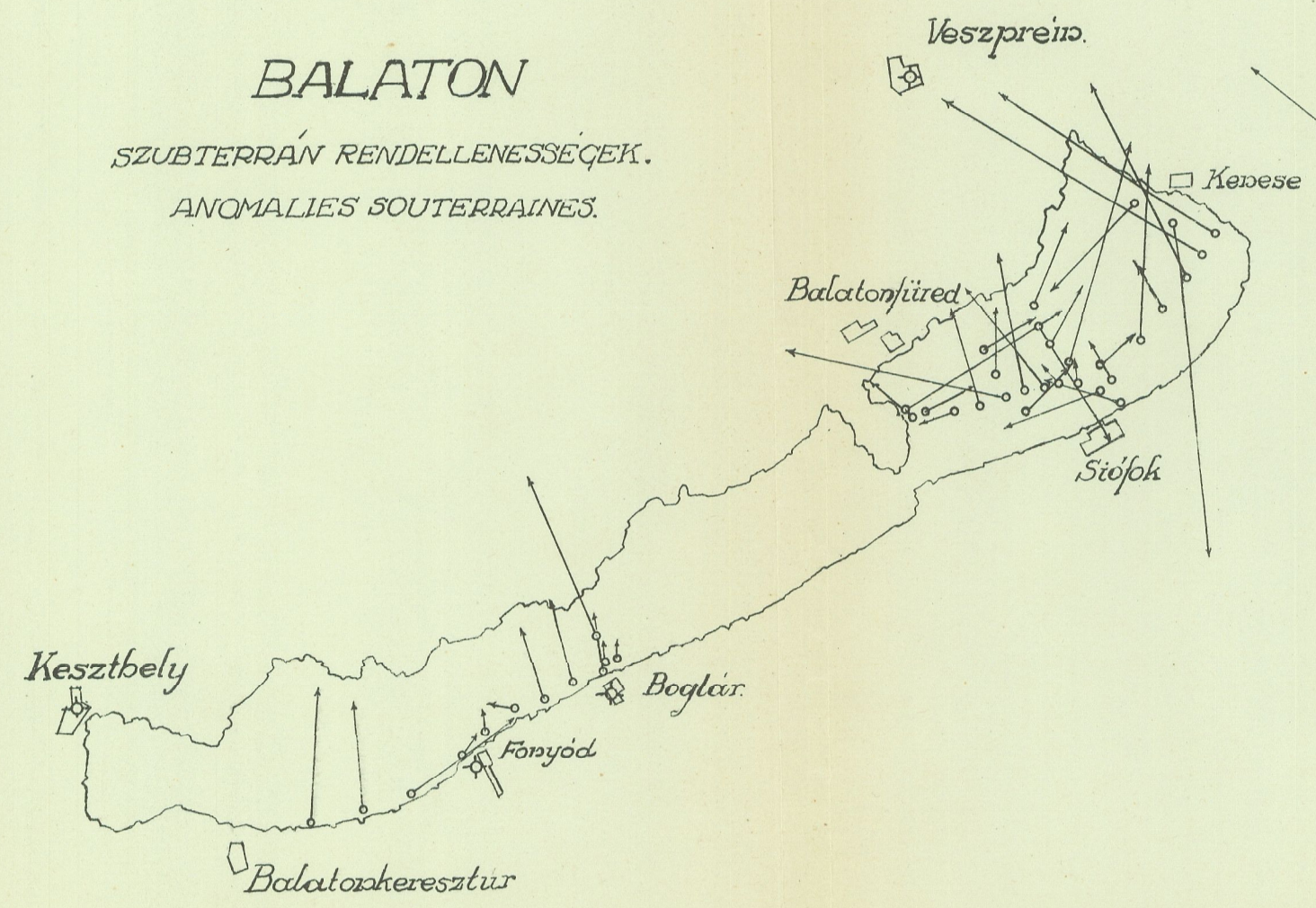


SZATMÁRNÉMETI.  
TOPOGRAFIKUS RENDELLENESÉGEK.  
ANOMALIES TOPOGRAPHIQUES.



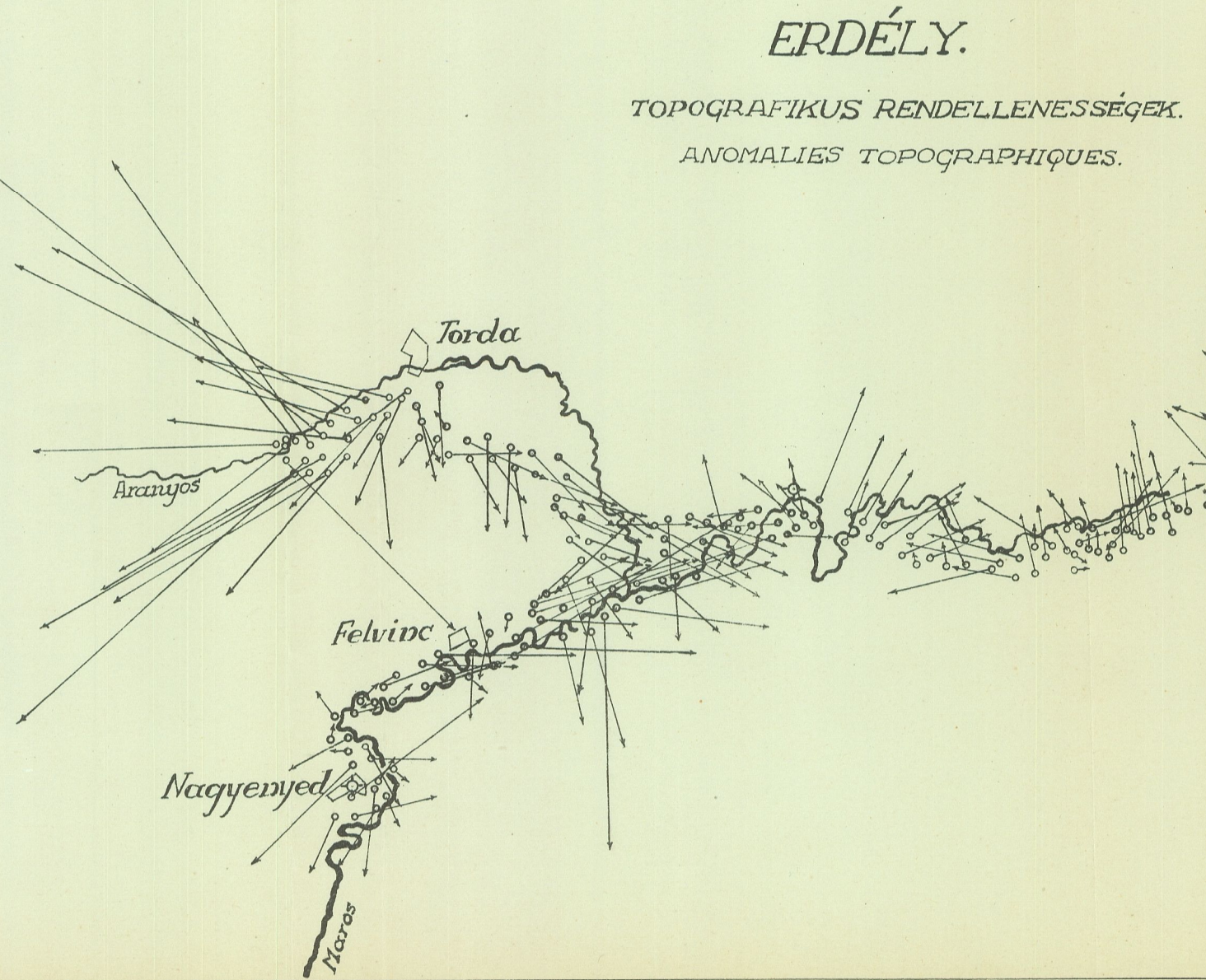
RÁPOLT.

SZUBTERRÁN RENDELLENESÉGEK.  
ANOMALIES SOUTERRAINES.



BALATON

SZUBTERRÁN RENDELLENESÉGEK.  
ANOMALIES SOUTERRAINES.



ERDÉLY.

TOPOGRAFIKUS RENDELLENESÉGEK.  
ANOMALIES TOPOGRAPHIQUES.



MAROSVÁSÁRHELY

10 0 10 20 30 40 50 Km.

1:400.000.

Baró Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet, igazgató Dr. Pekár Dezső.  
Institut Géophysique Barons Roland Eötvös, directeur Dr. Désiré Pekár.





und gewannen auf einzelnen Linien von 1214 Km Länge einen aufklärenden Einblick. Obwohl unsere Messungen in neuer Zeit hauptsächlich gewissen praktischen Zwecken dienten, haben wir sie immer mit der grössten wissenschaftlichen Genauigkeit ausgeführt. Eben deshalb konnten unsere Ergebnisse auch zu geodätischen Arbeiten verwendet werden; so wurden z. B. auf Grund unserer Resultate die «dynamischen Korrekturen» der Nivellierungsdaten berechnet. Zur Kontrolle und Ergänzung der Drehwagemessungen wurden auch die absoluten Werte und Richtungen der Schwerkraft durch *relative Pendelmessungen* und *Lotablenkungsbeobachtungen* ermittelt.

Ausserdem haben wir einige Messungen zu ganz besonderen Zwecken vorgenommen, so auf dem Kohlengebiete von Tokod zur Erforschung von Verwerfungen. Im Kohlenbergwerke von Dorog haben wir 250 m unter Tage Drehwagemessungen ausgeführt um die Höhlungen im umgebenden Triaskalkstein zu entdecken, durch welche der Wassereinsturz das Bergwerk fortwährend gefährdet hatte. Wenn man diese Höhlungen von der Erdoberfläche aus anbohrt und mit Zement ausfüllt, kann man die Überschwemmung der Bergwerke verhindern. Ferner hat auf Ansuchen des Auslandes das Eötvös Institut öfters und zwar zum Zwecke von Erdölschürfungen Drehwagemessungen vorgenommen. Wir arbeiteten im Auftrage der *Burmah Oil Company Ltd.* in Indien, und zwar während des Winters 1923/24 im Staate Khairpur, ferner während des Winters 1925/26 und 1927/28 in Upper Assam, und sammelten bei diesen Forschungen gleichzeitig viele und wertvolle wissenschaftliche Erfahrungen. Später haben wir auf Ansuchen des *Ministère des Travaux Publics der Französischen Republik* in der Ebene von Limagne (Département Puy-de-Dôme) im Sommer der Jahre 1927 und 1928 gemessen.

Parallel mit den Drehwagemessungen haben wir auch *erdmagnetische Beobachtungen* vorgenommen, ferner einige Gebiete in dieser Hinsicht ganz ausführlich bearbeitet. Auf diese Weise haben wir in Ungarn bis Ende 1928 an 11 620 Stationen erdmagnetische Beobachtungen ausgeführt. Auch die ausländischen Drehwagemessungen wurden mit solchen ergänzt.



Unsere Laboratoriumsuntersuchungen bezogen sich in erster Linie auf die *Vervollkommnung der Eötvösschen Drehwagen*. Es war uns besonders angelegen, dass unsere Instrumente den weitgehendsten Anforderungen der Feldmessungen entsprechen und unter den ungünstigsten Verhältnissen auch bei Tage und bei raschen Temperaturänderungen gute und ganz verlässliche Beobachtungsergebnisse liefern. Zuerst konstruierten wir Instrumente mit 40 cm Balkenlänge, die leichter und handhablicher waren als die ursprünglichen *grösseren Eötvösschen Drehwagen* von gleicher Balkenlänge. Alsdann wurde nach dem kleinen Eötvösschen Modell mit 20 cm Balkenlänge unser hier abgebildetes neues *kleines Instrument* verfertigt, welches sich in der Praxis vollkommen bewährte; dies beweist die grosse Anzahl dieser Apparate, welche als «*Original Eötvös Made in Hungary*» in der ganzen Welt, besonders in Amerika, Indien und Europa verwendet werden.

Das Eötvös Institut hat seinen Traditionen gemäss die Verbindungen mit den ausländischen Fachkreisen auch fernerhin aufrechterhalten. Eine bedeutende Zahl von ausländischen und ungarischen Fachleuten, die für Drehwagemessungen in unserem Institute ausgebildet wurden, arbeiten überall in der ganzen Welt mit unseren Apparaten und zwar hauptsächlich zum Zwecke der Erdölforschung. Diese Messungen werden in besonders grosser Masse in Amerika und zwar in Mexico, Texas, Louisiana und neuerdings in Venezuela ausgeführt, meistens mit überraschend gutem Erfolge.

Am Ende meines Berichtes gedenke ich noch mit wärmstem Danke meiner eifrigen Mitarbeiter vom Eötvös Institute und unter ihnen besonders der Herren NIKOLAUS SZECsÖDY und JOHANN RENNER, die mit ihren vorzüglichen Fachkenntnissen und unermüdlichem Eifer die Lösung unserer schwierigen Aufgaben ermöglichten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 18. März 1929.)



KIEGÉSZÍTŐ MEGJEGYZÉSEK  
A BÁRÓ EÖTVÖS LORÁND GEOFIZIKAI INTÉZET  
TÍZÉVES TUDOMÁNYOS MŰKÖDÉSÉRŐL  
TARTOTT ELŐADÁSOMHOZ.

PEKÁR DEZSŐ 1. tagtól.

Folyó év március hó 18-án a Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tízéves tudományos működéséről szóló előadásomban többek között a torziós ingák tökéletesítése körüli működésünket is tárgyaltam. Minthogy az ott röviden előadott egyes részletek bizonyos félreértésre adtak okot, a tényállásnak megfelelőleg a következőket van szerencsém az előadásomban foglaltakból külön felemlíteni.

Amint azt 1915-ben «Kísérleti tanulmányok az Eötvös-féle gravitációs csavarási mérleg zavarairól» című értekezésemben is közöltem, Eötvös a lelógó eső torkolatában a tapadás megakadályozása céljából ütközőket helyezett el. Hosszas kísérleteimmel sikerült kimutatnom, hogy e felületek alakja az eszköz járását lényegesen befolyásolja s így e felületeknek megfelelő alakot adva, eszközeinket megjavíthatjuk, vagyis azokat a külső zavaró hatásokkal szemben érzéketlenné tehetjük. E tapasztalatok alapján az eddig forgalomba hozott összes eszközeinket a csőtorkolatban elhelyezett megfelelő alakú felületekkel javítottuk meg.

Ezen kísérletileg igazolt tény alapján tovább haladva, később az eszköz belsejében más helyeken elhelyezett különböző felületek hatását vizsgáltam meg. Így, amint azt már előre is vártam, az eszköz középső szekrényében a torziós rúd mellé helyezett megfelelő alakú felületek ugyancsak hatásosaknak bi-

zonyultak, úgy hogy azokkal eszközeinket megjavíthatjuk. E felületeket azonban az általam eddig forgalomba hozott ingákban nem alkalmaztam és erre vonatkozó kísérleteimet csak 1929 március 18-án tartott székfoglaló értekezésemben közöltem.

Értesüléseim szerint RYBÁR ISTVAN tagtárs úr torziós ingáiban a középső szekrényben, ugyancsak az eszköz megjavítása céljából, bizonyos felületeket alkalmaz, amiről az 1929 február 18-iki akadémiai ülésen bemutatott dolgozatának kéziratában beszámolt, előadásában azonban e felületeket egy szóval sem említette. Én magam e felületeket mindeddig még nem láttam és így azokat nem ismerem. Minthogy azonban az 1915 év óta végzett, előbb részletezett kísérleteimről a mult előadásomig semmit sem közöltem, kijelenthetem, hogy RYBÁR tagtárs úr a középső szekrényben elhelyezett felületeket tőlem függetlenül alkalmazta.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1929. április 22.-én tartott üléséből.)

# HIGANYSÓK HATÁSA ACETOHALOGÉNCUKROKRA.<sup>1</sup>

ZEMPLÉN GÉZÁ-tól.

(Negyedik közlemény.)

## $\alpha$ -Sorbeli alkylbiozidok közvetlen előállítására és az $\alpha$ - és $\beta$ -biozidok keletkezésének feltételei.

Az első közleményben kimutattam, hogy higanyacetát és acetobrómcellobiozidból fenol, illetőleg ciklohexanol jelenlétében, benzolos oldatban,  $\alpha$ -fenol, illetőleg  *$\alpha$ -ciklohexanolcellobiozid* keletkezik. Ha azonban  $\alpha$ -ethylalkoholban folyik le a reakció, akkor  $\beta$ -ethylcellobiozid keletkezik. Az  $\alpha$ -fenolcellobiozid képződési körülményeinek tisztázására számos reakciót végeztem. Ezekből az  $\alpha$ -ethylcellobiozidot gyakran teljesen tisztán lehetett elkülönítenem. A kísérletek azonban gyakran nem voltak megismételhetők. Ezért az  $\alpha$ -ethylcellobiozidok képződését közelebbről kellett megvizsgálnom, mivel épp az  $\alpha$ -ethylcellobiozid  $\alpha$ -formáját nem sikerült mindig megkapnom. Azt találtam, hogy az elkülöníthető termék az alkalmazott alkoholmennyiségtől függően változik. Ezért, rendszeres kísérletek során, az acetobrómcellobiozid és higanyacetát mennyiségét megtartva, egyedül az alkalmazott absz. alkohol mennyiségét változtattam. A reakciókeverék feldolgozása is ugyanaz volt az összes kísérletnél. 60 cm<sup>3</sup> benzolban félórás forralás vízfürdőn, a lehűlt oldatot vízzel négyszer mosva, chlorkalciummal szárítottam, a szüredéket csökkentett nyomáson bepároltam, kétszer absz. alkohollal lehajtottam, a

---

<sup>1</sup> III. közl.: Berichte 63, 1820 (1930); II. közl.: Berichte 63, 368 (1930); I. közl.: Berichte 62, 990 (1929) és Math. és Természettudományi Értesítő 1930.

benzolt s a maradékot 50 cm<sup>3</sup> alkoholban oldottam. A szobahőmérsékleten tartott oldatból kivált kristályokat hat óra múlva leszívva alkohollal mostam, és 50 cm<sup>3</sup> alkoholból újból átkristályosítottam. A kivált kristályokat leszívva alkohollal mostam és szárítottam. Az így kapott heptaacetyläthylcellobiozid-termékek forgatóképességét (kloroformban), redukálóképességét és olvadáspontját megvizsgáltam. Az eredményeket az I-es táblázatban adom meg.

I. Táblázat.

A kísérlet száma	Acetobromcellobioz mennyisége gr-ban	Higanyacetat mennyisége gr-ban	Aethylalkohol mennyisége gr-ban	Aethylalkohol főlöleg a számitott mennyiség %-ában	Kétszer átkristályosított termék mennyisége gr-ban	Redukciókéesség %-ban glykóz = 100	[ $\alpha$ ] <sub>D</sub> cloroformban	Korrigált olvadáspont
1	10	2·0	0·66	0	3·1	6·08	+53·99°	182·5—183·5°
2	10	2·0	0·69	5	2·4	5·37	+54·30°	180·5—181·5°
3	10	2·0	0·73	10	3·0	3·37	+54·01°	177·5—178·5°
4	10	2·0	0·76	15	2·3	2·93	+55·36°	176·5—177·5°
5	10	2·0	0·82	25	2·8	2·59	+55·94°	176·5—177·5°
6	10	2·0	0·99	50	2·3	1·16	+56·34°	175·5—176·5°
7	10	2·0	1·32	100	2·2	0·28	+57·23°	174·5—175·5°
8	10	2·0	1·98	200	1·9	0·21	+56·20°	174·0—174·5°
9	10	2·0	2·64	300	0·9	1·10	+50·86°	174·0—174·5°
10	10	2·0	3·30	400	2·8	3·74	—18·26°	181·5—182·5°
11	10	2·0	3·96	500	3·2	5·89	—18·35°	182·5—183·5°
12	10	2·0	7·26	1000	5·4	8·62	—20·72°	185·5—186·5°
13	10	2·0	13·86	2000	6·0	5·83	—22·36°	185·5—186·5°
14	10	2·0	33·66	5000	6·7	4·81	—23·46°	185·5—186·5°

Az eredmény váratlan és azt mutatja, hogy a *higanyacetatos reakciónál egyedül az alkoholmennyiség helyes megválasztásától függ, hogy  $\alpha$ -, vagy  $\beta$ -forma keletkezzék.* Aethylcellobiozid esetében például tiszta  $\alpha$ -forma keletkezik, ha körülbelül 100% feleslegben alkalmazunk äthylalkoholt. Még 200% feleslegnél is elég tiszta a termék, de a termelés már gyenge. A 100% alkoholfeleslegnél kapott *terméktermelés és optikai*

tisztaság tekintetében teljesen egyenlő értékű azzal, amít a heptaacetyl- $\beta$ -biozidból lehet előállítani titánetetrakloridos izomerizációval.<sup>1</sup> Jelen előállítása pedig sokkal egyszerűbb.

Rendkívül feltűnő az a jelenség, hogy a nyert termékek redukálóképessége körülbelül 300%-nyi alkoholfesleség elérésénél újra emelkedik és hogy 300 és 400% közt éles átmenet van a  $\beta$ -forma irányában. 10 gr acetobrómcellobioznál már 0·74 gr áthylalkohol különbség az elkülönített termékeknel a forgatóképességet +50·86°-ról -18·26°-ra tolja el. Érthető tehát, hogy ha az alkoholkoncentrációra nem ügyelve, véletlenül épp ebben a változó zónában végeztünk kísérletet, nem lehetett megismételhető eredményt kapni.

Higanyacetát hatására valószínűleg mindkét forma keletkezik, de változó mennyiségben. 300%-nyi felesleg alatt túlnyomó az  $\alpha$ -forma, 400% felett a  $\beta$ -forma. A táblázatból az is látható, hogy az általam megadott körülmények között dolgozva a  $\beta$ -formát nehezebben lehet megkapni optikailag tisztán, mint az  $\alpha$ -t.

Izopropylalkohollal szintén számos kísérletet végeztem. Ezekből az  $\alpha$ - és  $\beta$ -formák képződésének menete szintén követhető a II-es táblázat alapján. Az ebben közölt kísérleteknél mindig 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> benzol és 2·0 gr higanyacetát a kiindulás anyaga.

II. Táblázat.

A kísérlet jelzése	Az isopropyl-alkohol mennyisége gr-ban	Az isopropyl-alkohol főlötsége a számított mennyiség %-ában	Az elkülönített anyag mennyisége gr-ban	Redukáló-képesség % -ban glykóz = 100	$[\alpha]_D$ chloroform-ban	Olvadáspont
119	0·90	5	4·1	2·8	+56·45°	
121	1·00	15	3·8	2·1	+56·50°	
122	1·10	30	3·3	2·1	+58·30°	
113	1·20	40	3·2	0·47	+59·54°	209°
114	2·50	200	2·6	0·42	+59·54°	208°
144	5·00	500	4·8	1·96	- 9·01°	
115	10·00	1000	5·6	12·50	-16·66°	
145	20·00	2000	6·1	9·60	-17·77°	
147	40·00	4000	6·1	8·94	-20·39°	

<sup>1</sup> E. PACSU: Journ. Amer. chem. Soc. 52, 25 (1930).

Fentiekből látható, hogy a heptaacetylizopropylcellobiozid  $\alpha$ -formája könnyebben megkapható, mint az äthylszármazéké. 40—200% feleslegig jó termelést és optikailag tiszta terméket ad. Az elkülönített termék redukálóképességében az izopropylalkohol további emelésénél egy maximum mutatkozik, feltűnőben és jelentősebben, mint az äthylalkoholos kísérleteknél. Ez a jelenség oly feltűnő, hogy tisztázására a 115-ös kísérlet mellett még két további kísérletet állítottam be. Ezek teljesen megerősítik ezt az eredményt (l. az izopropylalkoholos kísérletek leírásánál az *A* és *B* jelzésűeket).

Hogy nagyobb összehasonlító kísérleti anyagom legyen és hogy a módszer használhatóságát kipróbáljam, a következő alkoholok  $\alpha$ -heptaacetylcellobiozidjait állítottam elő: n. propyl, n. butyl, izobutyl, sek. butyl, sek. amyl, n. hexyl, phenyläthyl.

Ezeknél a kísérleteknél is legtöbbször 100% alkohol fölőseleg esetén kapható meg az  $\alpha$ -forma a legmagasabb forgatóképességgel.

A heptaacetyl- $\beta$ -alkylcellobiozidok előállításához a megfelelő alkoholokból nagy felesleg szükséges. Alacsonyabb tagoknál előnyös magát az alkoholt alkalmazni reakciós közegnek. Így könnyen lehet teljesen redukciómentes anyagokat kapni. Optikailag tisztán azonban csak többszöri átkristályosítással lehet előállítani őket. Például a heptaacetyl- $\beta$ -metylcellobiozid és a heptaacetyl- $\beta$ -izopropylcellobiozid van leírva a kísérleti részben.

Benzolos közegben a legtöbb heptaacetylcellobiozid előállítható higanyacetáttal, ha az alkoholt elég nagy feleslegben alkalmazzuk. Például a heptaacetyl- $\beta$ -n. butylcellobiozid, heptaacetyl- $\beta$ -hexylcellobiozid és a heptaacetyl- $\beta$ -fenyläthylcellobiozid van leírva.

A heptaacetyl- $\beta$ -cellobiozidokat gyakran elő lehet állítani még acetobrómcellobiozidból, csak alkoholokkal vagy benzolos oldatban alkohollal higanycianiddal is. Példaként megadtam a heptaacetyl- $\beta$ -metilcellobiozid, heptaacetyl- $\beta$ -izopropylcellobiozid, heptaacetyl- $\beta$ -n. butylcellobiozid, heptaacetyl- $\beta$ -izobutylcellobiozid és a hepta acetyl- $\beta$ -sek. butylcellobiozid előállítását.

Az  $\alpha$ -biozidokat is megpróbáltam higanycianiddal előállítani, de kevés eredménnyel (l. izopropylalkohol).

A heptaacetylcellobiozidok megfigyelt legmagasabb forgatásai  $[\alpha]_D$ :

	$\alpha$ -forma	$\beta$ -forma
metil _ _ _ _ _		$-25\cdot0^\circ$
äthyl _ _ _ _ _	$+57\cdot23^\circ$	
n. propyl _ _ _ _ _	$+58\cdot79^\circ$	
izopropyl _ _ _ _ _	$+59\cdot29^\circ$	$-22\cdot7^\circ$
n. butyl _ _ _ _ _	$+52\cdot40^\circ$	$-24\cdot60^\circ$
izobutyl _ _ _ _ _	$+46\cdot51^\circ$	$-23\cdot04^\circ$
sek. butyl _ _ _ _ _	$+55\cdot76^\circ$	$-23\cdot20^\circ$
sek. amyl _ _ _ _ _	$+52\cdot23^\circ$	
n. hexyl _ _ _ _ _	$+53\cdot42^\circ$	$-24\cdot37^\circ$
fenyläthyl _ _ _ _ _	$+54\cdot16^\circ$	$-25\cdot28^\circ$

## KISÉRLETI RÉSZ.

Acetobrómcellobioz, äthylalkohol és higanyacetát benzolos oldatban.

*Mellékletek az 1-es táblázathoz.*

1-es kísérlet.

Redukálóképesség:  $0\cdot2006 \text{ gr} : 3\cdot91 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ KMnO}_4 = 0\cdot0122$   
glükóz =  $6\cdot08\%$  (glükóz = 100).

Forgatás:  $[\alpha]_D^{23^\circ} = + \frac{1\cdot15 \times 10}{0\cdot2130} = + 53\cdot99^\circ$ , kloroformban.

2-es kísérlet:

$0\cdot2048 \text{ gr} : 3\cdot52 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ KMnO}_4 = 0\cdot0110 \text{ gr}$  glükóz =  $5\cdot37\%$

$[\alpha]_D^{23^\circ} = + \frac{1\cdot20 \times 10}{0\cdot2210} = + 54\cdot30$ , kloroformban.

3-as kísérlet:

$0\cdot3112 \text{ gr} : 3\cdot37 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ KMnO}_4 = 0\cdot0105 \text{ gr}$  glükóz =  $3\cdot37\%$ .

$[\alpha]_D^{16^\circ} = + \frac{1\cdot16 \times 10}{0\cdot2148} = + 54\cdot01^\circ$ , kloroformban.

4-es kísérlet:

$0\cdot3108 \text{ gr} : 2\cdot92 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ KMnO}_4 = 0\cdot0091 \text{ gr}$  glükóz =  $2\cdot93\%$ .

$[\alpha]_D^{30^\circ} = + \frac{1\cdot28 \times 10}{0\cdot2312} + 55\cdot36^\circ$ , kloroformban.

5-ös kísérlet:

0·3016 gr : 2·52 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0078 gr glükóz = 2·59%.

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1\cdot14 \times 10}{0\cdot2038} = + 55\cdot94^\circ, \text{ kloroformban.}$$

6-os kísérlet:

0·3006 gr : 1·15 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0030 gr glükóz = 1·16%.

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1\cdot20 \times 10}{0\cdot2130} = + 56\cdot34^\circ, \text{ kloroformban.}$$

7-es kísérlet:

0·3310 gr : 0·30 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·00093 gr glükóz = 0·28%.

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1\cdot25 \times 10}{0\cdot2184} = + 57\cdot23^\circ, \text{ kloroformban.}$$

8-as kísérlet:

0·2994 gr : 0·20 cm<sup>3</sup> n 10  $KMnO_4$  = 0·00062 gr glükóz = 0·21%.

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1\cdot66 \times 10}{0\cdot2954} = + 56\cdot20^\circ, \text{ kloroformban.}$$

9-es kísérlet:

0·2820 gr : 1·00 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0031 gr glükóz = 1·10%.

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{1\cdot00 \times 10}{0\cdot1966} = + 50\cdot86^\circ, \text{ kloroformban.}$$

10-es kísérlet:

0·3100 gr : 3·72 cm<sup>3</sup> n 10  $KMnO_4$  = 0·0116 gr glükóz = 3·74%.

$$[\alpha]_D^{25} = - \frac{0\cdot60 \times 10}{0\cdot3286} = - 18\cdot26^\circ, \text{ kloroformban.}$$

11-es kísérlet:

0·1968 gr : 3·72 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0116 gr glükóz = 5·89%.

$$[\alpha]_D^{25} = - \frac{0\cdot44 \times 10}{0\cdot2398} = - 18\cdot35^\circ, \text{ kloroformban.}$$

12-es kísérlet:

0·2368 gr : 6·44 cm<sup>3</sup> n 10  $KMnO_4$  = 0·0204 gr glükóz = 8·62%.

$$[\alpha]_D^{25} = - \frac{0\cdot55 \times 10}{0\cdot2654} = - 20\cdot72^\circ, \text{ kloroformban.}$$



13-as kísérlet:

0·2196 gr : 4·06 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0128 gr glükóz = 5·83 %.

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = - \frac{0\cdot78 \times 10}{0\cdot3488} = - 22\cdot36^\circ, \text{ kloroformban.}$$

14-es kísérlet:

0·3576 gr : 5·45 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0172 gr glükóz = 4·81 %.

$$[\alpha]_D^{23^\circ} = - \frac{0\cdot79 \times 10}{0\cdot3368} = - 22\cdot46^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**Acetobrómcellobioz, izopropylalkohol és higanyacetát  
benzolos oldatban.**

*Mellékletek a II-es táblázatokhoz.*

119-es kísérlet:

0·3016 gr : 2·8 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·086 gr glükóz = 2·8 %.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{1\cdot34 \times 10}{0\cdot2374} = + 56\cdot45^\circ, \text{ kloroformban.}$$

121-es kísérlet:

0·3022 gr : 2·1 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0064 gr glükóz = 2·1 %.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{2\cdot04 \times 10}{0\cdot3586} = + 56\cdot50^\circ, \text{ kloroformban.}$$

122-es kísérlet:

0·2896 gr : 1·90 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0060 gr glükóz = 2·1 %.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{1\cdot95 \times 10}{0\cdot3348} = + 58\cdot30^\circ, \text{ kloroformban.}$$

113-as kísérlet:

0·2176 gr : 0·40 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·103 gr glükóz = 0·47 %.

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{2\cdot50 \times 10}{0\cdot4200} = + 59\cdot54^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:* 4·495 mg : 8·450 mg  $CO_2$ ; 2·515 mg  $H_2O$ .

$C_{28}H_{42}O_{18}$  (678·34)-re számított értékek: 51·30% C; 6·24% H,  
talált értékek: 51·31% C; 6·25% H.

114-es kísérlet:

0·2426 gr : 0·40 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0103 gr glükóz = 0·42%.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{2 \cdot 19 \times 10}{0 \cdot 3694} = + 59 \cdot 29^\circ, \text{ kloroformban.}$$

114-es kísérlet:

0·3214 gr : 2·0 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0063 gr glükóz = 1·96%.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = - \frac{0 \cdot 40 \times 10}{0 \cdot 4438} = - 9 \cdot 01^\circ, \text{ kloroformban,}$$

115-ös kísérlet:

0·1990 gr : 7·50 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0240 gr glükóz = 12·46%.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = - \frac{0 \cdot 43 \times 10}{0 \cdot 2580} = - 16 \cdot 66^\circ, \text{ kloroformban.}$$

145-ös kísérlet:

0·2254 gr : 6·80 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0216 gr glükóz = 9·60%.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = - \frac{0 \cdot 35 \times 10}{0 \cdot 1970} = - 12 \cdot 77^\circ, \text{ kloroformban.}$$

147-es kísérlet:

0·2248 gr : 6·36 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0201 gr glükóz = 8·94%.

$$[\alpha]_D^{22^\circ} = - \frac{0 \cdot 96 \times 10}{0 \cdot 4710} = - 20 \cdot 39^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A) kísérlet: 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> benzol, 10 cm<sup>3</sup> izopropylalkohol, 2 gr higanyacetát, félórai forralás visszacsepegő hűtővel, négyszeri mosás vízzel, átkristályosítás először 60, másodsor 100 cm<sup>3</sup> forró alkoholból. Termelés 5·5 gr. Redukálóképessége 14·3%, glükózra számítva.

B) kísérlet: Fenti mennyiségekkel megismételve. Maradékot háromszor 50 cm<sup>3</sup> alkoholból átkristályosítva 4·4 gr-ot kaptam. Redukálóképessége a glükózénak 13·0%-a.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{0 \cdot 50 \times 10}{0 \cdot 2274} = - 21 \cdot 99^\circ, \text{ kloroformban.}$$

II. *Higanycyanidos módszer:*

10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·72 gr izopropylalkohol (100% felesleg), 2·0 gr higanycyanid, félórai forralás. 30, majd 50 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 0·8 gr.

*Redukálóképesség:* 0·2050 gr : 3·0 cm<sup>3</sup> n 10  $KMnO_4$  = 0·0813 gr glükóz = 4·53 % (glükóz = 100).

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{1\cdot66 \times 10}{0\cdot3074} = + 54\cdot0^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Látható, hogy itt a higanyacetátos módszer sokkal jobb a higanycyanidosnál.

### $\alpha$ -Heptaacetyl-n. propylcellobiozid.

I. 10 gr acetobrom-cellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·05 gr n. propylalkohol (20% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradék háromszor 50 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 2·2 gr.

*Redukció:* 0·2046 gr : 1·25 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0037 gr glükóz = 1·81 %.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1\cdot13 \times 10}{0\cdot1922} = + 58\cdot79^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:* 4·890 mg : 9·200 mg  $CO_2$ ; 2·730 mg  $H_2O$ .

$C_{29}H_{42}O_{18}$  (678·34)-re számított értékek: 51·30% C; 6·24% H,  
talált értékek: 51·31% C; 6·25% H.

II. 10 gr acetobromcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> benzol, 1·72 gr n. propylalkohol (100% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradék 30, majd 25 cm<sup>3</sup> alkoholból átkristályosítva 1·3 gr. Nem redukál.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot76 \times 10}{0\cdot3070} = + 67\cdot33^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### $\alpha$ -Heptaacetyl-n. butylcellobiozid.

I. 10 gr acetobromcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·5 gr butylalkohol (40% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. Maradék 40, majd 25 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 2·9 gr. Nem redukál. 172°-on olvad.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{23^\circ} = + \frac{1\cdot09 \times 10}{0\cdot2080} = + 52\cdot40^\circ, \text{ kloroformban.}$$

II. 10 gr acetobrómcellobioz 60 cm<sup>3</sup> benzol, 2·1 gr n. butylalkohol (100% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. 40, majd 20 cm<sup>3</sup> alkoholból kristályosítva 1·4 gr. Redukció: 0.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot18 \times 10}{0\cdot2292} = + 49\cdot17^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### $\alpha$ -Heptaacetylisobutylcellobiozid.

I. 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·35 gr izobutylalkohol (20% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. 50, majd 40 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 3·5 gr 174°-on olvad, redukciómentes.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{22^\circ} = + \frac{2\cdot40 \times 10}{0\cdot5608} = + 32\cdot80^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:* 4·255 mg : 8·095 mg CO<sub>2</sub>; 2·430 mg H<sub>2</sub>O.

C<sub>30</sub>H<sub>44</sub>O<sub>18</sub> (692·35)-re számított értékek: 52·00% C; 6·41% H, talált értékek: 51·89% C; 6·39% H.

II. 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 2·1 gr izobutylalkohol (100% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradékot 40, majd 20 cm<sup>3</sup> alkoholból átkristályosítva a termelés 1·7 gr.

*Redukció:* 0·1678 gr : 0·4 cm<sup>3</sup> n/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·00126 gr glükóz = 0·75%.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot44 \times 10}{0\cdot2164} = + 45\cdot51^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### $\alpha$ -Heptaacetyl-sek. butylcellobiozid.

10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·35 gr sek. butylalkohol (20% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradékot előbb 50, majd 40 cm<sup>3</sup> forró alkoholból kristályosítva 2·4 gr. Olvadáspont 193°.

*Redukció:* 0·2084 gr : 0·2 cm<sup>3</sup> n/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·0044 gr glükóz = 0·21%.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{25^\circ} = + \frac{2\cdot38 \times 10}{0\cdot4268} = + 55\cdot76^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:* 4·430 mg : 8·440 mg  $CO_2$ ; 2·560 mg  $H_2O$ .

$C_{30}H_{44}O_{18}$  (692·35)-re számított értékek: 52·00% C; 6·41% H,  
talált értékek: 52·46% C; 6·48% H.

#### $\alpha$ -Heptaacetyl-sek. amylcellobiozid.

10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol. 1·50 gr sek. amylalkohol (20% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradékot 50, majd 40 cm<sup>3</sup> forró alkoholból át-kristályosítva 2·4 gr-ot kaptam. Olvadáspontja 193°.

*Redukció:* 0·2180 gr : 0·2 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·3% (glükóz = 100).

*Forgatás:*  $[\alpha]_D^{25} = + \frac{2\cdot55 \times 10}{0\cdot4882} = + 52\cdot23^\circ$ , kloroformban.

*Elemzés:* 4·530 mg : 8·775 mg  $CO_2$ ; 2·690 mg  $H_2O$ .

$C_{31}H_{46}O_{18}$  (706·37)-re számított értékek: 52·66% C; 0·57% H,  
talált értékek: 52·83% C; 6·65% H.

#### $\alpha$ -Heptaacetyl-n. hexylcellobiozid.

I. 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 1·8 gr n. hexylalkohol (25% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradékot 45, majd 40, végül 35 cm<sup>3</sup> alkoholból át-kristályosítva termelés 2·2 gr. Olvadáspontja 182°. Redukció: 0.

*Forgatás:*  $[\alpha]_D^{24} = + \frac{3\cdot30 \times 10}{0\cdot6506} = + 50\cdot72^\circ$ , kloroformban,

*Elemzés:* 4·510 mg : 8·820 mg  $CO_2$ ; 2·790 mg  $H_2O$ .

$C_{32}H_{48}O_{18}$  (720,38)-ra számított érték: 53·30% C; 6·72% H,  
talált érték: 53·34% C; 6·92% H.

II. 10 gr acetobrómcellobioz 60 cm<sup>3</sup> benzol, 2·9 gr n. hexylalkohol, (100% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradékot 40, majd 20 cm<sup>3</sup> alkoholból kristályosítva a termelés 1·8 gr. Redukció: 0.

*Forgatás:*  $[\alpha]_D^{21} = + \frac{1\cdot58 \times 10}{0\cdot2958} = + 53\cdot42^\circ$ , kloroformban.

### $\alpha$ -Heptaacetylphenyläthylcellobiozid.

I. 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 2·1 gr fenyläthylalkohol (20% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradék 70, majd 60 cm<sup>3</sup> alkoholból átkristályosítva 3·8 gr. Olvadáspontja 207°. Redukálóképessége: 0.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{25^\circ} = + \frac{3\cdot08 \times 10}{0\cdot6282} = + 49\cdot05^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:* 4·230 mg : 8·680 mg CO<sub>2</sub>; 2·305 mg H<sub>2</sub>O.

C<sub>34</sub>H<sub>44</sub>O<sub>18</sub> (740·35)-re számított értékek: 55·11% C; 5·99% H.  
talált értékek: 55·96% C; 6·10% H.

II. 10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 3·6 gr feniläthylalkohol (100% felesleg), 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. A maradék 25, majd 30 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 3·0 gr. Redukció: 0.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot60 \times 10}{0\cdot2954} = + 54\cdot16^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Heptaacetyl- $\beta$ -metilcellobiozid.

#### I. Higanyacetátos módszer

150 gr acetobrómcellobiozt 1700 cm<sup>3</sup> absz. metilalkoholban oldva 36 gr higanyacetáttal forralom visszacsepegő hűtőn 5 percig. A szüredékből lehülésnél kiváló kristályokat leszivatva 1·200 cm<sup>3</sup> forró alkoholból kristályosítom. 103 gr válik ki. Redukció: 0.  $[\alpha]_D = -21\cdot16^\circ$ . Újólág átkristályosítva forgatása  $[\alpha]_D = -22\cdot66^\circ$ , tehát optikailag még mindig nem teljesen tiszta.

#### II. Higanycyanidos módszer

A) 10 gr acetobrómcellobiozt 110 cm<sup>3</sup> absz. metilalkohol és 2 gr higanycyaniddal forralunk félóra hosszat visszacsepegő hűtővel. Lehűtve a kiváló kristályokat leszivatjuk és 60 cm<sup>3</sup> forró alkoholból kristályosítjuk. Termelés 5 gr. Teljesen redukciómentes.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{25^\circ} = - \frac{1\cdot05 \times 5}{0\cdot2128} = - 24\cdot7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

B) 10 gr acetobrómcellobiozt 100 cm<sup>3</sup> benzolban szuszpendálva 50 cm<sup>3</sup> metilalkoholban oldott 2 gr higanyacetát'al rázzuk, míg teljesen feloldódik. Egy éjszakán át áll. Kimosva bepároljuk és 40—40 cm<sup>3</sup> alkoholból kétszer átkristályosítjuk. Súly 2·4 gr. Redukció: 0.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{26} = - \frac{0\cdot92 \times 10}{0\cdot3680} = - 25\cdot0^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Heptaacetyl- $\beta$ -izopropylcellobiozid.

#### *Higanycyanidos módszer*

10 gr acetobrómcellobiozt, 70 cm<sup>3</sup> benzolt, 30 cm<sup>3</sup> izopropylalkoholt, 2 gr higanycyanidot teljes oldódásig rázatunk. Ezután 2 napig áll. A maradék 60, majd 50 cm<sup>3</sup> alkoholból átkristályosítva 3·9 gr. A termék teljesen redukciómentes.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{25} = - \frac{0\cdot96 \times 10}{0\cdot4228} = - 22\cdot7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Heptaacetyl- $\beta$ -n. butylcellobiozid.

#### *I. Higanyacetátos módszer*

10 gr acetobrómcellobioz, 60 cm<sup>3</sup> benzol, 40 cm<sup>3</sup> n. butylalkohol, 2·0 higanyacetát, félórai forralás. 70, majd 60, végül 50 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva kivált 2·2 gr.

Redukció: 0·3350 gr : 2·4 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0075 gr glükóz = 2·2%.

$$\text{Forgatás. } [\alpha]_D^{24} = - \frac{1\cdot30 \times 10}{0\cdot5378} = - 24\cdot17^\circ, \text{ kloroformban.}$$

#### *II. Higanycyanidos módszer*

10 gr acetobrómcellobioz, 80 cm<sup>3</sup> benzol, 30 cm<sup>3</sup> n. butylalkohol, 2 gr higanycyanid, félórai forralás fülkében. A maradék kétszer 50, majd 40, végül 35 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 3·2 gr.

Redukció: 0·2466 gr : 0·3 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·00093 gr glükóz = 0·37%.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{25} = - \frac{0\cdot99 \times 10}{0\cdot4026} = - 24\cdot60^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**Heptaacetyl- $\beta$ -izobutylcellobiozid.**

10 gr acetobrómcellobióz, 30 cm<sup>3</sup> izobutylalkohol, 80 cm<sup>3</sup> benzol és 2 gr higanycyanid, félórai forralás, fülke alatt, visszacsépegő hűtővel. Feldolgozva kétszer 60, harmadszor 50 cm<sup>3</sup> forró alkoholból kristályosítjuk. Termelés 5·1 gr. Redukciómentes.

$$\text{Forralás: } [\alpha]_D^{25^\circ} = -\frac{0\cdot74 \times 10}{0\cdot3212} = -24\cdot04^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**Heptaacetyl- $\beta$ -sek. butylcellobiozid.***Higanycyanidos módszer*

10 gr acetobrómcellobióz, 70 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 30 cm<sup>3</sup> butylalkohol, 2·0 gr higanycyanid, 1/2 órai forralás. Maradék kétszer 30 és kétszer 25 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 3·3 gr. A termék nem redukál.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{23^\circ} = -\frac{1\cdot01 \times 10}{0\cdot4354} = -23\cdot20^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**Heptaacetyl- $\beta$ -hexylcellobiozid.***I. Higanyacetátos módszer*

10 gr acetobrómcellobióz, 60 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 40 cm<sup>3</sup> hexylalkohol, 2·0 gr higanyacetát, félórai forralás. 50, majd 10 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva 0·8 gr. A termék nem redukál.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{23^\circ} = -\frac{0\cdot74 \times 10}{0\cdot3550} = -20\cdot8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*II. Higanycyanidos módszer*

10 gr acetobrómcellobióz, 50 cm<sup>3</sup> absz. benzol, 20 cm<sup>3</sup> hexylalkohol, 2·0 gr higanycyanid, félórai forralás. A maradékot 30, majd 20, végül 10 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítva a termelés 1·3 gr. Redukciómentes.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{23^\circ} = -\frac{0\cdot77 \times 10}{0\cdot3160} = -24\cdot37^\circ, \text{ kloroformban.}$$



**Heptaacetyl- $\beta$ -fenyläthylcellobiozid.***Higanyacetátos mód.*

10 gr acetobrómcellobiozt 80 cm<sup>3</sup> benzol-, 30 cm<sup>3</sup> fenyl-äthylalkohol- és 2·0 gr higanyacetáttal félóráig forralunk. Szokásos feldolgozás után a maradékot csökkentett nyomáson bepárolva, ismételten alkohollal hajtjuk le, hogy a feniläthylalkoholt teljesen eltávolítsuk. Először 40, majd 30 cm<sup>3</sup> forró alkoholtól átkristályosítva 2·5 gr-ot kapunk. A termék nem redukál.

$$\text{Forgatás: } [\alpha]_D^{23} = - \frac{0\cdot84 \times 10}{0\cdot3322} = - 25\cdot28^\circ, \text{ kloroformban.}$$

\*

GERECS ÁRPÁD, CSUKÁS ZOLTÁN és POLGÁR LAJOS uraknak, értékes segítségükért, e helyen mondok köszönetet.

A kísérletek *Rockefeller Foundation*, a *Széchenyi Társaság* és a *M. T. Akadémia* anyagi támogatásával készültek.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930 október 13.-án tartott üléséből.)

# EINWIRKUNG VON QUECKSILBERSALZEN AUF DIE ACETOHALOGENVERBINDUNGEN DER ZUCKER.

Von GÉZA ZEMPLÉN.

(IV. Mitteilung.)

## Direkte Darstellung der Aethylbioside der $\alpha$ -Reihe.

Bei der Umsetzung von Acetohalogenzucker mit Alkoholen in Gegenwart von Quecksilberacetat spielt die Menge des verwendeten Alkohols eine wichtige Rolle. Bei einem Überschuss des Alkohols von rund 100 % entstehen die  $\alpha$ -Formen der Acethylbioside in sehr reiner Form, während ein grosser Überschuss des Alkohols die  $\beta$ -Verbindungen entstehen lässt.

Die Arbeit erschien in den «Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft» Bd. 63, 2720 (1930).

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Oktober 1930.)

## A BENZOYLFEHÉRJÉK CHEMOSPECIFIKUS ANTIGÉN TERMÉSZETÉRŐL.

MEDVECZKY J. ENDRE és UHROVITS ANDOR-tól.

(A kir. m. Pázmány Péter Tudományegyetem Általános Kórtani és Bakteriologiai Intézetének közleménye. Igazgató: PREISZ HUGÓ dr. egyetemi ny. r. tanár.)

A fehérjék antigén képességének felismerése óta állandóan felszínen van az a kérdés, hogy a fehérjék minő szerkezete idézi elő ellenanyagot termelő sajátosságukat. Hogy a kétségtelenül fontos kolloid állapotuk mint physiko-chemiai karakterisztikum lényeges vonásuk, az vitán felül áll; eldöntetlen azonban még, hogy csupán aminosavakból felépített komplexumok képesek-e antigénként funkcionálni, avagy más nagymolekulájú kolloidok is. Eddigi tapasztalataink alapján valószínűnek látszik mégis, hogy kizárólag fehérjeszerűen felépített vegyületek lehetnek antigének. De hogy nem elegendő sem a fehérjeszerű szerkezet, sem a kolloid állapot, azt a protaminok, a histonok és a gelatina nem antigén viselkedése bizonyítja. Az előbbieknél az aránylag kis molekulának, az utóbbinál az aromás aminosavak hiányának tulajdonítjuk általában az antigenitás hiányát. A protaminokra és histonokra vonatkozó felfogást arra a tényre alapítjuk, hogy a hidrolizált proteinek nem antigének. Ha azonban ezeket, a hidrolizáló enzyme hatására antigén sajátosságukat veszített fehérjéket enzyme-kkel «resynthetizáljuk» úgynevezett plasteinakké, ismét antigénekké válhatnak. Evvel az érvel szemben áll viszont az a jelenség, hogy az  $\alpha$ -nucleo-proteidok nem antigének, pedig ezekben több bázisú nucleinsavak elég nagy molekulává fognak össze protaminokat és histonokat. Ami pedig a *gelatinát* illeti, az

aromás gyökökkel substituált *gelatina* sem antigén, mint ahogy azt kísérleteinkben találtuk.

Hogy még valami ismeretlen tényező is közrejátszik az antigén képeesség létrehozásában, azt különösen meggyőzően mutatja az a körülmény, hogy a fehérjemolekulákat szétbontásuk nélkül is sikerül antigén karakterüktől megfosztani alkali-hydroxidokkal. Egyébként ez nekünk az alig lúgos pyridinnel is sikerült. Ennek igen kevés mennyisége, ha állni hagyjuk vele a fehérjét, megfosztja azt immunizáló képességétől. Hogy a *NaOH* hatása nem irreverzibilis, azt LANDSTEINER és BARRON mutatták meg, akik a már nem antigén alkali-albuminátokból salétromsavval praecipitinogén xanthoproteint készítettek.

Nagyon bonyolítja még az antigénekről alkotott nézeteinket az is, hogy egyes nagy molekulájú kolloidális anyagok fehérjék jelenlétében, illetőleg azok hozzáadásával, velük specifikusan reagáló antitestek képzésére válnak alkalmassá, amint ezt néhány lipoidról tudjuk.

Mindezek együttléve nagyon kevésbé tájékoztatnak bennünket az antigének szerkezetét, valamint az immunitás ama rendkívül különös sajátosságát illetően, amit *immunspezifikusságnak* nevezünk, s amely biológiai reakció oly szigorúan elhatárolt, hogy az egyes fehérjefajták kvalitatív kimutatására a legbámulatosabb érzékenységgel alkalmazhatjuk oly fehérjemennyiségek-nél, amelyek más módszerekkel ki nem mutathatók. Nagyszerű és igen tanulságos betekintést engednek azonban az immunitás rejtélyeibe azok az antigének, amelyekbe valaminő chemiai módszerrel jól definiálható komponenseket viszünk be. Ezeknek a substituált fehérjéknek viselkedését először OBERMAYER és PICK tették tanulmány tárgyává és LANDSTEINER és munkatársai folytatták igen gazdag eredménnyel. OBERMAYER és PICK azt találták, hogy a fajilag megkülönböztethető fehérjék, ha azokba vegyi komponenseket helyettesítünk, elvesztik faji jellegüket. Az általuk termelt antianyagok nem reagálnak többé azokkal a natív fehérjékkel, amelyekből készültek, ellenben reagálnak más fajtájú, chemiailag ugyanoly módon megváltoztatott fehérjék bármelyikével, tekintet nélkül még arra is, hogy az állati avagy növényi fehérje. Így a jóddal substituált lószérum-fehérje által

termelt immunszérum nem reagál a lófehérjével, de praecipitál nemcsak az immunizálásra használt jódozott lószérummal, hanem bármely állat jódozott szérumával (például jódozott marhaszérum-fehérjével) és jódozott növényi fehérjékkel is. E jelenségnek *keresztreakció* a neve. Ugyanezt találták a xanthoproteinekre, valamint a diazotált fehérjékre is. Ezeknek a substituált antigéneknek megszűnt tehát a faji specifikusságuk és helyébe a chemospecifikusság lépett.

Igen jellemző a chemospecifikusság a chemiailag rokon vegyületekkel készült fehérjeszármazékoknál. A rokon chemiai vegyületekkel készült származékok, a rokonság kisebb vagy nagyobb foka szerint, kisebb vagy nagyobb mértékben képesek olyan keresztreakciókra, amely szerint az immunsavó nemcsak az immunizálásra használt fehérjeféleségekkel és ugyanolyan substituenst tartalmazó fehérjével, hanem annak rokonvegyületét tartalmazó fehérjével is reagál. E jelenség tanulmányozására igen alkalmasak a különböző aromás aminokból készült azofehérjék, amelyeket legelőször ugyancsak OBERMAYER és PICK vizsgáltak meg immunchemiai szempontból. Ők azonban az említett tüneményt a rokonvegyületek között nem vették észre, erre vonatkozólag vizsgálatokat sem végeztek. Sőt még az ugyanazon aromás anyagból készült különféle azofehérjék között sem kaptak keresztreakciókat. Benzolazo-lószérumfehérjével készült immunsavójuk más benzolazofehérjével nem reagált, de nem reagált a natív lószérummal sem; a chemiai beavatkozás tehát fajlag is differenciálható új specifikusságot teremtett. LANDSTEINER és munkatársai azonban, akik e vizsgálatokat megismélték és kiterjesztették, azt találták, hogy az azovegyületeknek csak egyrésze viselkedik úgy bizonyos feltételek között, mint azt OBERMAYER és PICK találták, a többiek keresztreakciókat adnak.

Ha ezeket a vizsgálati eredményeket összegezzük, azonnal észrevesszük, hogy a felsorolt jelenségek közös tényezőre vezethetők vissza, t. i. arra, hogy a substituált fehérjéknél a bevitt gyök — legyen az bármily egyszerű is, mint például a jódatom — határozza meg a fehérje antigén karakterének jellegét. Elnyomja teljesen az aminosavtagok különbözősége és a kapcsolódás vál-

tozó sorrendje által alkotott sajáttságot s egy egészen új specifikusságot teremt, a chemiai specifikusságot. Minél távolabb áll chemiailag a bevitt komponens a fehérjék normális alkotó gyökeiktől, s minél egyénibb s minél erélyesebb a chemiai jelleme, annál intenzívebb elváltozást remélhetünk az antigénben; de természetesen csak akkor, ha a fehérjékben nem idézünk elő olyan átalakulásokat, amelyek az immunizáló képességet elveszik vagy csökkentik. Az immunizálás foka, azaz erőssége azonban — úgy véljük — az anyavegyülettől, a fehérjétől függ. Az immunizált szervezettel, illetve az immunsavóval szemben viszont közömbös az, hogy a vele reagáló anyag antigén-e vagy sem; csak az a fontos, hogy a chemospecifikus komponens tartalmazza magában, s szerkezete fehérjeszerű legyen. Így a gelatina ilyen szerepben nagyszerűen helyettesítheti a fehérjét, sőt azt a reakció erősségében fölül is múlja, mint ezt kísérleteink bizonyítják. Az antianyag termelése tehát kizárólag a chemospecifikus komponensre van beállítva. Valószínű, hogy ezek a komponensek sokszor önmagukban is képesek reagálni bizonyos mértékig az immunanyagokkal. Az ilyen anyagokat LANDSTEINER *hapténekeknek* nevezi.

Ha az OBERMAYER és PICK valamint LANDSTEINER által vizsgált fehérjeszármarékok chemospecifikus gyökeit szemügyre vesszük, azt találjuk, hogy részben minőségüknél, részben a fehérjékben szereplő nagy mennyiségüknél fogva, a substituált fehérjének egészen új jelleget adnak mind, kivéve a formaldehyddel kezelt fehérjét. Egy-egy fehérjemolekulában ugyanis igen sok olyan aminosav van, mely az előbb felsorolt substituensekkel reagálhat. Azonkívül a belépő gyökök sem hasonlítanak a fehérjében szereplő gyökök valamelyikéhez. Ennek csak az lehet a következménye, hogy ezeknél a substituált fehérjéknél teljesen eltűnik a faji jelleg és helyébe a chemiai specifikusság lép. Más az átalakulás a formalinizált fehérjéknél. A fehérjemolekulába nemcsak nagymennyiségű, hanem igen kevés formaldehyd is be tud lépni, mivel a formaldehyd legelső sorban a fehérjékben igen kis mennyiségben jelen levő aminogyökökkel reagál, s csak azután köt le más gyököket. A mellett a vegyült formalin csak lazán van kötve methyléngyök formájában a fehérjéhez, s a methylen-

gyök normális alkotórészként is előfordul a fehérjemolekulában. Nem különös tehát, hogy a formaldehiddel vegyített fehérje kémiai jelleme csak igen kis mértékben változik meg.

Ha a fehérjét a lehetőségig telítjük metyléngyökökkel, még akkor is csak olyan származékokat kaphatunk, amely egyéni chemospecifikusságot mutat fel, azaz olyan savót létesít, mely csak az antigennel reagál. A metylén-gyökök karaktere e szerint nem abszolút domináló a molekulában. A kevés formaldehiddel kezelt fehérje tehát a legnagyobb valószínűség szerint meg kell, hogy őrizze teljesen faji jellegét. LÖVENSTEIN-nek rendkívül kevés mennyiséggel kezelt tetanus-toxinját, valamint a RAMON-féle anatoxint e szerint úgy tekinthetjük, mint átmenetet a chemospecifikus vegyületek és a nativ toxinok között. Ezeknek legenergikusabban reagáló, és valószínűen egyúttal legmérgezőbb gyökei a formaldehiddel egyesülvén, elvesztik mérgező physiologiai aktivitásukat, de sok egyéb aktív és jellemző gyökük maradván szabadon, — miután csak igen kevés formaldehydet alkalmazunk — faji jellegüket megőrzik. Az eredeti toxin ellen ezért ugyanúgy képződnek velük a szervezetekben ellenanyagok, mintha csak azt alkalmaztuk volna. Hogy miképpen kell elképzelnünk, hogy egy kevésbé aktív gyök bevitelével érintetlen maradhat a faji karakter, arra jó példát tudunk felhozni, párhuzam gyanánt az egyszerűbb szerves vegyületek kémiai és physiologiai tulajdonságait illetően. Ha a borostyánkósavba alkohol, azaz hydroxylgyököket viszünk be, akkor az alig változik meg kémiai, illetőleg physiologiai szempontból; nagyon hasonló tulajdonságú sav, almasav, illetőleg borkósav képződik. Hogy viszont egy-egy erősebb jellemű gyök teljesen megváltoztathatja a vegyületek karakterét, arra példának hozhatjuk fel azt az esetet, ha megfordítva, egy alkoholba viszünk be karboxylgyököt, például az æthylalkoholba. Az így létesült tejsav nem mutat fel többé alkoholhatást, a carboxyl elnyomja a hydroxyl jellemét. Ilyen a viszony a fehérjék egyes gyökeinél is, akár eredeti, akár substituált gyökökről legyen szó.

A chemospecifikus vegyületeknél azonban tekintetbe kell még vennünk a bevitelle alkalmával szereplő vegyületeknek és a kémiai reakcióhoz szükséges segédanyagoknak, például savaknak,

lúgoknak stb. mellékhatásait is a substitúció létesítésekor. Hogy egy konkrét esetet vegyünk, a jódfehérje előállításánál a fehérje oldatához  $KJ$ -ot,  $KJO_3$ -ot és kénsavat adunk, mely esetben három erősen aktív ágensnek van alkalmja a fehérje eredeti sajátosságait befolyásolni. A fehérje érintkezésbe jut kénsavval, az energikus hidrogénjoddal és a még aktivabb, erősen oxydáló sajátosságú jódsavval, s végül a jóddal. Ehhez járul még az órákig tartó hevítés, amely magában is elegendő a fehérje struktúrájának megváltoztatására. Ezzel magyarázható, hogy a  $J$ -dal substituált fehérje teljesen elveszti fajtságát, ami tekintetbe véve a  $J$  kevésbé domináló jellegét vegyületekben, bizonyára nem következnek be. Ugyanílyenféle mellékhatásokkal kell számolnunk mindenféle fajta chemospecifikus vegyület előállításánál. E physikainak mondott behatások azonban olyan változások, amelyek lényegével egyáltalán nem vagyunk tisztában. Hogy gyökök nem lépnek be, arról bizonyosak vagyunk; de hogy hydrolysis, gyökátcsoportosulás vagy egyéb mélyreható változás bekövetkezhetik a fehérje kényes, változékony természete miatt, az viszont valószínű. Hogy physikai faktorok beavatkozása megváltoztathatja az antigéneket, azt legelsősorban ugyancsak OBERMAYER és PICK mutatták ki, akik egyáltalán úgy a physikai, mint chemiai behatások első tervszerű vizsgálói. Kimutatják, hogy a hő, egyes organikus oldószerekkel való huzamos érintkezés, változást idéz elő az antigén képességben. A fehérjék oly bonyolult szerkezetűek, és igen sok és sokféle gyökeik miatt annyira reakcióképesek, hogy már aránylag csekély melegítés, más anyagokkal szemben hatástalan vegyületek jelenléte mélyreható változást idézhet elő bennök. Mivel a különböző fehérjékben ugyanazon physikalis ágenssel végzett beavatkozások nem hozhatnak létre olyan egységes átalakulást, hogy valami hasonlóság keletkezzék molekulájukban, mint valamely substitúció esetén, azért nem képezhetnek a beavatkozó tényezőnek megfelelő új specifikusságot. Így a  $60^\circ$  C fölé hevített szérumfehérjék az úgynevezett coctoantigének nem hoznak létre olyan immunsavót, amelyek másféle eredetű hevített szérumfehérjével reagálnak.

Ezek figyelembevételével megérthető, hogy akkor, midőn physiko-chemiai állapotváltozások kísérik a chemospecifikus fehér-



jék előállítását, nem kapjuk meg ezeknek igazi és jellemző sajátosságait; valójában ezek olyan viszonyban lesznek az ideálisan előállítottnak képzelt chemospecifikus fehérjékkel, — melyek készítésénél mindenféle mellékbeavatkozás ki lehetne zárva — mint a natívfehérje van a felfőzött, lúggal, savval stb.-vel kezelt fehérjékkel. Minden mellékes tényező beavatkozásának kiküszöbölése a lehetőségig rendkívül fontos, a substituált fehérjék előállításánál az antigének biochemiáját illetően.

Erre a körülményre sem OBERMAYER és PICK, sem LANDSTEINER és munkatársai nem gondoltak. A chemospecifikus antigének közül felfedezte OBERMAYER és PICK a jódfehérje, a diazofehérje, a nitrofehérje, valamint e háromféle fehérjén kívül az azofehérjék nagy csoportjának antigén sajátosságait. Ezekhez csatlakoznak LANDSTEINER és munkatársai által antigéneknek talált formaldehydfehérje, a methyl- és az æthylalkohollal ætherifikált fehérjék és az acylfehérjék nagy csoportja, amely utóbbiak a substituálható gyökök variálásával nagyszerűen áttekinthető sorozatát képezik a chemospecifikus fehérjéknek, éppen úgy, mint az azofehérjék. Kiváló alkalmat adnak ezek a substituált fehérjék antigén jellemének tanulmányozására, a bevitt gyökök kémiai rokonságával kapcsolatban. De fontos ezenkívül ez az antigénsorozat azért is, mert a bevitt savgyökök mindenféle aminosavkomponenshez csatolódhatnak, s ami a leglényegesebb tulajdonság — a fehérje legaktívabb gyökeihez, az úgynevezett sóképző gyökökhöz kapcsolódnak, amelyek a fehérje minden reakciójánál főszerepet játszanak, míg ezzel szemben az azofehérjék substituensei, a diazovegyületek, az aromás gyűrűbe kapcsolódnak csupán és a sóképző gyököket érintetlenül hagyják. További érdekességet kölcsönöz ezen antigéneknek még az is, hogy a szervezet normális alkotórészeit képző savakat is felhasználhatjuk az immunitás problémáinak vizsgálására, ha substitueneknek használjuk fel őket.

A LANDSTEINER és LAMPL acyl-antigénjeinek azonban egy igen nagy hibájuk van, ami használhatóságukat jelentős kutatásokra lehetetlenné tette, hogy t. i. erősen denaturálódott és oldhatatlan fehérje-masszák. E súlyos hátrányos tulajdonság ellenére LANDSTEINER-nek és munkatársainak mégis sikerült e fehérjék

antigén képességét s azt kimutatni, hogy bizonyos mértékig a fehérjébe bevitt savgyökök chemiai rokonsága az immunreakcióknál komplement-kötéssel megnyilvánul. Az acylfehérjék egy részére azonban kísérleteik alapján azt állapították meg, hogy antianyagok képzésére alkalmatlanok, egyebek között a benzoylfehérjékre nézve is.

A chemospecifikus antigénnel végzett kísérleteinkben minket négy szempont vezetett. Elsősorban a fontosabb szerves savakkal substituált antigéneket oldható és kevésbé denaturált állapotban törekedtünk előállítani, hogy a megbízhatóbb, értékesebb és szemléltetőbb praecipitációs és anaphylaxiás kísérletekkel végezhessük vizsgálatainkat. Másodszor meg akartuk állapítani, vajjon a nem antigéneknak tartott acylfehérjék tényleg nélkülözik-e az antigénitást, vagy csupán az előállítás alkalmával veszítették el antigén képességüket a különböző mellékreakciók hatására. Harmadszor figyelemmel kísértük, hogy a bevitt gyökök quantitativ viszonyai milyen szerepet játszanak az immunreakcióban. Végül azt vizsgáltuk, hogy a chemospecifikus gyök bevitelle a baktériumfehérjék reakcióképességét fokozza-e, vagy csökkenti-e, mert tudvalevőleg a baktériumfehérjék nagyon rossz praecipitinogének és anaphylaktogének.

## KISÉRLETI RÉSZ.

### I. A benzoylált szérumfehérjék immunreakciói.

#### a) *Praecipitációs kísérletek.*

Abból a feltevésből kiindulva, hogy ha LANDSTEINER és LAMPL néhány szerves sav fehérje-származékát antigénnek találta komplement kötéssel, valószínűnek vehető, hogy a legtöbb sav fehérje-származéka antigénkarakterű és csupán az alkalmazott előállítási eljárás energikus mellékreakciói folytán szűntek meg antigéneknak lenni. MEDVECZKY a tudományos irodalom<sup>1</sup> által nem antigénnek minősített benzoyl-fehérjét választotta ki kísérleteink

---

<sup>1</sup> KOLLE-WASSERMANN: Handbuch der pathog. Mikroorganismen. III. Auflage.

tárgyául. Előállítására a LANDSTEINER és LAMPL által ajánlott mód helyett ugyanis egyszerűbb és egyben lényegesen kiméletesebb előállítási eljárást talált, amely általában mindenféle szerves sav vízben oldható és antigéntulajdonsággal bíró fehérjeszármazékának előállítására alkalmasnak látszik. Nemcsak a különböző benzoylfehérjék, de valamennyi, kísérleteinkben szereplő savfehérje-származék ezzel a módszerrel állítottatott elő. Példaképpen itt közöljük a benzoylszérum-fehérjék előállítását: 500 köbcentiméteres üveg dugós üvegbe 100 cm<sup>3</sup> friss steril szérum-fehérjéhez 1·5 gr benzoylchloridot és 8 cm<sup>3</sup> 2 1/2-szer normál NaOH-oldatot teszünk három részletben. Először 2 cm<sup>3</sup> nátronlúgot, majd 0·5 gr benzoylchloridot és azonnal hevesen összerázva mintegy 10 percig rázogatójuk, vagy még célszerűbben erőlyesen működő rázógépre tesszük 10 percre. Azután a második 2 cm<sup>3</sup> lúgot és 0·5 gr savchloridot tesszük hozzá, majd újabb 10 pernyi rázás után a harmadik adagot és ezzel 15 percig rázatjuk. A művelet befejeztével normál sósavból annyit öntünk több részletben rázogatózás közben a fehérjeoldathoz, hogy 1/2—2% HCl tartalma legyen. Másnap a csapadékot vászonkendőn átszűrve 1/2%-os sósavval megmossuk, azon nedvesen porcelláncésésében finom péppé dörzsöljük és steril 0·6%-os NaCl-oldattal 100 cm<sup>3</sup>-re egészítjük ki, s legcélszerűbben jégsezekrénybe tesszük. (De szobahőmérsékleten is jól eláll, a baktériumok huzamosabb idő múltán sem képesek elszaporodni rajta. A proteolytikus enzimek látszólag hatástalanok reá.)

Hogy az így előállított vegyület a fehérje eredeti szerkezetétől mennyiben tér el, arról könnyen tájékozódhatunk, ha tekintetbe vesszük, hogy a benzoylchlorid, mint savchlorid, a fehérjemolekulának sóképző csoportjaival lép reakcióba. Ezáltal az amphoter karakterű fehérje erősen csökkenti bázikusságát, reakcióképes gyökeinek számát pedig lényegesen redukálja.

A benzoylált fehérjemolekula egyes részeit tehát így kell elképzelnünk, például az aminogyök lekötése esetén:



Minden esetben egy molekula *HCl* képződik, amely egy molekula *NaOH*-ot fogyaszt. A benzoylozás azonban nem quantitativ, az ecetsavval savanyított benzoylfehérjeoldatból vízgőzzel ugyanis lekötetlen benzooesav megy át. A fehérjével reagáltatott benzooesav mennyisége körülbelül 14%.

A benzoylfehérje a kiindulási anyagul szolgáló fehérjéktől elsősorban abban különbözik physiko-chemiai szempontból, hogy hígított savaktól könnyen kicsapódik, ami a benzoylozással van arányban, s az amino- és iminogyökök lekötésével van összefüggésben. A benzoylfehérjék lúgmegkötő képessége is ennek megfelelően nagyobb, mint a fehérjéké. A fehérje-reagensekkel szemben való viselkedésük változatlan. Hogy a MILLON-reakció sem kisebb intenzitású, ez vagy azt mutatja, hogy a tyrosinkomponensek hydroxyljai csak igen kis hányadban eszterifikálódnak, vagy azt, hogy az eszterifikált tyrosin is adja a MILLON-reakciót.

Legelső immunizálási kísérleteinket a benzoylfehérjevegyületek közül a marhaszérum benzoylszármazékával végeztük, amely természetesen valamennyi szérumfehérje-frakció benzoylvegyületének keveréke. Ebből 6—8 naponként emelkedő mennyiségben hat injekciót adtunk intravénásan:  $\frac{1}{2}$ —1—2—3—4—5 cm<sup>3</sup> fehérjeoldatot a szérum eredeti töménységére vonatkoztatva, kétszeres hígításban. A benzoylfehérje a nyúlra egyáltalán semmiféle mérgező hatással nincs. Az immunanyagok képződése azonban lassúbb, mint natív fehérjével, mert a harmadik injekció után még egyáltalán nem jelentkeztek immunanyagok. A többi kísérletünknel is ezt tapasztaltuk. A nyert immunsavó szigorúan chemospecifikus volt, sem marha-, sem más fajú natív szérumfehérjét nem praecipitált, de energikusan praecipitálta a különböző szérumfehérjékből készült benzoylfehérjéket. (I. Táblázat.)

## I. Táblázat.

*Praecipitációs kísérletek benzoyl-marhaszérummal immunizált nyúl savójával.*

Benzoyl-marhaszérum fehérjével készült nyúl-immunsavó alárétegezve.\*

A n t i g e n	A hígítás mértéke											
	-	10	100	500	1000	2000	4000	6000	8000	10,000	15,000	20,000
Benzoyl-marhaszérum ---	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Marhaszérum ---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzoyl-sertésszérum ---	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Benzoyl-lószérum ---	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
m-nitrobenzoyl-marhaszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
p-nitrobenzoyl-marhaszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
m-nitrobenzoyl-sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
p-nitrobenzoyl-sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
m-nitrobenzoyl-lószérum ---	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
p-nitrobenzoyl-lószérum ---	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Sertésszérum ---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lószérum ---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Physiológias konyhasóoldat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Közönséges nyúlsavó alárétegezve												
Benzoyl-marhaszérum ---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m-nitrobenzoyl-lószérum ---	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Annak demonstrálására, hogy valóban a benzoylgyök ellen irányul az immun-hatás, nyúlszérumból készült benzoyl-fehérjét, valamint benzoyl-gelatinát is praecipitáltattunk. Ezek magasabb hígításoknál sajátságosan vékony, de határozott gyűrűket adtak.

\* A praecipitációs gyűrűk leolvasása 10 percen belül történt minden kísérletünkénél.

Érdekes, hogy a benzoylgelatina magasabb titerben reagál még az immunizálásra használt benzoylantigénnél is. Tehát a reakció nem az immunizálásra használt chemospecifikus antigénnél éri el a maximumát. Hogy a hyperfunkció miben leli magyarázatát, nem tudjuk. Annál különösebb ez, mivel éppen egy anti-anyagot termelni nem képes anyag váltja ki. Táblázatunkba (II táblázat) belevettük a benzoyl-tojásalbumin immunreakcióját is annak szemléltetésére, hogy nem csupán a benzoyl-szérumfehérjék praecipitabilisek, hanem a benzoylgelatina, de más eredetű fehérjék benzoylszármazéka is.

Vizsgálatainkat kiterjesztettük arra is, vajjon karboxylt tartalmazó szerves savak a chemiailag rokon, de anyagukban lényegesen különböző kéntartalmú sulfosavakkal immunphysiologiai szempontból is rokonok-e? Pozitív eredményt kaptunk kis titerben.

A praecipitációs kísérletekbe ellenőrzésül beállítottuk a sósavval kezelt fehérjét is annak bemutatására, hogy a benzoylfehérjék kicsapása sósavval semmi összefüggésben sincs azok chemospecifikusságával (II. Táblázat).

Annak vizsgálatára, hogy a zártláncú savak fehérjeszármazékai immunbiológiai szempontból rokonok-e a nyíltláncú savak fehérjeszármazékaival,  $\alpha$ -Br-propionyl-,  $\alpha$ -Br-isovaleryl- és  $\alpha$ -Br-isocapronylfehérjéket készítettünk az ismertetett módon, s oldataikat összehoztuk a benzoyl-lószérumfehérjével készült immunsavóval. Az itt kapott eredményekből s az előbbiekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy *az összes szerves savakból készült fehérjeszármazékok immunbiológiailag rokonok* s a substituált acylgyökből csak a savi rész, azaz a carboxyl rész (illetőleg a sulphuryl) domináló, ami plausibilis ennek nagy affinitásánál fogva. A szénhydrogénrész, illetőleg a savi gyökön kívül álló rész, alárendelt jelentőségű, csupán a reakció mértékére, intenzitására van hatással (III. Táblázat).

Igen különös jelenséget fedeztünk még fel, midőn a natív szérumfehérje és a belőle készült benzoylfehérje és az ezekkel készült immunsavók egymáshoz való viszonyát vizsgáltuk. Láttuk már előbb, hogy a benzoylfehérjék immunsavói nem reagáltak többé a natív fehérjékkel. Tehát felmerült az a kérdés, hogy reciprok esetben — a megfelelő benzoylszérumfehérjét hozva





## III. Táblázat.

*Praecipitációs kísérletek benzoyl-lószérummal immunizált nyúl savója és nyílt láncú zsírsavak fehérjeszármazékai között.*

Benzoyl-lószérum fehérjével készült nyúl-immunsavó alárétegezve.

A n t i g e n	A hígítás mértéke									
	-	10	100	200	500	800	1000	2000	4000	6000
$\alpha$ -Br-Propionyl-lószérum	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
$\alpha$ -Br-Propionyl-marhaszérum	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Br-Propionyl-sertésszérum	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Br-Isovaleryl-lószérum	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
$\alpha$ -Br-Isovaleryl-marhaszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
$\alpha$ -Br-Isovaleryl-sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
$\alpha$ -Br-Isocapronyl-lószérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
$\alpha$ -Br-Isocapronyl-marhaszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
$\alpha$ -Br-Isocapronyl-sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	±
$\alpha$ -Br-Physiológias konyhasó oldat	-									

össze a nativfehérjével készült immunsavóval — ugyancsak negatív eredményt kapunk-e? Meglepetésünkre a lósavóval készült nyúl-immunsavó elég magas titerben reagált a benzoyl-lófehérjével, megmutatván azt, hogy a benzoyl-lószérumfehérje a behelyettesítés kémiai folyamata után is megőrizte alapstruktúráját, amely tehát így szükségképpen kielégíti az ennek megfelelő szerkezetre beállított immunsavót, a natív fehérjével készült immunsavót. Ez a tény nagyban hozzájárul annak megértéséhez, hogy a substituált fehérjékben jelenlevő új gyök, a fehérjéhez hozzáadott rész — vagy túlsúlyával, hogy többször fordul elő a fehérje molekulában, vagy némely esetben energikusabb affinitásával — olyan új tulajdonságokat kölcsönöz a fehérjének, hogy az egész immunreakció kizárólag erre az új gyökre hangolódik (IV. Táblázat).

## IV. Táblázat.

*Praecipitációs immunreaktio nativ sertés- és lószérummal készült nyúl-immunsavók és benzoylált sertés- és lószérum között.*

Antigén	A higitás mértéke													
	1	10	100	1000	2000	4000	5000	8000	10,000	15,000	20,000	30,000	40,000	50,000
Sertésszérummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.														
Benzoyl-sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Sertésszérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Physiologias konyhasóoldat	-													
Lószérum fehérjével készült nyúl-immunsavó alárétegezve.														
Benzoyl-lószérum	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lószérum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Benzoyl-marhaszérum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Physiologias konyhasóoldat	-													

Immunizáltunk ezenkívül a különböző substituált benzoyl-gyökökkel készült fehérjékkal is. Ámde ezek, mivel náluk csak néhány ezerszeres higitásig praecipitáló immunsavót kaptunk s a substituált fehérjék közti különbségek érzékenyebb demonstrálására alkalmatlanok; azért a reájuk vonatkozó eredményeinkről itt nem számolunk be. Ugyancsak meg kell még említenünk, hogy a chemospecifikus fehérjék antigén karakterének további megállapítására komplementkötési reakciót is vizsgáltunk, amelyek eredményei lényegében megegyeznek praecipitációs kísérleteink eredményével. Ezek közreadását is mellőzzük, mivel csak ismétlésekbe bocsátkoznánk. Jellemző azonban rájuk, hogy a praecipitációs titernél nagyobb higitásban reagálnak, amint az elvárható volt.

b) *Anaphylaxiás kísérletek.*

Lényegesnek tartottuk, hogy a benzoyl-fehérje praecipitogén képességével parallel anaphylaktogén sajátosságát is vizsgálat tárgyává tegyük. Kísérleteinkhez tengeri malacokat használtunk, amelyeket részben active, részben passive sensibilizáltunk. Az aktív anaphylaxiához szükséges sensibilizálást  $2 \text{ cm}^3$  kétszeres hígítású benzoyl-lószérumfehérjével végeztük és a reinjekciókat 16 nap elteltével adtuk. A passzív anaphylaxia létesítésére a sensibilizálást  $2 \text{ cm}^3$  immunsavóval végeztük és a reinjekciót 24 óra múlva kapták az állatok. Az anaphylaxia alsó határát csak hozzávetőleg titráltuk ki s keresztreakciót is csak néhányat csináltunk (V/a és V/b Táblázat).

A passzív anaphylaxiánál végzett keresztreakciók azt mutatják, hogy a benzoylfehérjénél a fehérje alapstruktúrája is nagy szerepet játszik annak anaphylaktogén képességénél, éppen úgy, mint a praecipitációnál. Különös azonban, hogy az anaphylaktogénfunkció nem éri el a praecipitációnak megfelelő értéket, hanem állandóan alatta marad, ha natívfehérjét veszünk zsinórmértékül. Az a nyúl-immunsavó ugyanis, amely natív fehérjével készült, már alacsony praecipitációs titer esetén is megöli a kísérleti állatokat, tengeri malacokon végzett passzív anaphylaxiás kísérletekben, a neki megfelelő antigén injiciálása esetén. A benzoyl-lószérumfehérje immunsavója azonban, bár elég nagy hígításig praecipitál keresztreakciókban más benzoylszérumfehérjékkel, nem képes ekkora titerben halálos anaphylaxia kiváltására keresztreakciót alkalmazva; igen súlyos shock csupán az eredmény; csak az ennél magasabb titerben szereplő antigénként szolgált benzoyl-lószérumfehérje képes megölni a kísérleti állatokat. Egyedül az itt feltüntetett eredményekre szorítkozva azt is lehetnők, hogy chemospecifikus antigénjeink által keresztreakcióval egyáltalán nem lehet halálos anaphylaxiás shockot kiváltani. Egy másik kísérletsorozatban azonban látni fogjuk, hogy a magas titerben praecipitáló benzoylgelatinából már rendkívül kis mennyiségek is elegendők erre. Pedig ez az anyag nem is antigén, hatásfok tekintetében mégis jóval túlszárnyalja azokat. Semmi esetre sem lehet véletlen, hogy éppen ez az anyag oly hatásos anaphylaxia

## V/a. Táblázat.

*Anaphylaxiás kísérletek tengeri milacokon,  
amelyeket 2 cm<sup>3</sup> kétszeres hígítású benzoyl-lószérummal  
active sensilibizáltunk.*

Reinjekció a 15-ik napon	Tünetek
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·2 cm <sup>3</sup>	Tipikus anaphylaxiás jelenségek közt elpusztul 3 percen belül
1 cm <sup>3</sup> lószérum	Tünetmentes
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-sertésszérum = 0·2 cm <sup>3</sup>	5 percen belül elpusztul
0·5 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-sertésszérum = 0·1 cm <sup>3</sup>	4 percen belül elpusztul
1 cm <sup>3</sup> sertésszérum	Tünetmentes
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-marhaszérum = 0·2 cm <sup>3</sup>	4 percen belül elpusztul
1 cm <sup>3</sup> marhaszérum	Tünetmentes
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·2 cm <sup>3</sup>	2 percen belül elpusztul
0·75 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·1 cm <sup>3</sup>	2 percen belül elpusztul
0·5 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·15 cm <sup>3</sup>	3 percen belül elpusztul
0·25 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·05 cm <sup>3</sup>	4 percen belül elpusztul
0·1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0·02 cm <sup>3</sup>	5 percen belül elpusztul

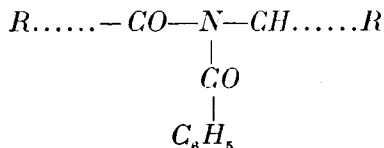
## V/b. Táblázat.

*Anaphylaxiás kísérletek tengeri malacokon, amelyeket benzoyl-lószérummal készült nyúlimmunsavó 2 cm<sup>3</sup>-ével passive sensibilizáltunk.*

Reinjekció 24 óra múlva	Tünetek
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-lószérum = 0.2 cm <sup>3</sup>	Másfél percen belül elpusztul
1 cm <sup>3</sup> lószérum	Tünetmentes
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-sertésszérum = 0.2 cm <sup>3</sup>	Tipikus anaphylaxiás tünetek, 45 perc múlva magához tér s életben marad
1 cm <sup>3</sup> sertésszérum	Tünetmentes
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású benzoyl-marhaszérum = 0.2 cm <sup>3</sup>	Súlyos anaphylaxiás tünetek, 15 perc múlva magához tér s életben marad
1 cm <sup>3</sup> ötszörös hígítású meta-nitro-benzoyl-marhaszérum = 0.2 cm <sup>3</sup>	Súlyos anaphylaxiás tünetek, 10 perc múlva magához tér
1 cm <sup>3</sup> marhaszérum	Tünetmentes

előidézésére, amely oly nagy hígításokig praecipitál. E jelenség is a mellett szól, hogy a praecipitáció és az anaphylaxia között szoros összefüggésnek kell fennállnia. Az aktív anaphylaxiás kísérleteknél mindössze arra szorítkoztunk, hogy kimutassuk, hogy halálos anaphylaxia elérhető. A sensibiláló antigén és az egyes keresztreakciók kititrálására igen sok állatra lett volna szükségünk. Mindenesetre érdekes lett volna kikutatni, hogy a praecipitációs táblázatokban szereplő összes anyagoknál az anaphylaxiás titerek a praecipitációs titerekkel quantative milyen

összefüggésben vannak. Hogy a különböző eredetű fehérjék benzoyl-származékai túlnyomóan valamely carbonyl strukturában mutatnak hasonlóságot, amely pl így fejezhető ki:



az itt az anaphylaxiánál is arra utal, amit a praecipitációs reakciónál is bizonyítottunk, t. i., hogy az *immunreakció* kizárólag az acylálás által előállt új szerkezetre hangolódott. Ez egyben a praecipitációs és anaphylaxiás tényezők teljes párhuzamosságát bizonyítja.

e) *Kísérletek a benzoésav haptén természetének vizsgálatára.*

Minthogy kísérleteinkkel a benzoylfehérjék chemospecifikus természetét teljesen felderítettük, hátra volt még az a kérdés, vajjon a bevitt gyök, amelyre az immunitás be volt állítva, önmagában, vagyis fehérje nélkül képes-e az immunszérummal valamilyen formában reagálni? LANDSTEINER ugyanis az azofehérjékkal végzett kísérletei közben arra az eredményre jutott, hogy a fehérjébe bevitt gyököknek megfelelő vegyületek is reagálnak az immunsavóval olyan módon, hogy azoknak aktív komponenseit lekötik s evvel őket a további immunreakciókra alkalmatlannokká teszik. Ezt a jelenséget LANDSTEINER gátló hatásnak nevezte el. Ilyen gátló hatást minden hapténnek fel kell mutatnia, miután az immunsavóval reakcióképes, ez magától értetődik. A mi chemospecifikus antigénünk esetén a benzoésavnak kell hapténként funkcionálni, tehát ha összehozzuk az immunsavóval, meg kell annak praecipitáló képességét akadályoznia.

E kísérleteinkhez benzoésavat majd Na-benzoatot használtunk s azt találtuk, hogy gátló hatás kimutatható ugyan a fentemlített anyagok egy bizonyos koncentrációja mellett; de azt is találtuk még, hogy ebben a koncentrációban az anyagok más immunsavó és a neki megfelelő antigen közötti reakciót is akadályozták (VI/a és VI/b Táblázat).

VIa. Táblázat.

*Praecipitatio-gátlási kísérletek Na-benzoattal.*

Benzoyl-lószérummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.

Antigén	A hígítás mértéke											
	2	20	200	400	800	1,000	5,000	10,000	20,000	40,000	50,000	75,000
Benzoyl-lószérum, mely minden hígításban 2·5 % Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzoyl-lószérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Benzoyl-marhaszérum, mely minden hígításban 2·5 % Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzoyl-marhaszérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+				
Lószérummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.												
Lószérum, mely minden hígításban 2·5 % Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lószérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-

Ilyen módon tehát a benzooesavnak, illetőleg sójának haptén-természetét kimutatni nem tudtuk s ezért megkíséreltük, hogy ezt anaphylaxiás kísérletekkel végezzük el. Ehhez a többi ismertett kísérletünkhöz hasonlóan benzoyl-lószérum kétszeresre hígított oldatának 2—2 cm<sup>3</sup>-jével sensibilizáltunk tengeri malacokat. A tizenhetedik napon 1--8 cm<sup>3</sup> Na-benzoatot adtunk nekik subcutan 5 %-os oldatból deszenzibilizálás céljából. 24 órára rá közepes adaggal reinjiciáltunk, abból a feltevésből kiindulva, hogy ha ez az egyszerű chemikále képes az immunanyaggal való reakcióra, ez 24 óra alatt már végbe mehetett; azonban a várt deszenzibilizálás

## VI/b. Táblázat.

*Praecipitatio-gátlási kísérletek Na-benzoattal.*  
Benzoyl-lószérummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.

Antigén	A higitás mértéke											
	5	20	200	400	800	1,000	5,000	10,000	20,000	40,000	50,000	75,000
Benzoyl-lószérum, mely minden higitásban 1% Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Benzoyl-lószérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Benzoyl-marhaszérum, mely minden higitásban 1% Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Benzoyl-marhaszérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+				
Lószérummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.												
Lószérum, mely minden higitásban 1% Na-benzoatot tartalmaz	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Lószérum Na-benzoat nélkül	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-

nem következett be, hanem az állatok antigénnel történt reinjekcióra sorban mind elpusztultak a legrövidebb időn belül (VII. Táblázat).

Mivel a reinjekció nem a legkisebb halálos dosissal történt, e kísérletek csak azt bizonyítanak, hogy a haptének több halálos dosis hatásának meggátlására képtelenek s még nagy mennyiségben is csak mérsékelt hatásúak. Ezért egy más kísérletsorozatban, amelyben benzoyltyphusfehérjével sensibilizáltunk, megismételtük e kísérleteinket azzal a módosítással, hogy csak egyszeres letális adaggal reinjiciáltunk, gátló hatást azonban akkor sem voltunk képesek kimutatni, mint alább látni fogjuk.



## VII. Táblázat.

*Anaphylaxiás kísérletek tengeri malacokkal, melyek 2–2 cm<sup>3</sup> benzoyl-lószérummal active sensibilizáltattak és 24 órával a reinjektio előtt Na-benzoat-oldatot kaptak.*

Szám	A reinjektio előtt 24 órával subcután kapott Na-benzoat mennyisége	A reinjiciált benzoyl-lószérum mennyisége	Tünetek
1	1 cm <sup>3</sup> 5%-os oldat	0.1 cm <sup>3</sup> ötszörösen hígítva	1 percen belül tipikus anaphylaxiás tünetek között elpusztul
2	2 cm <sup>3</sup> 5%-os oldat	0.1 cm <sup>3</sup> ötszörösen hígítva	1 percen belül tipikus anaphylaxiás tünetek között elpusztul
3	4 cm <sup>3</sup> 5%-os oldat	0.1 cm <sup>3</sup> ötszörösen hígítva	1 percen belül tipikus anaphylaxiás tünetek között elpusztul
4	6 cm <sup>3</sup> 5%-os oldat	0.1 cm <sup>3</sup> ötszörösen hígítva	1 percen belül tipikus anaphylaxiás tünetek között elpusztul
5	8 cm <sup>3</sup> 5%-os oldat	0.1 cm <sup>3</sup> ötszörösen hígítva	1 percen belül tipikus anaphylaxiás tünetek között elpusztul

d) *A praecipitabilitásnak és a szubsztituált gyök mennyiségének összefüggése a chemospecifikus antigéneknél.*

Hogy a chemospecifikus antigéneknél az immunreakciók és az antigénbe substituált chemiai komponens mennyisége között quantitativ összefüggésnek kell lenni, az a chemospecifitás jelenségeiből logikusan következik. Ez a körülmény azonban, úgy látszik, elkerülte az eddigi kutatók figyelmét, mert ezideig ilyen tárgyú kísérletekről még senki sem számolt be. Pedig ezek vannak hivatva megvilágítani az immunitás chemiai természetű rejtélyeit, amelyek kutatása az immunreakciók lényegének megfejtését hozza közelebb. Mi e probléma felé a kezdő lépést megtettük. Egyelőre csupán tájékoztató kísérletet óhajtottunk végezni annak

az eldöntésére, hogy tényleg megvan-e az elméletileg megállapított kvantitatív kapcsolat az immunreakciók és a substituált gyök között. Kísérleteink azonban többet nyújtottak ennél, amennyiben az antianyag és az antigén egyesülési mechanizmusára is fontos kísérleti támpontokat adtak s nagyszerű kísérleti alapokat szolgáltatottak az ilyen fajta kutatások számára.

Az immunreakciók kvantitatív viszonyainak vizsgálatát azonban nemcsak praecipitációval, hanem ellenőrző kísérletkép és egyéb célból anaphylaxiás biológiai reakciókkal is végeztük. De az utóbbiak eredményeit csak az utolsó kísérletsorozatunkban tüntetjük fel, mivel ahhoz csatlakoznak szervesen. Praecipitációs kísérleteinkben benzoyl-lószérumfehérjével készült nyúl-immunsavót s benzoylgelatinát használtunk. Választásunk azért esett a benzoylgelatinára, mert a gelatinába a benzoylgyök substituálása sokkal nagyobb százalékban lehetséges oldhatatlan termékek keletkezése nélkül, mint szérumfehérjékbe. Másrészt mint nem antigénanyag feltétlen biztosítékot szolgáltathat arra nézve, hogy kizárólag benzoylgyök tartalmánál fogva reagál.

A kvantitatív vizsgálatok megejtésére benzoylgyököt emelkedő mennyiségben reagáltattunk gelatinával  $\frac{1}{2}\%$  benzoyl-komponenstől 40%-ig, vagyis olyan benzoylgelatina-vegyületeket készítünk, amelyekben  $\frac{1}{2}\%$  — 2%, 4% stb. benzoylgyök hatott a gelatinára (száraz anyagára vonatkoztatva).

A praecipitációs reakciónak ez anyagok sorozatában úgy kell növekednie, amint növekszik a benzoylgyök mennyisége; ez a várható következmény, ha egyéb faktor nem játszik bele a reakcióba. De számolnunk kellett még a substitúció kapcsán azzal is, hogy a savgyökök bevitelével a fehérjemolekulában megcsökkennek a molekuláknak legreakcióképesebb gyökei, az amino-, imino- és hydroxyl gyökei is (tehát sóképző gyökei), amelyek az antigén és antianyag egyesülésénél valószínűen főszerepet játszanak, ha ez a reakció valamennyire kémiai, illetőleg physiko-kémiai jellegű. Emiatt tehát a praecipitáció intenzitásának egy bizonyos ponton túl csökkennie kell, ha feltevésünk helyes, azaz a két tényezőt összegezve: ha immunsavónkat növekedő mennyiségben substituált benzoylgelatinával hozzuk össze, eleinte erősödni kell az immunreakciónak, amit az illető benzoyl-



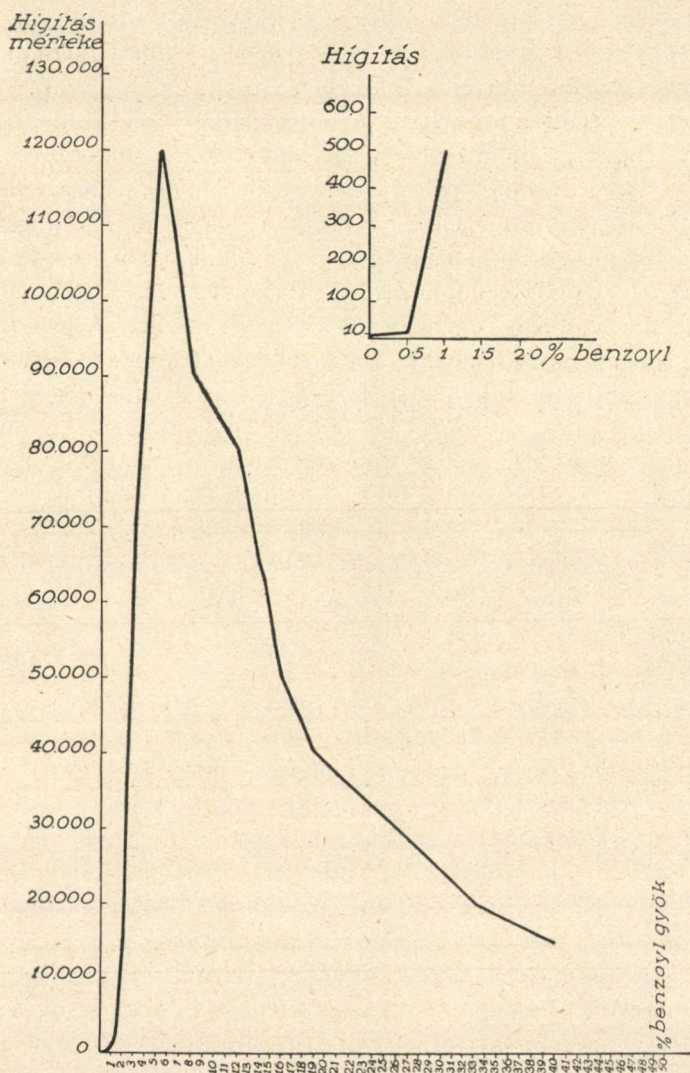
Az eredmények grafikusan feltüntetve sokkal szemléltetőbbek. Eleinte a benzoylgyök mennyiségének igen kis emelkedése hatványozott hatást eredményez, hogy azután kulminációját elérve, alázuhanjon a praecipitáció titere.

## II. A benzoylált typhus-fehérje immunbiológiai sajátosságai.

### a) *Praecipitációs kísérletek.*

Tudjuk, hogy a különböző származású fehérjék immunizáló képessége különböző; egyesek igen gyorsan és tartósan immunizálnak, mások kevésbé és rövidebb ideig. Főleg a mikroorganizmusok fehérjéi között vannak igen nagy ellentétek. Érdekesnek ígérkezett tehát megvizsgálni, vajjon a gyenge praecipitinogén és anaphylaktogén, de egyéb formában a nyulat könnyen és energikusan immunizáló typhusbacillus fehérjéje erélyes praecipitin- és anaphylaktin-termelő-e benzoyl-typhusfehérje formájában. Ennek eldöntésére kezdetben a typhusbacillusból előállított fehérjét benzoyláltuk, majd később magát a nativ baktérium-tömeget minden előzetes procedura nélkül: egyrészt azért, hogy minél kevésbé változtassuk meg a fehérje természetét, másrészt pedig azért, hogy ezen a módon a baktériumok testének belsejében változatlan typhusfehérjét is visszahagyva, párhuzamot vonhassunk ennek és a belőle létesített benzoylfehérjének immunbiológiai hatékonysága között.

A benzoylozást körülbelül 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-es suspenzióval végeztük, azonban nem csaptuk ki savval a terméket, csupán neutralizáltunk az acylálás végeztével. A nyúl intravénás immunizálásához a részben összeálló baktériumsuspenziót először egy-két csepp híg nátronlúgban «oldottuk» bromthymolkék indikátor jelenlétében, majd néhány csepp 1/2%-os sósav oldatával reakcióját 7—6·5 cm<sup>3</sup> ph-ra állítottak be. E vaccinából hatnapi időközökben 1—10 cm<sup>3</sup>-t emelkedő dózisban adtunk a nyúl fülébe 10 injekcióban s az utolsó injekció után hatodik napra az állatot elvéreztettük. A nyert immunsavó úgy a typhusbacillus fehérje, mint a belőle nyert benzoylfehérje ellen tartalmazott immunanyagokat. Agglutinált is 4000-szeres hígításig typhusbacillust.



Praecipitációs próba az immunsavót rendkívül hatékonynak mutatta. Egészen szokatlan hígításokig kaptunk reakciókat és a benzoylgelatina itt is sokszorosán túlszárnyalta hatásfokban a többi benzoylfehérjét. Typhusfehérjével azonban, melyet a bakté-

riumokból igen híg nátronlúg segítségével állítottunk elő, csak alacsony títért kaptunk; a benzoylfehérje, mint konkurrens-antigén, nagyon elnyomta akcióképességét (IX. Táblázat).

Hogy erről a reakcióról fogalmat alkossunk, gondoljuk el, hogy a tiszta, vízmentes benzoyl-gelatina 10.000,000-szoros higitásban még mindig praecipitál. Pedig ebben a benzoylgyök, amelyre az immunreakció be van állítva, legfeljebb 5%-a az összmennyiségnek. Ez a hatóanyag legalább 200.000,000-szoros higitásának felel meg. Ez immunsavónkkal kapott s a táblázatban feltüntetett praecipitációs eredmények a benzoyl-lószérumfehérje nyúl-immunsavójának eredményeivel összhangban vannak. Az értékek csupán annyiban tolódtak el, hogy az összes titerek magasabbak. A különböző százalékban acylált benzoyl-gelatinák quantitativ praecipitációját az előbbi kísérletünkben használt anyagokkal megismételtük s ismét teljesen hasonló görbét kaptunk.

Kísérleteket végeztünk továbbá még arra nézve is, hogy nem fehérjeszerű benzoylszármazék ad-e immunsavónkkal praecipitációt. Csupán a benzoésavas-aethylestert, glucosepentabenzoatot és glicerinbenzoatot, valamint a kolloid arábi-gummi, agar-agar benzoylszármazékát említjük a próbálkozásokból, melyek, egy kivételével, mindannyian határozott negatív eredménnyel jártak. Hozzátesszük azonban, hogy a kísérletekre használt anyagok csak igen kis mennyiségben oldhatók, tehát arra nézve, hogy benzoylgyököt tartalmazó nem fehérjeszerkezetű vegyületek praecipitabilisek-e, nem mondhatunk véleményt. Annál kevésbé tehetjük ezt, mert benzoylált arábi-gummi oldata, mely szintén csak kis mennyiségben oldható, praecipitált. Tízszeres higitáson túl azonban határozott reakciót nem kaptunk s így ez egyedülálló esetet sem fogadhatjuk el pozitív eredménynek, habár más immunsavóval beállított kontroll s a 0·85%-os konyhasóval, valamint arábi-gummi-val végzett kontroll negatív eredményt adott.

b) *Passzív anaphylaxiás kísérletek.*

Fennmaradt 22 cm<sup>3</sup> immunsavónkat passzív anaphylaxiás kísérletekre fordítottuk annak megállapítására, hogy a magas titerű savóval ki tudunk-e halálos shockot váltani kereszt-

IX. Táblázat.

*Benzoylált typhusbaktériummal készült nyúl-immunsavó praecipitációs reakciói.*

Benzoylált typhusbaktériummal készült nyúl-immunsavó alárétegezve.

Antigén	A higtás mértéke											Szárm- tényezőre átzámítva				
	10	20	100	1,000	5,000	10,000	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000		120,000	150,000	200,000	250,000
Typhusfehérje 1 0/00-es oldat	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,400
Benzoyl-typhusfehérje 1 0/00-es oldat	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,000
Benzoyl-sertésszérum, melyre 17% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	40,000
Benzoyl-lószérum, melyre 17% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	40,000
Benzoyl-marhaszérum, melyre 17% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	40,000
Benzoyl-gelatina 2%-os oldata, melyre 2% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	140,000
Benzoyl-gelatina 2%-os oldata, melyre 5% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	700,000
Benzoyl-gelatina 2%-os oldata, melyre 15% benzoyl-gyök hatott	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	420,000
Physiologias konyhasó-oldat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2%-os gelatina-oldat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

reakciókkal, s ezért 11 tengeri malacot sensibilizáltunk vele 2—2 cm<sup>3</sup> mennyiségben és 24 óra múlva reinjiciáltunk.

### X. Táblázat.

*Benzoylált typhusbacillussal készült nyúl-immunsavóval  
passive sensibilizált tengeri malacokon végzett  
anaphylaxiás kísérletek.*

Szám	5% benzoylgyökkel reagált benzoyl-gelatina 2%-os oldatából mennyiség:	Eredmény
1	1 cm <sup>3</sup> _____	Elpusztul 1 percen belül
2	0.5 cm <sup>3</sup> _____	“ 2 “ “
3	0.1 cm <sup>3</sup> _____	“ 1 “ “
4	0.01 cm <sup>3</sup> _____	“ 3 “ “
5	0.005 cm <sup>3</sup> _____	“ 4 “ “
15—17% benzoylgyökkel reagált benzoyl-lószérum		
6	1 cm <sup>3</sup> _____	Elpusztul 1 percen belül
7	0.5 cm <sup>3</sup> _____	“ 2 “ “
8	0.1 cm <sup>3</sup> _____	“ 2 “ “
9	0.01 cm <sup>3</sup> _____	“ 5 “ “
<b>Kontrollok</b>		
a) <i>Sensibilizált tengeri malacok:</i>		
10	1 cm <sup>3</sup> 2%-os gelatina oldat _____	Tünetmentes
11	1 cm <sup>3</sup> 2½%-os Na-benzoat oldat _____	“
b) <i>Nem sensibilizált tengeri malacok</i>		
12	1 cm <sup>3</sup> benzoylgelatina 2%-os oldata, melyre 5% benzoyl-gyök hatott _____	“
13	1 cm <sup>3</sup> benzoyl-lószérum _____	“



Míg benzoyl-lószérummal kezelt nyúl savójával *passive* tengeri malacot nem voltunk képesek úgy sensibilizálni, hogy más benzoylszérumfehérjékkel keresztreakció formájában halálos shockot váltson ki, addig ez igen jól sikerült benzoyl-typhusfehérje nyúl-immunsavójával. A benzoylgelatina erősen praecipitábilis természete sejteni engedte, hogy anaphylaxiás reakciókra is igen alkalmas anyagot szolgáltat, ezért végeztük e keresztreakciókat elsősorban evvel.

A benzoylgelatinával kapott eredmények három szempontból is jelentősek. Bebizonyosodott, hogy az anaphylaxiánál is lehet egyetlen gyökre beállítva az immunreakció éppen úgy, mint a praecipitációnál, ami a két reakció rokonságára mutat. Másrészt bebizonyult, hogy halálos shockot *passzív* anaphylaxiánál is lehet kiváltani keresztreakciókkal. Harmadszor sikerült bebizonyítani, hogy anaphylaxiát nem antigén anyagok is képesek előidézni. Hogy a benzoylgelatina nem antigén, arról többszöri sikertelen immunizálással győződünk meg.

#### c) *Aktív anaphylaxiás kísérletek.*

Hátra volt még az immunreakciók kvantitatív vizsgálataival kapcsolatban annak kikutatása, hogy az anaphylaxiával milyen viszonyban van a substituált gyök mennyisége és annak határfoka; található-e határozott összefüggés közöttük úgy, mint azt a praecipitációnál találtuk. Arányos lesz-e ez a benzoylmennyiséggel vagy még más tényezőktől is függ, s ez a tényező felismerhető-e.

Ezek a kérdések annál fontosabbak, mert az anaphylaxiánál végbemenő reakcióról éppenséggel semmit sem tudunk. Ha valami kísérleti támpontot kaphatunk róla, az iránytűül szolgálhat a megfejtése, felé vezető úton. Másrészt bizonyítékot kaphatunk arra nézve is, hogy a praecipitáció és az anaphylaxia mennyiben függenek össze egymással. Okunk volt tehát arra, hogy a kvantitatív kísérletekre súlyt helyezünk nemcsak a praecipitációs, hanem az anaphylaxiás kísérleteknél is. Sensibilizálásra e kísérletünkben az immunizálásra legjobban bevált benzoyltyphusfehérjét használtuk. Ennek körülbelül egy ezrelékes suspenziójából mintegy

20—25 % benzoyltartalommal 2 cm<sup>3</sup>-t injiciáltunk 21 darab 160—220 gr súlyú tengeri malacnak subcután, s a huszadik napon hajtottuk végre a reinjiciálásokat. Legelőször az 5 % benzoylkomponenssel reagált gelatinabenzoyl, majd a 2 % és a 20 % benzoylgyökkel reagált gelatinák letális dosisát titráltuk ki. Azért választottuk ezt a háromféle vegyületet, mert ezek eredményei szembeötlő különbségeket adtak a benzoylgelatinával végzett praecipitációs reakciókról készített görbén. Többféle anyagot nem vehetünk, mert úgy igen sok állatra lett volna szükségünk. A kapott eredmények így is eléggé bizonyítók (XI. Táblázat).

Ha a halálos adagok határértékét összehasonlítjuk táblázatunkon, a 2 % benzoylkomponenssel és az 5 % benzoylkomponenssel reagált benzoylgelatina praecipitációs titerével, úgy azt találjuk, hogy eléggé megegyezik a kétféle úton kapott eredmény. Az 5 % benzoylgyökkel és a 20 % benzoylgyökkel reagált benzoylgelatinák praecipitációs titerének aránya és az anaphylaxiás halálos adagok aránya közt azonban eltérés van. Míg a praecipitációs titernél ez az arány kereken 1:1,7, itt kereken 1:1,3 az arány. Hogy ez azonban a kísérleti hibák határain belül mozog, az kissé behatóbb áttekintésre megállapítható. Igen könnyen elképzelhető például, hogy a halálos adagok határértékét 30—30 állat — kísérletből 0,00075 — és 0,0013-nek találtuk volna. Ilyen kisszámú kísérletben az individuáli s különbségek, a kor-, a súly-, a resistenciakülönbség könnyen adhatnak sokkal nagyobb hibát is. De még egy dolog támogatja azt a fel fogásunkat, hogy ezeknek a kísérleti eredményeknek hasonlósága a praecipitációs görbéhez a valószínűbb eset. Ha tudniillik csupán a benzoylgyök mennyisége lenne az anaphylaxiát kiváltó tényező, az eredményeknek 10:2<sup>1/2</sup>:1 arányban kellene állniok. Ez eredmények alapján az utóbbi összefüggés a legnagyobb valószínűséggel ki van zárva. Nézzük most, mit mondanak az összehasonlítások. Ha ezen kísérleteink, valamint az előző kísérleteink néhány eredményét összegyűjtjük, úgy ezekből három tényre következtethetünk: 1. *hogy a praecipitáció és az anaphylaxia intenzitás-változása quantilative párhuzamos ezen immunreakcióknál; 2. az anaphylaxiánál éppen úgy, mint a praecipitációnál, ugyanannyi sóképző gyök aránylagosan*

XI. Táblázat.

*Összehasonlító kvantitatív anaphylaxiás kísérletek különböző százalékban benzoylált gelatinával, benzoylált typhusbaktériumokkal, active sensibilizált tengeri malacokon.*

Szám	Reinjektio 5% benzoylgyökkel reagált 2%-os benzoylgelatinával intravénásan	Eredmény
1	0.1 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Elpusztul 1 percen belül
2	0.01 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 2 “ “
3	0.002 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 4 “ “
4	0.001 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 5 $\frac{1}{2}$ “ “
5	0.0005 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	(Súlyos anaphylaxiás tünetek. Egy fél óra múlva az állat magához tér)
6	0.001 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Elpusztul 4 percen belül
7	0.00075 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 5 “ “
8	0.00075 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Súlyos anaphylaxia, életben marad
9	0.00075 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	8 percen belül elpusztul
Reinjektio 2% benzoylgyökkel reagált benzoylgelatina 2%-os oldatából intravénásan		
10	0.01 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Elpusztul 5 percen belül
11	0.003 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 5 “ “
12	0.001 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Súlyos anaphylaxia
13	0.003 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ “
14	0.005 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Elpusztul 7 $\frac{1}{2}$ percen belül
Reinjektio 2% benzoylgyökkel reagált benzoylgelatina 2%-os oldatából intravénásan		
15	0.005 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Elpusztul 5 percen belül
16	0.001 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	“ 12 “ “
17	0.00075 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Súlyos anaphylaxia
18	0.001 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ *	Elpusztul 7 percen belül
19	0.00075 cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	Súlyos anaphylaxia
<b>Kontroll</b>		
a) <i>Sensibilizált tengeri malacok:</i>		
20	1 cm <sup>3</sup> 2% gelatinaoldat intravénásan	Tünetmentes
21	1 cm <sup>3</sup> 2 $\frac{1}{2}$ % Na-benzoatoldat intravénásan _ _ _ _ _	“
b) <i>Nem sensibilizált tengeri malaccal:</i>		
22	1 cm <sup>3</sup> 5% benzoylgyökkel reagált 2%-os benzoylgelatinaoldat _ _ _ _	“

ugyanakkora hatást vált ki, a chemospecifikus antigén és immunsavója között; 3. mindkét eredmény pedig arra mutat, hogy a praecipitáció és az anaphylaxia egyaránt a sóképző gyökök közbejöttével bekövetkező kolloidchemiai tünetény. Hogy a szervezetben anaphylaxia alkalmával szekundér előálló más tünetények komplikálhatják, sőt felismerhetetlenné tehetik a vér- és sejtfehérjék kolloidchemiai primér elváltozásait, az bonyolíthatja a jelenségek felismerését, de lényegében meg nem változtathatja.

Aktív anaphylaxiás kísérleteinket ezzel még nem fejeztük be, mert teljesség kedvéért még megvizsgáltuk azt is, hogy benzoyltyphusfehérjével kapunk-e letális anaphylaxiás shockot. E célból reinjektióra a benzoylált typhusbacillus 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-es suspenzióját híg nátronlúgban feloldottuk a lehetőségig, majd közömbösítettük. Ilyen módon a fel nem oldódott alakelemek is igen finom suspenziót képeztek. A heterogén tömeg csekély anyag-tartalmához mérten elég hatásos anaphylaktogennek bizonyult.

## XII. Táblázat.

*Anaphylaxiás kísérletek benzoylált typhusbacillussal active sensibilizált tengerimalacokon a sensibilizáló antigennel.*

Szám	Reinjekció 1 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> -os benzoylált typhusbacillussal	Eredmény
1	1 cm <sup>3</sup> _____	2 percen belül elpusztul
2	0.5 cm <sup>3</sup> _____	4 " " "
3	0.2 cm <sup>3</sup> _____	5 " " "
4	0.1 cm <sup>3</sup> _____	9 " " "
5	0.05 cm <sup>3</sup> _____	Súlyos anaphylaxiás tünetek, életben marad
	<i>Kontroll :</i>	
6	Nem sensibilizált tengerimalacnak 1 cm <sup>3</sup> _____	Tünetmentes

Megnéztük továbbá azt is, hogy typhusbacillussal kiválthatunk-e shockot. E célból három, benzoylált typhusbacillus-suspenzióval sensibilizált, tengeri malacot typhusbacillus egy ezrelékes suspenziójával reinjiciáltunk  $\frac{1}{2}$  cm<sup>3</sup>, 1 cm<sup>3</sup>, valamint 0·1 cm<sup>3</sup> és 0·5 cm<sup>3</sup> mennyiségekkel. Igen súlyos shockot kaptak tőle az állatok, főleg amelyik 0·1 cm<sup>3</sup>-t kapott, de nem pusztultak bele. A typhusfehérje tehát nem volt képes halálos anaphylaxia kiváltására. Hogy nem a kellő mennyiségben múlt ez, azt a reakció 0·1 cm<sup>3</sup>-nél levő optimuma mutatja. Valószínűen ennek nemcsak az az oka, hogy baktériumfehérjékkel nehéz anaphylaxiát kiváltani, hanem bizonyára a benzoylált fehérje konkurentiája is szerepet játszik.

**XIII. Táblázat.**

*Anaphylaxiás kísérletek benzoylált typhusbacillussal active sensibilizált tengeri malacokon typhusfehérjével.*

Szám	Reinjekció 1‰-os typhusfehérjével	Eredmény
1	1 cm <sup>3</sup> _____	Súlyos anaphylaxiás tünetek, életben marad
2	0·5 cm <sup>3</sup> _____	Súlyos anaphylaxiás tünetek, életben marad
3	0·1 cm <sup>3</sup> _____	Nagyon súlyos anaphylaxia. Az állat 20 percig az oldalán fekszik. Életben marad
4	0·1 _____	Igen súlyos anaphylaxia, életben marad
	<i>Kontroll:</i>	
5	0·1 cm <sup>3</sup> typhusfehérje _____	Tünetmentes

Anaphylaxiás kísérleteinkben legutolsónak azokat a vizsgálatokat hagytuk, amelyek a benzooesav, illetőleg sójának, esetleges anaphylaxia-gátló képességével foglalkoznak. E kísérleteket okvetlenül szükségesnek tartottuk megismételni, mert előző kísérletekben a reinjeksióhoz aránylag nagy adagokat alkalmaztunk; most lementünk egészen az egyszeri halálos adagig. A desensibi-

lizálást *Na*-benzoattal három módon kíséreltük meg: 1. a reinjectio előtt 24 órával, 2. két órával előtte (subcután) és 3. 10 perccel előtte (intravénásan). E kísérleteinkhez használt állatok ugyanazon napon s ugyanazon benzoylálásból eredő benzoyltyphusbacillussal sensibilizáltuk, amelyet előző kísérleteinkhez használtunk (egy ezrelékes suspenzióból 2 cm<sup>3</sup>). A reinjectiókat a 20-dik napon végeztük, tehát a halálos adag titrálásának napján.

#### XIV. Táblázat.

*Anaphylaxiás kísérletek benzoylált typhusbacillussal active sensibilizált tengerimalacokon, melyek deszenzibilizálás céljából Na-benzoat-oldatot kaptak.*

Szám	Reinjectio 5% benzoylgyökkel reagált benzoyl-gelatina 2%-os oldatával intravénásan	Eredmény
a) 24 órával a kísérlet előtt 5 cm <sup>3</sup> Na-benzoat subcután:		
1	0·001 benzoyl-gelatina _ _ _ _ _	Elpusztul 5 percen belül
2	0·00075 " _ _ _ _ _	" 5 " "
3	0·00075 " _ _ _ _ _	" 4 " "
b) 4 órával a kísérlet előtt 5 cm <sup>3</sup> Na-benzoat oldat subcután:		
4	0·001 benzoyl-gelatina _ _ _ _ _	" 7 " "
5	0·00075 " _ _ _ _ _	" 6 " "
c) 10 perccel a reinjectió előtt 1 cm <sup>3</sup> 2½%-os Na-benzoat oldat intravénásan:		
6	0·001 benzoyl-gelatina _ _ _ _ _	" 3 " "
7	0·00075 " _ _ _ _ _	" 3½ " "
Kontroll:		
8	Nem sensibilizált tengerimalacnak 24 órával előbb 5 cm <sup>3</sup> Na-benzoat, majd 0·001 cm <sup>3</sup> benzoyl-gelatina _ _ _ _ _	Tünetmentes

A táblázat tanúsítja, hogy a *Na*-benzoátnak védőhatást még a letális dosis határán sem tulajdoníthatunk. Vagyis a mi esetünkben a fehérjébe substituált vegyület önmagában az immunsavóval semmiféle reakcióra nem képes, legyen az praecipitáció avagy anaphylaxia. A benzooesav (sója alakjában) nem haptén tehát.

Mivel az acylfehérjék és a többi chemospecifikus antigének szerkezete között igen fontos különbségeket tapasztaltunk, nincs jogunk, hogy a többi chemospecifikus antigénbe substituált vegyületek haptén természetét kétségbevonjuk. E jelenség lehet teljesen különálló. Akár ez legyen az igazság, akár más, a chemospecifikus vegyületek substituenseit igen szükséges lenne haptén természetükre nézve újabb és szorgosabb vizsgálatnak alávetni, hogy a mi eseteinkben szerepelhető kivétel okát felderíthessük, s ez eset nyomán támadt kétségekre teljes bizonyosságot nyerjünk.

\*

Ezzel legfontosabb kísérleti eredményeinket le is zártuk. Tulajdonképpen a benzoylfehérjék antigén természetének vizsgálásával indultunk munkánknak, de ennek kikutatása kísérleteink folyamán mellékes tevékenységgé degradálódott, pedig önmagában is hálás téma volt; ugyanis ez a keresztreakciók vizsgálata képesen felfedte előttünk, hogy nem antigén anyag valamely az immunizáló antigénnél sokkal hatásosabb immunreakciókat válthat ki, ha közös gyöke van az antigénnel. Különösen a benzoylgelatina adott úgy a praecipitációs, mint az anaphylaxiás és a komplement-kötési próbában olyan szokatlan higításokban is reakciókat, amelyek eddig fehérjéknél vagy fehérjesszerű anyagoknál ismeretlenek; csupán bizonyos mikroorganizmusokból készült, ugyancsak nem antigén szénhidrátok immunreakcióinak títerei közelítik meg. Sejtetni engedi ez a tény azt is, hogy a baktériumok nem antigén anyagcsere-termékei, vagy testük anyagának nem antigén alkotórészei miatt tudnak az immunizált szervezetben oly hatalmas reakciót kiváltani. Valószínűen e fehérjesszerű anyagoknak közös gyökeik vannak a baktériumfehérjékkel, mint kísérleteink szerint a benzoyltyphusfehérjének a benzoyl-

gelatinával. Mindezek magukban is megérdemelték, hogy a kérdéssel foglalkoztunk.

Főtörekvésünk azonban mégis csak kísérleteink olyan irányítása volt, hogy változó kísérleti feltételek, de közös faktorok mellett megvizsgálhassuk, miben egyeznek s miben különböznek egymástól az anaphylaxiás és praecipitációs reakciók. Több oldalról sikerült is kimutatnunk, hogy az anaphylaxia és a praecipitáció feltétlenül azonos hatókomponensekre vezethetők vissza, s alapos érvet találtunk arra is, hogy a hatást bevezető tényező mindkét immunreakciónál a sóképző gyökökben keresendő, s az anaphylaxiát előidéző ok az állati fehérjék kolloidchemiai elváltozásában lehető fel elsődlegesen.

\*

Bevégezve fejtegetéseinket, nem mulaszthatjuk el az alkalmat, hogy szeretett professzorünknek és mesterünknek PREISZ HUGÓ dr. egyet. ny. r. tanár úrnak itt is kifejezzük hálás köszönetünket azért, hogy nagy tudásával bennünket kísérleteink folyamán igazi atyai jóindulattal támogatott.

### Összefoglalás.

1. Az eddigi negatív eredményekkel szemben sikerült megállapítanunk, hogy a benzoylfehérjék hatásos chemospecifikus antigének.

2. A benzoylfehérjékkal termelt immunsavók, mint valódi chemospecifikus antigének immunsavói, keresztreakciókat adnak másféle benzoylfehérjékkal, valamint substituált benzoesavgyököt tartalmazó fehérjeféleségekkel is. Keresztreakciókat adnak továbbá a nyiltlancú szerves savak fehérjeszármazékaival is, mégpedig annál kisebb mértékben, minél rövidebb a szénlánc. A chemospecifikus immunitás tehát nagyobb mértékben van a lekötött carboxyl részre beállítva, mint a hozzátartozó szénhidrogén részre.

3. A benzoylfehérjékkal termelt immunsavók nem reagálnak azzal a natív fehérjével, amelyből a benzoylvegyület készült, a



natív fehérje immunsavója azonban reagál ezen natív fehérjéből készült benzoyl-vegyülettel.

4. A benzoylfehérjével készült immunsavó és mindazok az anyagok, amelyeket a savó praecipitál, komplement-kötési reakciót adnak.

5. A substituált benzoosav fehérjevegyületei is antigének.

6. A nem antigén gelatina szubsztituálva benzoosavgyökkel igen magas titerben praecipitábilis anyag, amely az immunizáló benzoylantigén és a hozzátartozó savó reakció-titerét 7—10-szeresen túlhaladhatja. Más, nem antigén kolloidok és egyszerű szervesvegyületek benzoosavszármazékai, nem praecipitábilisek (valószínűleg igen rossz oldékonyságuk miatt) a benzoylált gummi arabicum kivételével, amely igen kis hígításig reagál.

7. A benzoyl-lószérumfehérjével készült immunsavóval passzívra sensibilizált tengeri malac az alacsonyabb titerben praecipitábilis egyéb fehérjékből készült benzoylfehérjékkel nem adott halálos shockot, csak az immunizálásra használt benzoyl-lószérumfehérjével. Viszont a magasabb titerű benzoyl-typhusfehérjével készült immunsavóval passzívra sensibilizált tengeri malacok adtak halálos shockot benzoyl-szérumfehérjével. Különösen a benzoyl-gelatina vált ki igen könnyen halálos anaphylaxiát.

8. Benzoylfehérjével active sensibilizált tengeri malacok nemcsak ezen benzoylantigénnel, de keresztreakcióképpen más benzoylfehérjékkel is adnak halálos anaphylaxiás shockot. Baktériumfehérjék benzoylszármazékával, így benzoylált typhusbacillussal is termelhető chemospecifikus immunsavó, az ilyen savó a benzoyl-gelatinát, mely 5% benzoylgyökkel lépett reakcióba, 10.000,000-szoros hígításban is praecipitálja. Ugyanezen benzoyl-gelatina benzoylált typhusbaktériummal active sensibilizált tengeri malacban már 0'000015 gr mennyiségben halálos shockot tud kiváltani.

9. A benzoosav, illetőleg Na sója nem funkcionál hapténként; a praecipitációban nem specifikus gátló, a tengeri malacot deszenzibilálni nem képes.

10. A praecipitábilitás és a benzoylált antigenben foglalt substituáló gyök mennyisége között határozott összefüggés működik;  $\frac{1}{2}$ % benzoylgyökkel reakcióba hozott gelatinánál éri el a 10-szeres titert és innen hirtelen emelkedve 5%-nál körül-

belül az optimális titert mutatja, azontúl csökken. E csökkenés a gelatina sóképző gyökeinek további substitúciójának következménye. Minden praecipitáció e szerint a sóképző gyökök közvetítésével jön létre.

11. Ha benzoylgyök-tartalomra quantitative különböző benzoyl-gelatinszármazékok letális anaphylaxiás dosisát kititráljuk benzoyl-typhusfehérjével active sensibilizált tengeri malaconkon, azt találjuk, hogy a benzoylgyök mennyiségének és a reakció erősségének összefüggése a kísérleti hibák határain belül megegyezik a különböző mértékben benzoylált gelatinák praecipitációs titerének arányával.

Az, hogy az anaphylaxia intenzitásának aránya mennyiségileg teljesen a praecipitációs értékeket utánozza, arra enged következtetni, hogy az anaphylaxiánál is a kolloidfehérjék kicsapódása játssza a főszerepet s a kicsapódás mértéke itt is a sóképző gyökök mennyiségétől és minőségétől függ, mint a praecipitációnál.

### Irodalom.

HERZIG J. u. LANDSTEINER K.: Über Methylierung von Eiweißstoffen. Biochem. Zschr. 1914, Bd. 61, 458.

HERZIG J. u. LANDSTEINER K.: Über die Einwirkung von alkoholischen Säuren auf Eiweißstoffen. Biochem. Zschr. 1914, Bd. 67, 334.

LANDSTEINER K.: Über einige Eiweißderivate. Biochem. Zschr. 1913, Bd. 58, 362.

LANDSTEINER K.: Über Eiweißkörper. Biochem. Zschr. 1916, Bd. 74, 388

LANDSTEINER K.: Über die Bedeutung der Proteinkomponenten bei den Präcipitinreaktionen der Azoproteine. 13. Mitteilung über Antigene. Biochem. Zschr. 1919, Bd. 93, 106.

LANDSTEINER K.: Spezifische Serumreaktionen mit einfach zusammengesetzten Substanzen von bekannter Konstitution (organische Säuren) 14. Mitteilung über Antigene und serologische Spezifität. Biochem. Zschr. 1920, Bd. 104, 280.

LANDSTEINER K. u. BARRON C.: Über die Einwirkung von Säuren und Lauge auf Serumeiweißantigen (Restitution der Antigeneigenschaft). 9. Mitteilung über Antigene. Zschr. f. Imm. Forsch. 1917, Bd. 6, 142.

LANDSTEINER K. u. JABLONSKY B.: Über die Antigeneigenschaften von acetylierten Eiweiß. 6. Mitteilung über Antigene. Zschr. 1914, Bd. 21, 193.

LANDSTEINER K. u. LAMPL H.: Über Antigene mit verschiedenen Acylgruppen. 10. Mitteilung über Antigene. Zschr. 1917, Bd. 26, 258.

LANDSTEINER K. u. LAMPL H.: Über Antigeneigenschaften von Azoproteinen. 11. Mitteilung über Antigene. Zschr. 1917, Bd. 26, 293.

LANDSTEINER K. u. PRASEK E.: Über die Aufhebung der Artspecificität von Serumweiß. 4. Mitteilung über Antigene. Zschr. 1913. Bd. 20, 211.

WELLS, H. G.: Studies on the chemistry of anaphylaxis. J. of inf. dis. 19. 1. Bd. 9, 147; 1909, Bd. 6, 506.

HERZFELD E. und R. KLINGER: Artspezifischer Bau des Eiweißes. Biochem. Zeitschr. 1919, 99, S. 204.

HERZFELD E. und R. KLINGER: Neuere eiweißchemische Vorstellungen in ihren Beziehung zur Immunitätslehre. Ergebn. d. Hyg. Bakteriol. u. Immunitätsforsch. 1920, 4, S. 282.

LANDSTEINER K.: Experiments on anaphylaxis to azoproteins. J. of exp. med. 1924, Bd. 39, S. 631.

WELLS: Journ. Infect. Dis., 1908, 5, 449.

WELLS: Zeitschr. f. Immunitätsf., 1913, 19, 599.

SCHMIDT und BENNET: Journ. Infect. Dis. 1919, 25, 207.

GAY und ROBERTSON: Journ. Biol. Chem. 1912, 12, 233.

WELLS: Journ. Infect. Dis. 1908, 5, 449.

WELLS: Wien. klin. Wochenschr. 1906, 19, 327.

WELLS: Zeitschr. f. Immunitätsf., 1913, 19, 599.

WELLS H. G.: Journ. Infect. Dis. 1911, 9, 147.

H. G. WELLS: Die chemischen Anschauungen über Immunitätsvorgänge.

KOLLE—WASSERMANN (KOLLE—KRAUS—UHLENHUT): Handbuch der path. Mikroorganismus.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. október 13-án tartott üléséből.)

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER BENZOYLIERTE ANTIGENE.

Von MEDVECZKY S. E. und A. UHROVITS.

1. Es wird festgestellt, dass die Benzoyleiweissverbindungen sehr wirksame chemospezifische Antigene sind, welche mit verschiedenartigen Benzoyleiweissverbindungen reagieren.

2. Die mit Benzoyleiweissverbindungen hergestellten Immunsereen geben *Kreuzreaktionen* auch mit Eiweissstoffen, die mit anderen (auch substituierten) zyklischen Säuren, bzw. Sulfosäuren oder mit aliphatischen Säuren gepaart sind. Ihr Titer ist von der Zusammensetzung der Säuren bzw. ihrer chemischen Verwandtschaft untereinander abhängig.

3. Die Immunsereen, welche mit Benzoyleiweissverbindungen erzeugt wurden, reagieren nicht mit entsprechendem nativen Eiweiss, Immunsereen der nativen Eiweisstoffe reagieren dagegen mit Benzoylverbindungen der entsprechenden Eiweisstoffe.

4. Die verschiedenen Benzoyl- und Azyleiweissverbindungen binden mit Immunsereum irgendeines Benzoyleiweisses Komplement.

5. Die an sich nicht antigene Gelatine wird nach Substitution mit Bensoesäure in äusserst hohem Grade präzipitabel durch Immunsereen benzoylierter Eiweisstoffe u. zw. derart, dass ihr Titer jenen benzoylierter Eiweissverbindungen vielfach übertrreffen kann.

6. Mit Benzoyleiweissverbindungen sensibilisierte Tiere sind viel empfindlicher gegen Benzoylgelatine als gegen erstere selbst, die grössere anaphylaktische Aktivität geht parallel mit einer stärkeren Präzipitabilität der Benzoylgelatine.

7. Benzoylierte Typhusbakterien erzeugen eine viel stärkere

Immunität, als benzoiliertes Serumeiweiss; das mit ersteren gewonnene Immuneserum präzipitierte eine mit 5 % Benzoylradikal behandelte Gelatine noch in einer Verdünnung von 1 : 10.000.000. Dieselbe Benzoylgelatine vermochte bei aktiv sensibilisierten Tieren schon in einer Dosis von 0.000015 g tödliche Anaphylaxie auszulösen. Dies weist darauf hin, dass schlechte Präzipitogene und Anaphylaktogene durch chemische Substitution in ihrer Wirksamkeit gesteigert werden können, wenn sie überhaupt fähig sind, gut zu immunisieren. Die Wirksamkeit der bei Immunreaktionen beteiligten Stoffe ist stark von ihrer chemischen und physikalisch-chemischen Natur abhängig.

8. Die Benzoesäure in Form ihres *Na*-Salzes vermochte keine spezifische Hemmung der Präzipitation zu bewirken; im Anaphylaxieversuch ist sie nicht imstande, den tödlichen Verlauf abzuwenden.

9. Präzipitabilität und Menge der substituierten Radikale zeigen bei der Reaktion zwischen Benzoylgelatine und Immuneserum von benzoiliertem Serumeiweiss oder benzoilierten Typhusbakterien ein Verhältnis, das für eine entscheidende Rolle der salzbindenden Gruppen bei der Präzipitation zu sprechen scheint.

10. Benzoylierte Gelatine zeigt im Anaphylaxieversuch denselben Zusammenhang zwischen der in sie eingeführten Menge des chemospezifischen Radikals und ihrer Reaktionsaktivität, wie er bei der Präzipitation gefunden wurde; anfangs nimmt ihre Aktivität zu, um nachher mit steigender Besetzung ihrer  $NH_2$ -,  $OH$ -,  $NH$ -Gruppen abzunehmen. Das Mengenverhältnis ändert sich mit der Stärke der Benzoylierung im Anaphylaxieversuch und im Präzipitationsversuch beinahe gleichgehend. Dieses parallele Verhalten weist auf einen Zusammenhang zwischen den die Präzipitation und die Anaphylaxie auslösenden Kräfte hin, die wohl auf kolloidchemische Reaktionen zurückgeführt werden können, bedingt durch salzbindende Gruppen.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Okt. 1930.)

## HYDRODICTYON TANULMÁNYOK II.

PALIK PIROSKÁ-tól.

Ugyane cím alatt megjelent első dolgozatomban<sup>1</sup> leírtam a *Hydrodictyon utriculatum* ROTH hálójának keletkezését, fejlődését, különös figyelmet fordítva a sejtfalra, sejtmagra és a pyrenoidákra. Ezenkívül ismertettem a genust és fajait rendszertani és növényföldrajzi szempontokból. A rajzógaméták egyesülése által keletkező hypnozygotákról csak annyit állapíthattam meg, hogy azok keletkeznek; részletes fejlődéstani adat akkor sem a hypnozygotára, sem a belőle fejlődő hynozoosporákra, polyederekre és hálócsákra vonatkozólag nem állt rendelkezésemre. Azóta több mint egy éven át vizsgálataimat az utóbbiakra is kiterjesztettem és az eredményeket az irodalmi adatokkal egybevetve a következőkben foglalom össze. Az utóbbiakra vonatkozólag meg kell jegyeznem, hogy a hypnozygotákkal legelőször PRINGSHEIM (2) foglalkozott, utána pedig KLEBS (4). Eddigi ismereteink főleg az előbbi szerzőnek köszönhetők, mert KLEBS-nek, amint ki is jelenti (4. 409), nem állt elegendő vizsgálati anyag rendelkezésére kísérleteihez.

A Hydrodictyon többi kutatói közül: ARESCHOUG, BRAUN, COHN, ARTARI, TIMBERLAKE és YAMANOUCHI, kiknek munkáit első dolgozatom végén felsoroltam, a hypnozygotákkal nem foglalkoztak.

### A hypnozygoták alaki sajátosságai.

Mint ismeretes, a *H. utriculatum* érett sejteiben vagy hálóvá csoportosuló rajzospórák, vagy rajzógaméták jönnek létre, mely

---

<sup>1</sup> Hydrodictyon tanulmányok. Mat. és Természettud. Értesítő. XLV. 20. 1928.

utóbbiak, a sejtfal felnyílása után kiszabadulva, rövidebb, hosszabb ideig ide-oda rajzanak, végül páronként egyesülve gömbölyű, kitarító alakká, hypnozygotává lesznek.

PRINGSHEIM (2. 779), ki először tanulmányozta e hypnozygota fejlődését, a rajzógamétákat még vegetatív szaporodási sejteknek gondolta, melyek megpihenve hypnozygotákká alakulnak. A gameták páronkénti egyesülését SUPANETZ (3. 152) észlelte először. Megfigyeléseim szerint előfordul az is, hogy egyes rajzógaméták egy ideig ide-oda mozogván, megpihennek és legömbölyödnek a nélkül, hogy páronként egyesültek volna. E nem egyesült gametákból keletkező hypnozygoták sorsa ismeretlen; lehet azonban, hogy a nagyobb, élénkzöld hypnozygoták között gyakran található apró, fejlődésben visszamaradt, sárgás színű hypnozygoták, ilyen egyesülés nélkül keletkezett rajzógamétákból fejlődtek.

Igen sajtáságos, hogy bár a rajzógaméták a vízben szanaszét áramlanak és az egyesült párok ennek következtében szét-szórtnan pihennek meg, a belőlük keletkezett hypnozygoták kisebb-nagyobb csoportokba verődnek össze, és pedig oly szorosán illeszkednek egymáshoz, hogy erős nyomást gyakorolva egymásra, eredeti gömbalakjukat elveszítik és összetömörülve sokszögletesekké lesznek (1. kép). Az egymástól elszakadó hypnozygotákon — ami például fixálás után gyakran bekövetkezik — a korongszerű, belapított falrészletek igen jól láthatók (2., 3. kép). A hypnozygota eredetileg 5—6  $\mu$  átmérőjű; a továbbfejlődés folyamán azonban erősen megnövekszik. PRINGSHEIM (2. 780) szerint a fejlett hypnozygoták 25—42  $\mu$  átmérőt is elérhetnek. Vizsgálataim alatt a hypnozygoták nagyságát, teljes kifejlődésük után, vagyis akkor, amikor már bennük a később leirandó rajzók keletkeznek, igen különbözőnek találtam, mégpedig átmérőjük 23—25—33—43, sőt 60·6  $\mu$  között is váltakozott. Egy alkalommal pedig 96  $\mu$  átmérőjű hypnozygotát is láttam, amelyen azonban még nem lehetett észlelni, hogy benne a rajzóképzés küszöbön volna (hat hónapos volt). A hypnozygota érettsége nem függ annak nagyságától; gyakran találtam különböző nagyságú hypnozygotákat, melyek egyaránt a rajzóképzés stádiumában voltak, viszont máskor az egymás mellett levő és körülbelül

egydős, egyenlő nagyságú hypnozygoták egy része már rajzokra tagolódott, más része pedig még nyomát sem mutatta a rajzók kialakulásának.

A *hypnozygota sejtfa* háromrétegű; e rétegek, különösen a fejlettebb példányokon, festéssel igen jól megkülönböztethetők. Kénsavval és utána jóddal kezelve, a sejtfal két belső rétege megduzzad és kékszínűvé lesz, ami a cellulosa sajátja. A sejt-fal külső rétege ellenben a savnak ellenáll és halvány barnás-sárga színt vesz fel, hasonlóan, mint a fejlett sejtek külső, BRAUN (1. 204) által kutikulának nevezett rétege (4. kép). Rajzóképzés előtt a hypnozygota sejtfa megduzzad és éppen úgy, mint a hálójelvényénél (6. 27) *gelose*-szerű anyaggá lesz, amikor is DEVAUX nyomán alkalmazott vasklorid-cetsav-ferrocyanáli reagenssel kezelve pectinanyagok módjára kékszínűre festődik. (Ekkor e nyálkás falrétegre nagy mennyiségben tapadnak idegen testek, ami a vizsgálatot nagyon megnehezíti). A fiatal hypnozygoták e pectin-reakciót nem mutatják. Már PRINGSHEIM is említi (2. 780), hogy a fejlett hypnozygotákon, rajzóképzés alkalmával, a külső sejtfalrészlet felszakad s a belső megnövekedve kiduzzad. Ez utóbbinak felnyílása után szabadulnak ki a rajzók (6. kép). E rajzókat a továbbiakban *hypnozoospora* néven említem. Előfordul az is, hogy a külső sejtfalréteg nem szakad fel s ekkor a belső erősen duzzadt falrészlet befelé tűródik (7. kép).

Az előbbi dolgozatomban említett s általam először észlelt *erythropectin*-réteg itt is gyakran megtalálható a csoportokba rendeződött hypnozygoták között; ugyanis az érintkező korongokat gyakran karminpiros réteg borítja (2. kép).

### A sejtmag.

A megalakult s a fejlődés elején levő hypnozygotában, — pikrinsavval fixálva, timsós karminnal megfestve, vagy FLEMMING-oldattal fixálva és FLEMMING-féle hármassal festés után, — egy sejtmag látható, még pedig mindig a pyrenoida közvetlen szomszédságában. A további fejlődéssel kapcsolatban a sejtmagok száma megszorodik (1. kép). Találtam többször osztódásban levő sejt-



magot is. A sejtmag nagysága a hypnozygotában is változó, éppen úgy, mint azt a háló sejteiben is tapasztaltam (6. 30). Az egyik hypnozygotában nagy, sokszögletes alakú sejtmagot találtam és ugyanekkor a szomszéd hypnozygotában több kis gömbölyű sejtmag volt. Néha a sejtmagot a leggondosabb eljárás s legkülönbözőbb festési módok alkalmazása mellett is csak igen nehezen sikerült megfesteni, de előfordult az is, hogy egyáltalában nem sikerült a festés.

### A pyrenoidák.

A hypnozygotában levő pyrenoidát már PRINGSHEIM (2. 780) is észlelte. A fiatal hypnozygotákat abszolút alkohol-savanyú fuchsin-hígított pikrinsavval kezelve, a benne levő egyedüli pyrenoida jól látható: pirosszínű lesz. Ez a pyrenoida, mint fennebb is említettem, mindég a sejtmag közvetlen szomszédságában foglal helyet (1. kép). A hypnozygota fejlődése folyamán a pyrenoida osztódik, az osztódás folyamata többnyire jól megfigyelhető; a fejlett hypnozygotában mindig több pyrenoidát találunk (1. kép). Számuk többé-kevésbé megegyezik a sejtmagok számával, azonban gyakran találtam több pyrenoidát, mint sejtmagot, de ennek ellenkezője is előfordult, azaz néha több a sejtmag, mint a pyrenoida. Egyes hypnozygotákat több mint két hónapon keresztül sötétben tartottam, mikor is bennük a pyrenoidák keményítő burka nagyon elvékonyodott. Az osztódás, azaz rajzóképzés előtt álló hypnozygota zavaros tartalmában a pyrenoidák is, hasonlóan a sejtmagokhoz, nehezebben festődnek, mint a kevésbé fejlett hypnozygotákban.

### A hypnozygoták fejlődéstani viszonyai.

A gametákból alakult hypnozygoták, PRINGSHEIM (2. 779) szerint, állandóan vízben tartva, csak körülbelül mintegy háromhónapi nyugalmi idő után indultak fejlődésnek. Árnyékos helyen hónapokon keresztül beszárított kultúráiban a hypnozygoták életben maradtak ugyan, de ismét vízbe helyeztetve csak igen lassan, 4—5 hónap eltelte után értek el jelentékenyebb

nagyságot. Ha a kultúra erős napsütésben száradt be, a hypnozygoták a kiszáradás alatt elpusztultak. PRINGSHEIM e megállapításaival szemben számos kísérletem meggyőzött arról, hogy a nap fénye nem öli meg a kiszáradó hypnozygotákat: kultúráimban, hónapokon keresztül álltak a hypnozygoták erős napsütésben teljesen kiszáradva s ha ezután vízbe kerültek, újból fejlődésnek indultak. A hypnozygotáknak tehát, PRINGSHEIM szerint, nyugalmi időre van szükségük, mielőtt fejlődésnek indulnak. Ezzel szemben már KLEBS (4.) is megállapította, hogy ilyen nyugalmi időre nincs szükség, amit vizsgálataim is megerősítettek. Ha ugyanis a sekély vízben, rövid idő alatt beszáradt hypnozygotákat ismét tápoldattal töltöttem fel, azok azonnal fejlődésnek indultak. A beszáradt hypnozygoták téglaszínű bevonatot képeznek az edény fenekén, mely szín tápoldattal vagy tiszta vízzel való feltöltés után csakhamar zölde színűre változik. Ha a fejlődő hypnozygotákat fejlődésük folyamán többször kiszáritjuk s a kiszáradás után ismét feltöltjük tápoldattal, a kiszáradás folyamán elveszített zöld színüket ismét visszanyerik s tovább fejlődnek. Ha azonban a hypnozygoták már rajzókezdeményekre tagolódtak, akkor beszáradás alkalmával elpusztulnak, vagyis ha újból tápoldatba tétetnek, már nem fejlődnek tovább. Amint PRINGSHEIM (2. 781) eredményeiből már ismeretes: a fejlett hypnozygotában 2—5 rajzóspora lesz (5. kép). E rajzókból fejlődik a *polyeder*.

A hypnozoospórák mennyiségére nézve meg kell jegyeznem az előbbivel szemben azt, hogy a hypnozygotában gyakran csak egyetlen rajzó fejlődik a hypnozygota nagyságától függetlenül. A rajzókezdemények, a hypnozygota külső sejtfalrétegének felnyílása és belső rétegének kidudorodása után mozogni kezdenek, majd a belső sejtfalréteg is felszakad, a rajzók kiszabadulnak és polyederekké alakulnak. Az osztódás előtt álló hypnozygota abszolút alkohol-savanyú fuchsin s pikrinsavval kezelve narancsszínű lett, ugyanekkor a többi kevésbé fejlett hypnozygota szürkés színt mutatott.

Előfordul gyakran az az eset is, hogy a hypnozygota sejtfala nem nyílik fel és a belsejében a rajzókezdemények minden mozgás nélkül alakulnak át polyederekké. A polyederekben zoo-

spórák fejlődnek, melyek azután a polyederen belül megpihenve apró hálócskává alakulnak. Vizsgálataim alatt többször előfordult az is, hogy a polyederből keletkezett fiatal háló is a hypnozygota sejtfalán belül alakult meg (16. kép).

Minthogy számos kísérletem azt bizonyította, hogy a *H. utriculatum* Roth. sejtjeiben az, hogy rajzóspórák, vagy rajzógameták keletkeznek-e, nagyrészt a külső tényezőktől függ (6. 33, 35), feltételeztem, — úgy mint KLEBS is, — (4.) hogy a hypnozygotákat kedvezőtlen körülmények között tartva, esetleg sikerül ismételt rajzógameta képzésre bírni. KLEBS megjegyzi, hogy ebben az irányban érdemleges megfigyelései nincsenek, mert nem volt elég anyaga. Erre vonatkozólag, — minthogy anyag bőven állt rendelkezésemre, — igen sok kísérletet végeztem. Így a fejlett és kevésbé fejlett hypnozygotákat tápoldatból vízvezetéki vízbe téve vagyis, kedvezőtlenebb körülmények közé hozva, azt tapasztaltam, hogy bennük mindig hypnozoospórák fejlődtek. Sötétben több mint egy hónapig tartott hypnozygotáim zöld színt megőrizték, de nem fejlődtek tovább, vagy ha igen, úgy ezek is hypnozoospórákat hoztak létre. 5—10%-os cukoroldatban a hypnozygotákban hasonlóképpen rajzóspórák keletkeztek, melyek igen lassú mozgás után sajátos alakú polyedereké lettek. Meg kell jegyezni, hogy a cukoroldatban tartott hypnozygotákban rendszeresen csak egy hypnozoospóra fejlődött. 5—10%-os cukoroldatban nevelt kulturáim egy részét teljesen elsötétítve is tartottam, azonban a hypnozygotákban rajzógameták itt sem fejlődtek, hanem vagy hypnozoospórák keletkeztek, vagy pedig a hypnozygoták elpusztultak. 3%-os tejcukoroldatban is hypnozoospórák jöttek létre, a világosság teljes megvonása mellett is. A sekély vízben, vagy sekély tápoldatban tartott hypnozygotákban is hypnozoospórák fejlődtek úgy napfényen, mint borult, esős időben is. *Tehát vizsgálataimból kiderült, hogy a hypnozygotákban mindig csak hypnozoospórák keletkeznek, rajzógameták soha; a kedvezőtlen körülmények legfeljebb azt eredményezik, hogy az egy hypnozygotában keletkező hypnozoospórák száma csekély.*

A hypnozoospóra nagysága igen változó: függ a hypnozygota nagyságától s attól, hogy utóbbiban hány rajzó keletkezett.

Hossza 18—26  $\mu$ , szélessége 12—17  $\mu$  lehet. Mint említettem, nem hagyja el minden esetben a hypnozygotát, hanem néha annak sejtfalán belül alakul át polyederré, legfeljebb közben lassú rezgőmozgást végez. A kiszabadult hypnozoospóra mellső része többé-kevésbé szintelen; hátsó része zöld színű. (8. kép.) Szintelen végén kiemelkedő csúcs látható, mely a polyeder nyúlványaira emlékeztet. Innen ered a két csillangó (9. kép), melyek jódjódkálival való kezelés után, néha azonban minden festés nélkül is jól kivehetők. PRINGSHEIM (2. 781) szerint egy vagy két csillangó látható; ez téves, mert igen sok esetben vizsgáltam s *mindig két csillangót* találtam. A szintelen csúcson keresztül, a csillangókat a sejt belsejével összekötő szintelen plazmaszál látható (9. kép), hasonlóan amint azt TIMBERLAKE (5.) a rajzógametákon megfigyelte. Gyakran a még nyugalomban levő rajzón is jól megkülönböztethető a két csillangó. Jódjódkálival kezelve a hypnozosporák tartalma összehúzódik, s akkor egy külső vékony hártya látható, mint a rajzógametákon. Fixálás után megfestve, sejtmag és néha a pyrenoida is megfigyelhető a hypnozoospróban. Olykor már jódjódkálival való kezelés után is látható a pyrenoida. Előfordul gyakran az az eset is, hogy festéskor, vagy a sejtmag, vagy a pyrenoida nem látszik, de ezt csak annak tulajdonítom, hogy vagy a fixálás vagy a festés nem volt megfelelő. Ennek azonban esetleg az is lehet az oka, hogy a pyrenoida rajzóképzés alkalmával chemiai változáson megy keresztül, mint azt TINBERLAKE (5.) is feltételezi. Vizsgálataim alatt előfordult az az eset is, hogy a sejtmag közelében a pyrenoidához teljesen hasonló test volt látható, amely azonban a jellemző pyrenoida festésre nem reagált, hanem szintelen maradt. Piros szemfoltot a hypnozoosporán, éppen úgy, mint a rajzógametákon (6. 37) sem találtam. A hypnozoospóra vizsgálata meglehetősen nehéz, mert egyszerre kevés fejlődik s a fixálás és festés alkalmával egy része mindég eltűnik a praeparátumból. A hypnozygotából kiszabadult hypnozoosporák hosszabb-rövidebb ideig erősebben, vagy gyengébben mozognak. E mozgás már gyakran a hypnozygotában is megkezdődik, sőt előfordul az az eset is, mint már PRINGSHEIM (2. 781) is megemlíti, hogy a hypnozoosporák a hypnozygota kidudorodott falán

belül egy ideig ide-oda mozognak, majd polyederré alakulnak. A hypnozygota falának felnyílása után a rajzók többnyire lassú, csúszómozgással hagyják el az üreget; majd igen élénk helyváltató mozgást kezdenek, mely mozgás PRINGSHEIM szerint néhány percig tart (2. 781). Vizsgálataim alkalmával egyes hypnozoospórák 30—40 percig is rajzottak. Egy alkalommal, november hónapban, egyes hypnozoospórák több mint három órán keresztül mozogtak, lassú, rezgő mozgást végezve. Az említett élénk helyváltató mozgás azonban csak tavasszal és nyáron észlelhető, ősszel és télen igen lassú, rezgő a mozgás és emlékeztet a hálóvá csoportosuló rajzospórák mozgására. Az 5—10% cukor oldatban fejlődött rajzók nyáron is rövid ideig s igen gyengén mozogtak. Ilyenkor a mozgási idő igen rövid, alig néhány perc. Az élénken ide-oda mozgó hypnozoospórák egy idő múlva forogni kezdenek saját tengelyük körül, hasonlóan a rajzógametákhoz (6. 37). Forgás közben legömbölyödnek és elég gyorsan polyederré alakulnak. A forgó mozgás közben körülbelül 1·5 másodperc alatt tesznek meg egy fordulatot. Néha, a még gyengén mozgó rajzón is észlelhetők a polyederre jellemző csúcsocskák (8. kép).

A hypnozoospórák tavasszal reggel 6—8 óra között, nyáron hajnali 4—5 órakor, ősszel és télen pedig a késő délelőtti órákban keletkeznek és mozognak, de ettől eltérések is vannak úgy, hogy minden évszakban a hypnozoospórák keletkezése és mozgás a nap minden szakában észlelhető. Télen az esti órákban is láttam mozgó hypnozoospórákat.

### A polyeder.

A hypnozoospóra nyugalombatérése után polyederré alakul (10., 11. kép). A polyeder, mint említettem létrejöhet: a hypnozygota belsejében (14. kép), vagy a hypnozygota sejtfalának kidudorodás általketkezett tömlőben és végül — ha a hypnozoospórák kiszabadulnak — szabadon is fejlődhet (10. kép), mely utóbbi a leggyakoribb eset. A hypnozoospóra megpihenése után, — gyakran azonban már a még rajzásban levő spórán, megjelennek a polyederre jellemző csúcsocskák (8. kép). A polyederek alakja és nagy-

sága, — aszerint, hogy azok milyen nagyságú hypnozoospórákból keletkeztek, — igen változó. Vizsgálataim alatt láttam néhányszor olyan polyedereket, melyek szintelen plazmakötegek által egymással összefüggésben voltak.

*Sejtfala*, a hypnozygotáéhoz hasonlóan, három rétegű. E sejtfalrétegek kénsav és jód kezelésre ugyanúgy viselkednek, mint azt a hypnozygóták sejtfaláról említettem, vagyis a két belső réteg megduzzad és kékszinűvé lesz, a külső réteg pedig a savnak ellenáll és sárga színt vesz fel. A polyeder felületén levő csúcsocskák a sejtfal külső rétegéből alakulnak. (11. kép). PRINGSHEIM (2.) nem említi ezt, de valószínűleg ő is úgy találta, mert a 19. ábráján feltüntetett polyederen, a külső levált sejtfalréteggel e nyúlványok is leváltan vannak ábrázolva. A csúcsocskákon gyakran rétegzettség figyelhető meg (12. kép). Érdekes sajátosság, hogy a csúcsocskák közötti öblökben az erythropectin gyakran látható (10. kép). Találtam — de csak ritkán — olyan polyedert is, melynek csúcsocskái nem voltak (13. kép). A fejlett polyeder sejtfala duzzadt, elnyálkásodott, ragadós, könnyen tapad rá mindenféle idegen tárgy. Ekkor a már említett DEVAUX-féle vasklorid-ecetsav-ferrocyankali reagenssel kezelve, kékszinűre festődik, ami a pectinanyag sajátossága.

A polyederben, a hypnozoospórából belékerülő pyrenoida azonnal osztódni kezd; így benne csakhamar számos apró pyrenoida található. Ugyanez állapítható meg az eredetileg egyetlen sejtmagról is (10., 13. kép). Mint ismeretes, a fejlett polyederben rövidebb-hosszabb idő múlva rajzospórák fejlődnek, melyek létrejötte a hálósejtek rajzospóráképzéséhez hasonló (6. 34). A kifejlett rajzók rezgő mozgással hálószkává csoportosulnak (16. kép.) PRINGSHEIM (2. 782) szerint e rezgési idő 20—40 perc; vizsgálataim alatt 30—45 percnél találtam.

Megfigyeléseim szerint hálóképzés a nap bármely szakában bekövetkezhet, de leggyakoribb a reggeli órákban. PRINGSHEIM (2. 782) megemlíti, hogy a polyederekből keletkező hálószkák 200—300 sejtből állanak. Én a hálószkák között olyanokat is találtam, amelyek csak 50—60 sejtet tartalmaztak. Előfordul az, hogy a polyederben keletkező rajzospórák mozgás közben erősebben eltávolodnak egymástól s így a közöttük levő

összefüggés megszakad. Ilyenkor néhány sejtből álló hálórészletek keletkeznek. Ugyanez tapasztalható néha a háló sejtjeiben létrejövő hálócskákon is; különösen a téli hónapokban. PRINGSHEIM (2. 782) szerint a polyederekben kisebb és nagyobb rajzók fejlődnek. Szerinte olyan különbség van közöttük, mintha rajzospórákról és rajzógametákról volna szó, csak hogy valamennyi hálóvá fejlődik. A kisebb rajzókból is hálók keletkeznek, éppen úgy, mint a nagyokból, csak hogy itt a hálókat alkotó sejtek száma több.

Vizsgálataim alatt azt találtam, hogy PRINGSHEIM e megfigyelése téves, mert a *polyederekben keletkező rajzók egyforma* nagyok. A polyederekben keletkező hálócska sejtjein gyakori a sejtfallal kidudorodása, ami a polyederre emlékeztet (15. kép). Ezt már PRINGSHEIM (2. 784) is megjegyzi. A polyedereket — hasonlóan, mint a hypnozygotákat — rajzógameta képzésre igyekeztem kényszeríteni. Erre vonatkozólag is igen sok kísérletet végeztem és azt tapasztaltam, hogy a polyedereket tápoldatból vízvezetéki vízbe, tehát kedvezőtlenebb körülmények közé téve át, mindig csak fiatal hálók keletkeztek. Huzamosabb ideig sötétben tartva, szintén mindig csak hálók jöttek létre. 5—10 % cukoroldatban sem fejlődtek rajzógameták, még akkor sem, ha az 5—10 % cukoroldatos kulturát teljesen sötétben tartottam. 3%-os tejcukor oldatban, továbbá egész sekély vízben tartott polyederekben is hálócskák fejlődtek. Ugyanaz volt az eredmény borús, mint napos időben. Gyakran egyszerre keletkeztek a hypnozygotákban hypnozoospórák, a polyederekben pedig rajzospórák és mindkétféle spóra egyszerre mozgott a mikroszkóp látómezején. Vizsgálataim azt bizonyítják, hogy itt egy feltétlenül meghatározott, fejlődésmenetről van szó, vagyis: *hypnozygotákból csakis hypnozoospórák, polyederekből pedig csakis hálócskák fejlődhetnek*. Meg kell jegyeznem, hogy ugyanakkor a polyederből keletkezett hálócskákat mostoha körülmények között, így sötétben vagy sekély vízben tartva, nem rajzospórák, hanem csakhamar rajzógameták keletkeztek.

A mikroszkóp alatt tartott kulturákban gyakran egyidőben találtam mozgó hypnozoospórákat, melyek a hypnozygotákban fejlődtek és rajzógametákat, melyek a polyederből alakult há-

lőcska sejtjeiben igen élénken mozogtak. Az előbbieket polyederekké lettek, az utóbbiak pedig, a háló sejtjei sejtfalának felnyílása után, kiszabadulva páronként egyesültek és hypnozygotává alakultak.

### Irodalom.

1. BRAUN A.: Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig. 1851.

2. PRINGSHEIM N.: Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes und einige ihnen verwandte Bildungen. Monatsberichte der Königlichen Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 775. 1861.

3. ROSTAFINSKI J.: Quelques mots sur *l'Haematococcus lacustris* et sur les bases d'une classification naturelle des Algues chlorosporées. Mémoires de la société nationale des sciences naturelles de Cherbourg. XIX. 137. 1875.

4. KLEBS G.: Über die Vermehrung von *Hydrodictyon utriculatum*. Flora 48. 351. 1890.

5. TIMBERLAKE H. G.: Swarmspore formation in *Hydrodictyon utriculatum* ROTH. Botan. Gaz. vol. 31. 1901. p. 203.

6. PALIK P.: *Hydrodictyon* tanulmányok. Magy. Tud. Akad. Mat. és Természettud. Ért. XLV. k. 20. 1928.

### TÁBLAMAGYARÁZAT.

1. kép. Szorosan egymáshoz illeszkedő hypnozygoták csoportja, az egymásra gyakorolt nyomás következtében sokszögletesekké lettek. Láthatók a sejtmagok és a kettős körrel jelzett pyrenoidák. 500 : 1.

2. kép. A fixálás közben egymástól elszakadt hypnozygoták fala korongszerűen benyomott. A hypnozygoták érintkezési falrészletén piros színű «erythropectin» látható. 500 : 1.

3. kép. Magános hypnozygota, egyik oldalán belapított sejtfallal. 500 : 1.

4. kép. A kénsav és jóddal kezelt hypnozygota sejtfalának külső rétege halvány barnássárga színű lesz, míg a két belső réteg megduzzad és kék színt mutat. 500 : 1.

5. kép. Három rajzókezdeményre tagolódott hypnozygota. Benne sejtmagok és pyrenoidák láthatók. 500 : 1.

6. kép. A hypnozygota sejtfalának mindhárom rétege felnyílt és a hypnozoospórák kiszabadulnak. 500 : 1.

7. kép. Az érett hypnozygota sejtfalának külső rétege nem nyílt fel, hanem az így beszorult, megduzzadt középső réteg befelé gyűrődik. 500 : 1.



8. kép. Két hypnozoospora: az egyik a polyederre emlékeztető csúcsoscska látható. 700 : 1.

9. kép. A hypnozoospóra csillangóit a plazmával színtelen plazmakötegek kapcsolják össze. 1200 : 1.

10. kép. Polyeder. A csúcsok között helyenként erythropectin látható. 800 : 1.

11. kép. Kénsavval és jóddal kezelt polyeder. A sejtfal külső rétege barnássárga, a két belső megduzzadt réteg pedig kékszínű lett. 700 : 1.

12. kép. A polyeder csúcsoscskája, mely a külső sejtfal rétegből alakult, rétegzettséget mutat. 1400 : 1.

13. kép. A rendestől eltérő alakú polyeder, melyről a csúcsoscskák hiányoznak. 600 : 1.

14. kép. A hypnozygota sejtfalán belül alakult meg a polyeder. 600 : 1.

15. kép. A polyederben keletkezett hálóska részlete. A sejtfalon a polyeder csúcsoscskáira emlékeztető két kiemelkedés. 800 : 1.

16. kép. A hypnozygota sejtfalán belül létrejött polyederben kialakult egy fiatal hálóska is. 600 : 1.

17. kép. A polyederből normálisan kilépett hálóska. 1800 : 1.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930 október 13.-án tartott üléséből.)

## HYDRODICTYON STUDIEN. II.

Von PIROSKA PALIK.

1. Die durch die Conjugation der im Wasser herumschwärmenden Gameten entstehenden Hypnozygoten vereinigen sich in Gruppen und schliessen so eng an einander, dass sie infolge des starken Druckes ihre ursprüngliche Kugelform verlierend, polyedrisch werden (Fig. 1.). An den von einander nachträglich sich trennenden Hypnozygoten sind die abgeplatteten scheibenförmigen Berührungsflächen gut sichtbar (Fig. 3).

2. Den Durchmesser der Hypnozygoten fand ich 23—43  $\mu$ , ausnahmsweise aber auch 96  $\mu$ . Ihre Reifeheit hängt mit ihrer Grösse nicht zusammen.

3. Die Wandung der Hypnozygoten quillt vor der Schwärmerbildung zu einem «Gelose»-artigen Stoff, welche mit Eisenchlorid-Essigsäure-Ferrocyankali behandelt, wie Pectinstoffe, sich intensiv blau färbt.

4. Bei der Bildung der Hypnozoosporen kommt es vor, dass die äussere Zellwandschicht unangerissen bleibt und die innere stark aufgequollene Wandung sich nach innen zusammenfaltet (Fig. 7).

5. Zwischen den in Gruppen zusammengetretenen Hypnozygoten ist oft eine «Erythropectin»-Schicht wahrnehmbar (Fig. 2).

6. Die Anzahl und Grösse der Zellkerne ist in den Hypnozygoten eine ebenso veränderliche, als in den Zellen des Netzes.

7. In den jungen Hypnozygoten befindet sich neben dem Zellkern je eine Pyrenoide. Später vermehren sich die Pyrenoiden. Ihre Anzahl ist ungefähr dieselbe, als die der sich ebenfalls vermehrenden Zellkerne.

8. Im Gegensatz zu PRINGSHEIM's Behauptung fand ich, dass durch Sonnenschein die ausgetrockneten Hypnozygoten nicht

getötet werden. Die monatelang bei starkem Sonnenlicht gehaltenen, ganz ausgetrockneten Hypnozygoten keimten in Wasser gesetzt aus.

9. Die eingetrockneten Hypnozygoten bilden an der Wand des Gefässes einen ziegelroten Überzug.

10. Die Hypnozygoten ertragen auch wiederholt das Eintrocknen; in Wasser oder Nährlösung gesetzt, entwickeln sie sich weiter. Wenn sie aber begonnen haben sich zu Schwärmsporen zu gliedern, dann werden sie durch Eintrocknung bald getötet.

11. In den Hypnozygoten entwickelt sich häufig nur je eine einzige Hypnozoospore und zwar unabhängig davon, ob die Hypnozygote grösser oder kleiner ist. (Nach FRINGSHEIM sollen sich 2—5 Hypnozoosporen entwickeln.)

12. Es kommt vor, dass die Zellwand der Hypnozygoten sich nicht öffnet, wobei die Schwärmer, ohne eine jede Bewegung, sich in Polyeder umwandeln. In diesen Polyeder entstehen Schwärmer, welche sich bewegend zu Netzen vereinigen (Fig. 16).

13. Aus den Hypnozygoten entwickeln sich immer nur Hypnozoosporen, nie aber Schwärmgameten. Ungünstige Verhältnisse verursachen höchstens das, dass die Anzahl der Hypnozoosporen sich vermindert.

14. Die Grösse der Hypnozoosporen beträgt 18—26  $\mu$  Länge und 12—17  $\mu$  Breite. An ihrem farblosen Ende befindet sich eine hervorspringende Spitze, welche an die Spitzen der Polyeder erinnert. Von hier entspringen die zwei Geisseln. Nach FRINGSHEIM (2.781) sollen 1, oder 2 Geisseln sein. Ich habe immer 2 Geisseln beobachtet.

15. Im Inneren der farblosen Spitze der Hypnozoosporen sind die Fortsetzungen der Geisseln sichtbar: farblose Plasmafäden, welche die Geisseln mit dem Zellinneren verbinden (Fig. 9).

16. An den Hypnozoosporen ist ein roter Augenfleck nicht vorhanden.

17. Die Hypnozoosporen bewegen sich 30—40 Minuten lang.

18. Die sich hin und her bewegendes Hypnozoosporen beginnen sich nach einer gewissen Zeit um ihre Achsen herum

zu drehen. Während dieser Drehung runden sie sich ab und wandeln sich in Polyeder um.

19. Die Hypnozoosporen entstehen und bewegen sich im Frühjahr in der Früh zwischen 6—8 Uhr, im Sommer aber in der Früh zwischen 4—5 Uhr, im Herbst und Winter dagegen in den späteren Stunden des Vormittags. Abweichungen kommen jedoch ebenfalls vor.

20. Die Spitzen der Polyeder entwickeln sich aus der äusseren Schicht der Zellwand (Fig. 11).

21. In den Buchten zwischen den Spitzen ist das rote «Erythropectin» häufig sichtbar (Fig. 10).

22. Polyeder entwickeln sich ausnahmsweise auch ohne Spitze (Fig. 13).

23. Die Zellwand des reifen Polyeder ist angequollen, verschleimt und gibt die oben, unter Punkt 3. erwähnte Pektinreaktion.

24. In den Polyedern befindet sich anfangs nur eine einzige Pyrenoide, welche jedoch sich später durch Teilung vermehrt. Dasselbe ist der Fall auch bei den Zellkernen (Fig. 10).

25. In den Polyedern treten die Schwärmer sich bewegend zu Netzchen zusammen. Dies geschieht am häufigsten in den frühen Morgenstunden.

26. In den Polyeder sollen nach PRINGSHEIM (2.782) kleinere und grössere Schwärmer sein. Diese Beobachtung kann ich nicht bestätigen; die Schwärmer sind alle von gleicher Grösse.

27. In den Polyedern entwickeln sich immer nur Netzchen. Ich konnte nie beobachten, dass in denselben sich Schwärmgameten entwickelt hätten. Es handelt sich also hier von einem unbedingt bestimmten Entwicklungsgang. Aus der Hypnozygote entwickeln sich nur Hypnozoosporen, aus dem Polyeder aber nur Netzchen. In den Zellen des im Polyeder entstandenen Netzchens aber können so Schwärmsporen als auch Schwärmgameten entstehen. Diese zweierlei Arten der Vermehrung können sogar in unmittelbar benachbarten Zellen desselben Netzchens vorkommen.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Oktober 1930.)

IDEGEN ANYAGOK HYDRAULIKUS  
BESAJTOLÓDÁSA SÉRÜLT KOPONYACSONTOK  
HAVERS-CSATORNÁIBA.

ORSÓS FERENC levelező tagtól.

Öt ábrával.

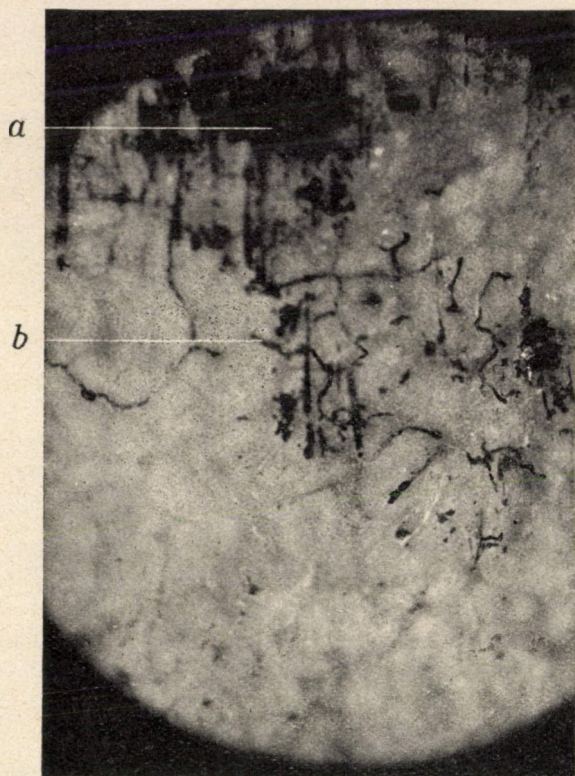
A törvényszéki orvos gyakran áll ama feladat előtt, hogy a seb minőségéből kell megállapítania az okozó eszközt. E feladat azonban igen sokszor csak valószínűséggel oldható meg, mert a szerepelt eszköz közelebbi, anyagi minőségét eláruló tárgyilagos jelek a sérült szöveteken csak ritkán mutatkoznak vagy csak különleges vizsgálattal ismerhetők fel.

Már a debreceni Tisza István Tudományos Társaság II. oszt. 1926 június 9-i XIX. rendes ülésén (A d. T. I. T. T. II. oszt. munkái, II. köt. 2. füz.) mutattam reá, hogy a koponyacsontoknak vas vagy más fém eszközökkel okozott vágott sebeinek felszínén végtelen finom vas vagy általában fémm nyomok maradnak vissza, melyek bizonyos reakciók révén felismerhetők.

A közelmúltban törvényszéki boncolás alkalmával (1930. IX. 3.) a fej jellegzetes repesztett sebének minőségéből még a nyomozás előtt, minden adat híjján arra következtethettem, hogy a sérülést kocsikenőcsös kocsialkatrésszel, mégpedig minden valószínűség szerint kocsilőccsel való fejbeverés okozta.

Az észlelet a következő volt: H. Gábor 52 éves földműves a debreceni lóvásár után verekedés közben súlyos repesztett fejsébet és elvérzéshez vezető szívszúrást szenvedett. A jobb faldudoron ülő X alakú, legnagyobb hosszában 6 cm méretű fejbőrseb alapján egy tojásdad alakú, majdnem ezüstpengő nagyságú, csont-

hártyától lecsupaszított, fekete-barnán szennyezett csontfelület látszott. A levált csonthártya csontfelőli felszíne szintén palaszürkén szennyezett volt. A szennyezett folt a csonton nagyjában gyűrűalakú, mert e terület eredetileg is kissé belapult középső részében

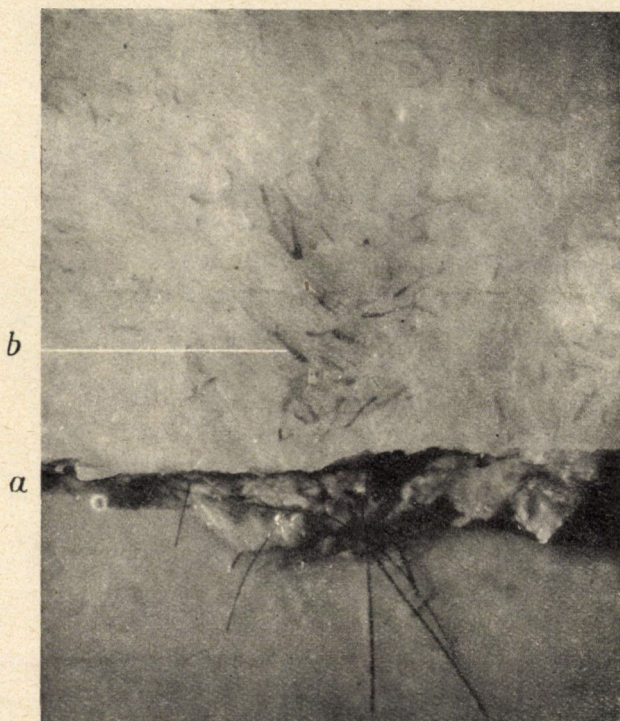


1. ábra. A szennyezett csontfelület erősebb lupagyításnál; *a*) a felszínen tapadó, *b*) a Havers-csatornákban ülő fekete kenőcs.

a szennyezettség csak nyomokban mutatkozott. Közelebbi megtekintésnél szembetűnik, hogy a szennyező fekete anyag részint a lecsupaszított csont felszínén tapad, részint pedig a csont külső rétegeiben finom hálózat alakjában foglal helyet. A csont felszínén erősen tapadó szenny (l. az 1. ábrát) részint apró, egymás mellé sorakozó pettyeket alkot, részint karcolásszerű, egyirányú, pár-



huzamos barázdákban ül. Magában a csontállományban a besajtott anyag a HAVERS-féle csatornáknak foglal helyet, tehát a finom érágak hálózatának alakjában. Szembetűnik továbbá, hogy a feketés anyaggal kitöltött csatornarészek több ponton vörös tartalmú csatorna-ágakkal közlekednek. A vörös tartalom pedig



2. ábra. a) jobbfalcsont repedése beékelődött hajszálakkal; b) véres detritusszal kitöltött Havers-csatornák. Gyenge lupa-nagyítás.

gyakran nem folytatódik a még mélyebben fekvő csatorna-ágakban, hanem rendszerint hirtelen szakad meg valahol az áttetsző csontállományban. A benyomás tehát az volt, mintha a csatornarendszer egyes részei a fekete anyaggal, egyes részei vérrel volnának kitöltve, egyes csatornaszakaszok pedig üresen maradtak volna.

Többnyire a fekete csatornaszakaszok feküdtek közelebb a

csont felszínéhez. Az ehhez tapadó, olajos minőségű, fekete-barna anyag vízben nem, chloroformban könnyen oldódott. Ezen tulajdonság alapján mindjárt kocsikenőcsre gondoltam. A csont felszínének szennyeződése kocsikenőcsös tárggyal való fejbevágás folytán bővebb magyarázatot nem kíván. A párhuzamos vonalakra nézve is világos, hogy itt horzsolásos barázdákban ült a fekete kenőcs. A kissé belapult középső részben e vonalak hiányoztak, minthogy itt a csont felszíne és a kenőcsös tárgy között közvetlen érintkezés nem jöhetett létre. A felszínes HAVERS-féle csatornában fészkelő kenőcs behatolása pedig csakis úgy magyarázható, hogy miután a kenőcsös tárgy a fejbevágáskor a bőrt szétmálasztotta és a csontot is lecsupaszította, a tárgyon tapadó kenőcs, az ütközés végén a tárgy felszíne és a koponyacsont közé szorulván, a kifejlődött hidraulikus nyomás következtében besajtolódott, impraegnálódott a csont felszínén szabadon nyíló HAVERS-csatornába. Ez természetesen részint a megnyílt erek útján, de még nagyobb mértékben a csatornák eredeti szövettartalmának mélyebb csatorna-szakaszokba vagy oldalra tolása közben történhetett.

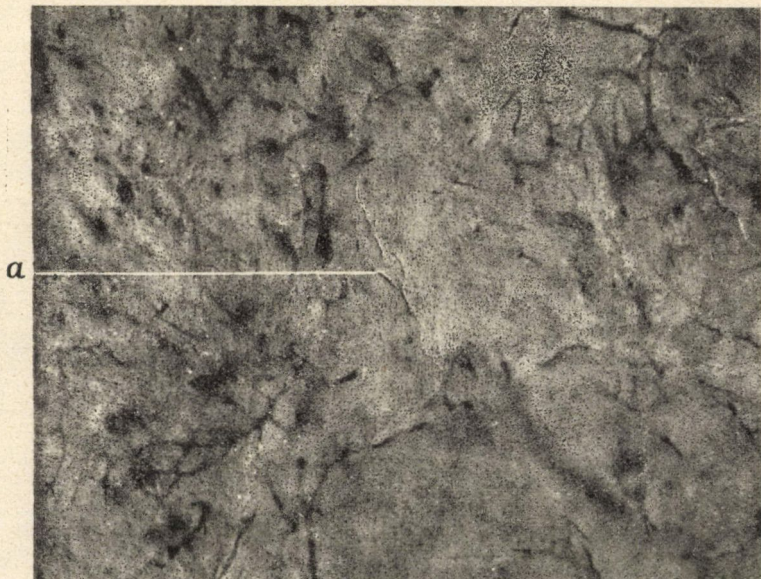
A csatornában a fekete kenőcs alatt talált vörös anyag mikroszkópos vizsgálatnál vérnek és szövetroncsaléknak bizonyult s ezek eredete szintén az összeroncsolt szöveteknek és a belőlük kiszajtolt vérnek még a fekete kenőcs előtt vagy ezzel együtt bekövetkezett hidraulikus besajtolódására vezethető vissza. Ez magyarázza egyszersmind a vörös csatornaszakaszok mélyebb rétegben fekvését is.

A bírósági vizsgálat utólag kiderítette, hogy a fej repesztett sebét tényleg egy lőcs kocsikenőcsös végével való fejbeverés okozta.

Az itt vázolt észlelés teljes magyarázatát adja a fej friss repesztett sebeinek csontos alapján általában gyakran előforduló, körülírt erezettségnek, melyet mindezideig belöveltségnek, vitalis reactionnak vagy egyszerűen véres beszűrődésnek fogtak fel. Az elmondottak alapján nem szenved kétséget, hogy ezen erezettség rendszerint a nagy nyomás alatt szétmálasztott szöveteknek és a belőlük kiszorult vérnek a megnyílt csontcsatornába való besajtolódása folytán keletkezik. Jellegzetes képét ezen erezettségnek látjuk a 2. sz. lupa-fotográfián, mely egy autó baleset folytán elhunyt (Gy. András, 16 éves, 1930. XI. 3.) fiú jobb falcsontjának



részletét mutatja. A koponyán több, csontig hatolt jellegzetes repesztett seb volt jelen. A felvételen látható, a falcsontot harántul keresztelő, beékelődött hajszálakat tartalmazó repedés (a) a homlokcsont darabos törésének folytatódása. E repedés felett fekvő erezett terület (b) a jobb faldudor alatt ülő, nagyjában harántirányú, 8 cm hosszú, önálló, repesztett bőr-seb alapjának felel meg. A felvétel világosan mutatja a fent említett jellegzetes



3. ábra. Ütéssel mesterségesen a Havers-féle csatornába sajtolt fekete kenőcs. a) szabad szemmel láthatatlan repedések. Erősebb lupa-nagyítás.

képet: Körülírt területen véres masszával szakaszosan, de egész vastagságukban telődött HAVERS-csatornarészletek.

Természetesen más folyékony vagy félfolyékony kenőcsszerű anyagok is besajtolódhatnak ilyen módon. De a HAVERS-féle csatornák porusainak átmérőjét felül nem múló szilárd részecskék is bejuthatnak a használt tárgy felszínéről a véres szövetpéppel együtt, pl. sár vagy földrészecskék, trágyaalkatrészek, rozsa, festék és keményítőszemcsék, növényi sejtek stb.

Röviddel később, Hajdunánáson történt apagyilkosság eseté-



ben (S. János, 1930. XI. 10.) a koponya számos repesztett sebe közül egynek alapján palaszürke, kettőnek pedig zöldes-barna anyag volt található a csontesatornácskákban. A sebek egyébként alig voltak szennyezve, mert a fejet a tettesek lemosták. Véleményemben sárra és istállótrágyára vezetem vissza a szennyezettséget. A gyilkosság elkövetésénél használt és bűnjelként vizsgálatra átadott vasvillák ágain sár és marhatrágya volt szabad szemmel



4. ábra. Ütéssel kísérletileg kitöltött Havers-féle csatornák. *0* okulárral és *0* objektívvel készült mikrofelvétel.

és mikroszkóposan is megállapítható. A csontesatornácba sajtolódott trágyanyomok nativ mikroszkópos metszeteken pozitív Gmelin-reactiót adtak, ami még megerősítette azt a felvételt, hogy azok trágyától eredtek.

A hydraulikus besajtolódásnak feltételezett mechanizmusát kísérletileg is sikerült utánozni, mégpedig meggyőző eredménnyel. A kísérleteket véralvadékkal, továbbá használatlan kocsikenőccsel és különösen tussal kevert vaselinnel végeztük. Az utóbbi keverék leginkább közelíti meg a kocsialkatrészekhez tapadó porral és



vasrészecskékkel elegyedett fekete kocsikenőcs összeállítását és színét is. A fekete kenőcs nem nagyon tömött koponyaboltozatokon még újjal is besajtolható a Havers-csatornába. A 3. sz. ábra lupa-nagyítással fotografált koponyacsontot érzékeltet, melynek csatornáiba egyetlen fakalapácsütéssel sajtoltatott be a fekete



5. ábra. Fekete kenőccsel telt Havers-féle csatornák szabadkézi natív metszetben gyenge mikroszkópos nagyításnál (Ok. 1, obj. 1, 50 cm kamara-hossz.) — a) sértetlen eret tartalmazó csatornaszakasz.

kenőcs. Az itt-ott látható felszínes fekvésű egyik szélükön felcsillanó finom vonalak (a): szabad szemmel egyáltalán nem látható repedések, melyek szintén az ütés folytán támadtak a csont felszínes rétegében. A csillogást a megvilágításra használt erős fénynek a repedések egyik falán való visszaverődése adja.

A csontok mikroszkópos vizsgálatát úgy végeztük, hogy híg sav réacsepegtetésével a csont felszínes rétegeit részben mésztelenítettük és azután beretvával tangentialis metszeteket készítettünk, melyeket glicerinen vizsgáltunk. A 4. sz. ábra egy

ily módon készült metszet 0 okulárral és 0 objektívvel készült mikrofelvetele. Még erősebb nagyításnál (5. ábra) világosan megállapítható e metszeteken, hogy a HAVERS-csatornákat kitöltő idegen anyag csak ritkán ül az erek lumenében, hanem csaknem mindig az összesajtolt vagy szétmálasztott és félretolt vagy körülfogott ereken kívül helyeződik el, vagyis a csontcsatorna egész lumenét kitölti.

Hogy a csontcsatornácskák telődése nem egyszerű capillaris felszívódás, a következők bizonyítják :

1. A csontnak a csonthártyától való lecsupaszítása után a HAVERS-féle csatornák nem üresek, hanem szövettel vannak kitöltve.

2. A szóbanforgó kenőcsös anyagok és a szövetroncsalékkal kevert vér nagy sűrűsége mellett capillaris felszívódás nem megy végbe. Erről kísérletileg is meggyőződünk, mert egyrészt a fekete kenőccsel és vérrel bekent csupasz koponyacsontokon 24 órai állás után sem mutatkozik hasonló felszívódás, másrészt azonban tompa felületű tárggyal (fakalapáccsal) végzett egyetlen erős ütéssel is egészen hasonló besajtolódás létesíthető a koponyacsontok felszínén, mint amilyen az itt ismertetett törvényszéki esetekben mutatkozott.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1930. okt. 13-án tartott üléséből.)

# HYDRAULISCHE EINPRESSUNG FREMDER STOFFE IN DIE HAVERS'SCHEN KANÄLCHEN VERLETZTER SCHÄDELKNOCHEN.

Von FRANZ ORSÓS k. Mitglied.

Bericht über gerichtliche Fälle, in welchen aus den in die Havers'schen Kanälchen der verletzten Knochen eingedrungenen Stoffen die nähere Art des zur Verletzung gebrauchten Gegenstandes bestimmt werden konnte.

Im ersten Fall (H. G. 3. IX. 1930.) fiel am Grunde einer Quetschwunde des rechten Scheitelhöckers die teils schwarze, teils rote Injektion der Havers'schen Kanälchen des entblösten Knochens auf. Der schwarze Inhalt der Kanälchen erwies sich bei näherer Untersuchung als eine chloroformlösliche, fettige, schwarze Schmiere; der rote dagegen als mit Blut vermischter Gewebdetritus. Die mit schwarzer Masse gefüllten Kanälchenabschnitte lagen oberflächlicher. An Freihandschnitten des mässig dekalzinierten Knochens ergab sich, dass die Fülle der Knochenkanälchen nicht in den Gefässen, sondern meist ausserhalb dieser in dem Kanälchenraum selbst sass, nebst Zerreissung und Beiseitedrängung des ursprünglichen Kanälcheninhaltes.

Auf Grund dieses Befundes konnte im Gutachten noch vor der strafgerichtlichen Untersuchung darauf hingewiesen werden, dass die Quetschwunde des Kopfes höchstwahrscheinlich mit einem Wagenbestandteil, namentlich mit dem beschmierten Ende einer Wagendeichse erzeugt wurde, was auch nachträglich Bestätigung fand.

Das Eindringen der schwarzen Schmiere in die Knochenkanälchen kann nur derart erfolgt sein, dass nach der Zerquetschung



der Haut und Abschürfung der Beinhaut die den Gegenstand bedeckende Schmiere infolge des hydraulischen Druckes, der sich zwischen den zusammenstossenden Oberflächen entwickelte, in die Havers'schen Kanälchen eingepresst wurde. Derselbe Mechanismus erklärt auch das Eindringen von Blut und Gewebdetritus in die eröffneten Kanälchen.

Diese Beobachtung erklärt auch die am Grunde von Quetschwunden an den Knochen häufig vorkommenden umschriebenen, «Injektionen», welche bisher als vitale Reaktion oder einfach als blutige Infiltration aufgefasst wurden.

In einem zweiten Fall (S. J. 10. XI. 1930.) fand sich an der Basis einer der zahlreichen Quetschwunden des Kopfes ein schiefergrauer und zweier anderer ein gelblichbrauner Stoff in den Knochenkanälchen. Im Gutachten wurden diese Spuren auf Stalldünger (Gmelin'sche Reaction) und auf Feldschlamm zurückgeführt. An den beim Morde gebrauchten Eisengabeln waren die erwähnten Stoffe tatsächlich nachweisbar.

Der vorausgesetzte Mechanismus der hydraulischen Einpressung konnte auch experimentell leicht nachgeahmt werden. Die Versuche wurden teils mit Blutgerinnsel, teils mit Wagenschmiere, teils mit einem Gemenge von Tusch und Vaseline ausgeführt.

Dass die Füllung der Knochenkanälchen keine einfache kapilläre Aufsaugung ist, wird durch Folgendes erwiesen:

1. Nach der Ablösung der Beinhaut sind die Havers'schen Kanälchen nicht leer, sondern von Gewebe ausgefüllt.

2. Bei der grossen Viskosität der besprochenen schmiereartigen Stoffe und des mit Gewebdetritus vermengten Blutes geht keine kapilläre Aufsaugung vor sich. Die mit diesen Stoffen und Blut belegten nackten Schädelknochen zeigen auch nach 24 Stunden keine Füllung der Kanälchen. Andererseits kann aber durch einen einzigen Schlag mit einem stumpfen Gegenstand (z. B. Holzhammer) eine ganz ähnliche Einpressung erzielt werden, wie es sich in den angeführten gerichtlichen Fällen zeigte.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Oktober 1930.)

## A GYÉMÁNT GRAFITOZÁSA.

SZARVASY IMRE és LÁNYI BÉLÁ-tól.

A gyémántnak grafittá való alakításával régóta foglalkoznak. R. VOGEL és G. TAMMANN<sup>1</sup> dolgozatukban összeállították a megelőző kutatók munkásságát. JAQUELIN és MOISSAN ívfényben, ROSE pedig szénecsőben, a vas olvadási pontján kísérleteztek. PARSONS katódsugarakkal hevítette a gyémántot, 1890°-ot adva meg olyan hőmérsékletnek, melyen az átalakulás gyorsan végbemegy.

VOGEL és TAMMANN kísérletei azt mutatják, hogy egyes kristályok 1000°-on 1—2 nap alatt, de sokszor rövidebb idő alatt is már szürkés bevonatot kapnak, esetleg a belsejük is megszürkül, mások pedig ilyen hőmérsékleten semmi változást nem mutatnak. 1200°-on mikroszkóppal látható pontok jelennek meg úgy a kristályban, mint annak felületén. Magasabb hőfokon a pontok gyorsan sokasodnak, 1900°-on pedig a kristályegyedek egyéni saját-sága szerint 10—30 perc alatt tökéletes az átalakulás. Öt per-cig 1600°-on tartott gyémánt, melyet szintetikus  $CaSiO_3$ -ba olvasztottak, jellegzetes mikroszkópi képből mutatta a kristály belsejében lévő fekete erekben megjelenő grafitot. Kísérleteikben a nyert grafitot methilénjodidos iszapolással választották el és chemiaailag W. LUZZI szerint  $H_2SO_4 + HNO_3$  eleggyel kezelve próbálták a természetes grafitra jellemző felfúvódást előidézni, de a termék ezt a reakciót nem mutatta.

DE KAY THOMPSON és FRÖHLICH<sup>2</sup> vákuum kemencében ismél-tették a kísérleteket, 1650°-on teljes átalakulást találtak, a nyert grafitot BRODIES módszerével ( $HNO_3 + KClO_3$ ) indentifikálták.

---

<sup>1</sup> Zts. f. phys. Chem. 69. 598 (1909).

<sup>2</sup> Trans. Amer. Elektr. 1903.

FRIEDEL és RIBAUD<sup>1</sup> a grafitozott gyémánt optikai vizsgálatából megállapították, hogy a grafitképződés 1500° körül biztosan megindul, de lehetséges, hogy átmenetileg amorf szén keletkezik és ez kristályosodik össze grafitná.

Ezekhez a vizsgálatokhoz hozzá vehetjük GERLACH<sup>2</sup> kutatásait, aki karbonádokat vizsgált röntgenspektroszkópiával, de gyémánt reflexiókon kívül egyebet nem kapott.

A szénféleségek szerkezetére vonatkozó vizsgálataink folyamán szükségessé vált a gyémántnak grafitná való alakulását — eltérően az eddigiektől — röntgenspektroszkópiával tanulmányozni.

E vizsgálatok szempontjából fontos az, hogy a kísérletre választott kristályegyed ideális egykristály-e, mozaik kristály-e vagy több összenőtt mozaik kristályból összetett. A reakció lefolyásánál minden esetben számolni kell a gyémánt hamutartalmával és meg nem határozható széntartalmú vegyületekkel.

Ideális egykristálynál a reakció kezdetén szürkülés állhat elő a kristály felületén, és kívülről befelé haladva mindig újabb és újabb rétegek változnak át, míg az átalakulás teljes. Átmenetileg a gyémántrácsról leszakadó szén a hőfoktól és az időtől függően egy vagy több atómos is lehet, míg alkalmas körülmények között a grafitná való rendeződés meg nem kezdődik.

Ha a változás nemcsak felületi, hanem a kristályrácsot alkotó egyes kitüntetett helyzetben lévő atómokra is kiterjed, úgy az előálló térfogati különbségek belső feszüléseket hoznak létre, melyek a kristályt széjjel repeszthetik.

Így keletkezhetik a karbonádó, mely GERLACH<sup>3</sup> észlelete alapján mikrokristályok tömegéből áll, a gyémántrácsra jellemző röntgenképet ad, azonban grafitvonalaknak nyomát sem lehet találni. Az átalakulási termék jelenlétét csak a kristály fekete színe és a grafitfelvételeken is tapasztalható aránylag erős fátýol mutatná.

A természetben található gyémántok a legritkább esetben

---

<sup>1</sup> Compt. r. 178, 1126 (1924).

<sup>2</sup> Zts. f. anorg. Chem. 137, 331 (1924).

<sup>3</sup> L. 2. lábjegyzet.

egykristályok, ezért az előbbi gondolatmenet csak a vizsgálat alá vett gyémántkristálynak egy-egy kicsiny részére vonatkozhatik, legjobb esetben a finomra tört por egyes szemecskéire lehet érvényes.

Kísérleteinkhez 2—3 mm<sup>3</sup> nagyságú, hasítással előállított kristályokat és 0·01—0·1 mm szemcsenagyságú kristályport használtunk. Utóbbit előzetesen meleg királyvízzel tisztítottuk, mostuk, szárítottuk. A nagy kristályokról grafitozás előtt és után külön-külön készült forgatottkristály diagramm, a forgatási tengely egyik jól definiált hasadási lapra volt merőleges, úgy hogy grafitozás után a kristályt az első felvételi állásba újra vissza lehetett tenni. A kristályporból 0·2 mm átmérőjű üvegpálcára annyit ragasztottunk fel, hogy 5—6 mm hosszú, 1 mm átmérőjű pálcikát kaptunk. Több ilyen pálcika és több felvétel készült a természetes anyagból. A grafitozáshoz annyi gyémántport használtunk, hogy egy pálcikára és mikroszkópi preparátumra elég volt. DEBYE—SCHERRER kamara rádiusza:  $r = 4\cdot32$  cm.

Hevítésre elektromos árammal hevített szénecső és molibdénecső szolgált; az evakuált kemencében 0·0001 mm-nél kisebb nyomásokat mértünk. A szivattyú felől jövő gőzöket folyós levegővel fagyasztottuk ki.

DEBYE SCHERRER—módszerrel készült filmeken ZEISS-féle mikrofotóméterrel<sup>1</sup> határoztuk meg a vonalak relatív intenzitását és a szürke fátyol menetét. A grafitozott anyagból néhányszor 2—3-szoros túlexpozícióval is készült felvétel, egyébként az expozíciós idő, feszültség, milliamperszám azonos volt. Sugárzás: szüretlenül, réz antikatódról.

1. ábra felső része mutatja, hogy a gyémánt és a gyémántból 2000°-on 70 órahosszas hevítéssel nyert grafit vonalaira az elhajlítás szögei ( $2\vartheta$ ) milyen helyzetűek. A lépték felső része 10 mm-es osztású, hogy a táblamellékleten feltüntetett vonalak helyzete közvetlenül összehasonlítható legyen. Az alsó részen a mm távolságoknak a felvételi kamara rádiusza alapján kiszámított elhajlítási szögek ( $2\vartheta$ ) értékei olvashatóak le 10—10 fokonként. Teljesen kihúzott vonalak  $Cu_3K_\alpha$  sugárzásnak, pontozva

<sup>1</sup> A Műegyetem kísérleti fizikai intézetének tulajdona.

kihúzott vonalak  $Cu_3K_\beta$  sugárzásnak felelnek meg, vonás pont vonással jelöltek pedig két különféle indexű lapnak  $\alpha$  és  $\beta$  sugárzástól eredő interferencia helyét mutatják. A gyémántról 11 vonalat, a gyémántból készült grafitról 18 vonalat kaptunk. A vonalak számozása a gyémántra vonatkozólag 1—11-ig folytatódólagos, a grafitra vonatkozólag a számozás HASSEL és MARK<sup>1</sup> idézett munkája alapján az illető vonalnak megfelelő. Táblázat a két anyag vonalszámait, a reflektáló lapok indexét és a hozzátartozó sugárzás minőségét mutatja (az  $\alpha$  sugárzás nincs külön jelölve).

Gyémánt			Grafit gyémántból		
Vonal száma	Index és sugárzás		Vonal száma	Index és sugárzás	
1	(111)	$\beta$	1	(002)	$\beta$
2	(111)		2	(002)	
3	(220)	$\beta$	4	(111)	$\beta$
4	(220)		5	(110)	
5	(311)	$\beta$	6	{ (111)	
6	(311)			{ (202)	$\beta$
7	(400)	$\beta$	9	{ (004)	
8	(331)	$\beta$		{ (203)	$\beta$
9	(400)		11	(203)	
10	(331)		13	(310)	$\beta$
11	(422)	$\beta$	15	{ (312)	$\beta$
				{ (205)	$\beta$
			16	{ (310)	
				{ (006)	$\beta$
			19	(205)	
			20	(006)	
			23	{ (400)	
				{ (401)	
			25	{ (206)	
				{ (024)	
			30	(420)	$\beta$
			32	{ (008)	
				{ (405)	
			33	(316)	
			36	(421)	

<sup>1</sup> HASSEL és MARK adatai: Zts. f. Physik 25, 317 (1924).



1. ábra alsó része a két felvétel fotométer görbéjét tünteti fel. Ebből az is látható, hogy a gyémánt mellett grafit jelenlétére jól lehet következtetni a grafitnak  $23^{\circ}30'$ -es és a  $26^{\circ}18'$ -es első és második vonalából, melyek lényegesen megelőzik a gyémánt  $39^{\circ}42'$ -es és  $44^{\circ}0'$ -es első és második vonalát, ezeken kívül pedig a grafit jelenlétét elég jól mutatják a 9. számú  $53^{\circ}41'$ -es, a 11. sz.  $59^{\circ}0'$ -es, a 19. sz.  $84^{\circ}54'$ -es, a 20. sz.  $86^{\circ}30'$ -es, valamint a 32. sz.  $133^{\circ}24'$ -es, a 33. sz.  $137^{\circ}12'$ -es és a 36. sz.  $150^{\circ}12'$ -es grafitvonalak, melyek a gyémánt vonalaitól még eléggé messze esnek és elég intenzívek.

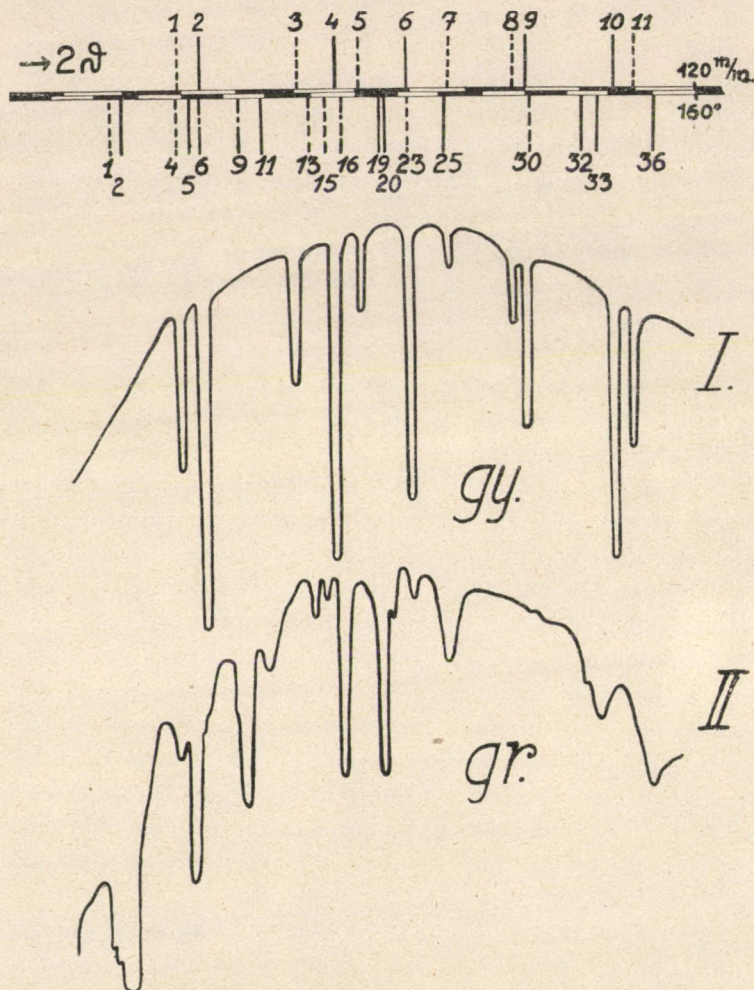
A grafitra vonatkozó intenzitásgörbe azt mutatja, hogy az anyag szubmikroszkópikus szemcsenagyságú, nagyságrendje egyezik  $1200^{\circ}$  körül methánbontásból nyert ezüstgrafitnak nevezett termék szemcséi nagyságával.

Nyitva marad azonban az a kérdés, hogy a grafit keletkezésénél a (002) indexű lap reflexei melyik stádiumban válnak észlelhetővé, és addig, míg az ismeretes grafitreflexiók legalább is a legerősebb vonalakban mind meg nem jelentek, mi történt a kristályon belül, vagy a kristály felszínén.

Széncsőben, hevítéssel végezve a grafitozást, úgy látszik, hogy a jelenlévő szén-gőzöknek nincs különös hatása a grafitképződés ama folyamatára, melyet röntgensugárázással felismerhetünk. Molibdén-kemencénél gondolni lehet arra is, hogy a vákuumban elgőzölő fém a kristályok felszínén karbiddá alakul, melyet a D. SCHERRER felvételek jól mutatnak. Ilyen kemencében tehát a hőmérsékleti hatás mellett a karbid befolyását is tanulmányozhatjuk.

Gyémántport  $900^{\circ}$ -on és  $1200^{\circ}$ -on öt órahosszat hevítve a fotométergörbék teljesen az I-el azonosak, jóllehet a mikroszkóp egyes szemcsékén már szürke fátyolt mutat.

Összehasonlítás végett az egyik  $1200^{\circ}$ -on tartott anyagból készített pálcikát a legfinomabb szemnagyságú ( $0.01$ — $0.03$  mm) Acheeson-grafittal poroztuk be, amikor a gyémántvonalak mellett a kristályos grafit képét kaptuk. Eredeti felvételen a belső grafitvonalak kettőzöttek, annak a vékony rétegnek megfelelően, mely a gyémántporból készült pálcikát csak nagyon vékonyan takaró hengerpalástnak megfelel. 2. ábra, III. görbe.

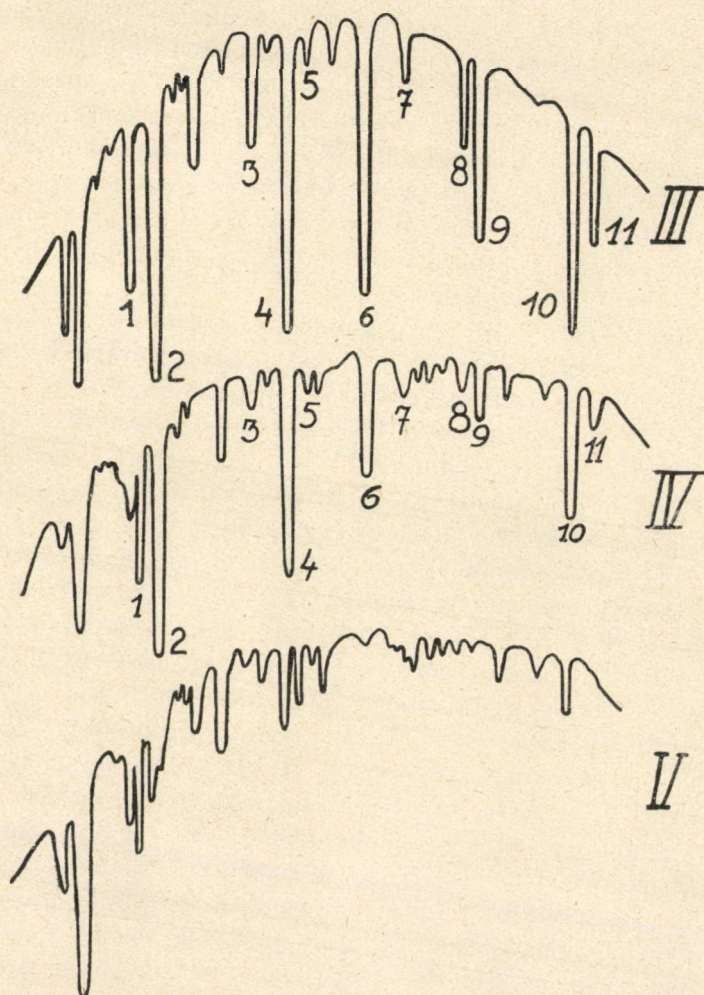


1. ábra.

Ezek a felvételek szolgáltak tájékozásul, a 2. ábra többi görbéje már magasabb hőfokon, (de  $2000^\circ$  alatt) grafitozott gyémántporból készült.

$1370^\circ$ -on hét órán át tartott gyémántpor mikroszkóp alatt csak egyes kristályokat mutat áttetszőknek, a legtöbb erősen szürkeszínű vagy fekete. Az objektív felől megvilágítva vala-





2. ábra.

mennyin csillogó feketés szürke bevonatot láthatunk, röntgenfelvételen a grafitvonalaknak nyoma nincs, a gyémántvonalak relatív intenzitása pedig változatlan, a fotométer még egyező eredményt mutat az 1. ábra I. jelzésű görbéjével.

2. ábrán a IV. fotométergörbe hét órán át  $1600^{\circ}$ -on tartott gyémántporról készült. Az előbbi mikroszkópi képpel szemben

itt a kristálykákon kinövéseket látunk. Röntgenfelvétel a grafitozódás megindulását mutatja. A gyémántvonalak intenzitása abszolút értékben csökkent, de a relatív értékek úgy a gyémántra, mint a keletkezett grafitra vonatkozólag változatlanok, mintha a két anyag keverékéből készült pálcikát világítottunk volna át.

Az V. fotométergörbe  $1780^{\circ}$ -on 6·5 órán át tartott anyagból készült; itt már erősödnek a grafitvonalak és gyengülnek a gyémántéi, de az intenzitások külön-külön mindegyik anyagra nézve relatíve változatlanok.

Egy kristályegyed, amely azonban nem ideális «egykristály», grafitozási kísérletei, ahol a gyémánt reflexiók pontjai mellett a grafitról DEBYE SCHERRER-gyűrűket lehetett volna kapni, ezidő szerint nem sikerült, mert hevítés közben a kristály mindig széjjeltört.

Táblamelléklet néhány felvételtől készült reprodukciót mutat. Az egyes felvételeket felében vágtuk ketté, melyeket egymás alá helyezve, a változások szembeötlően mutatkoznak. A látható mm skála közvetlenül mutatja az 1. ábrán feltüntetett vonalak helyzetét. I. 1. kép a term. gyémántról készült, ennek megfelel az 1. ábra I. fotométergörbéje. I. 2. a gyémántból nyert grafit felvétele ( $2000^{\circ}$ -on 70 órahosszat); megfelelő fotométergörbe az 1. ábrán II. jelzéssel. II. 1. gyémánt argon + hidrogénben  $1200^{\circ}$ -on öt órahosszat hevítve, II. 2. kép az előbbi felvétel pálcikája igen kevés, közönséges analitikai mérlegen nem mérhető mennyiségű Acheeson-grafittal beporozott pálcikáról készült, ennek megfelelő fotométergörbe a 2. ábrán III. jelzéssel látható. III. 1. kép gyémánt argon + hidrogénben  $900^{\circ}$ -on öt órahosszat hevítve. III. 2. kép gyémántból nyert grafit  $1600^{\circ}$ -on hét órahosszat molibdén-kemencében. Ennek megfelelő intenzitásgörbe 2. ábrán IV.-el jelezve. V. 1. kép összehasonlításra szolgál, II. 1. felvételképét ismétli meg. V. 2. kép gyémántból grafit  $1780^{\circ}$ -on 6·5 órahosszai hevítés molibdén-kemencében. VI. 1. kép gyémánt  $1490^{\circ}$ -on hat órahosszat hevítve. Mutatja, hogy az apróbb gyémántszemek már nem reflektálnak, viszont a kb. 0·1 mm-es szemcsenagyságú kristályok még teljesen épek.

## Összefoglalás.

1. A grafitozódás folyamata röntgenvizsgálattal  $1600^{\circ}$ -on hét órán át tartott gyémántporon mindig biztosan kimutatható;  $1370^{\circ}$ -on ugyanennyi idő alatt, jöllehet a mikroszkóp már ilyenkor is teljesen fekete szemcséket mutat, változást nem találunk, legalább is az öt legerősebb grafitvonalaknak nyoma sincsen.

2. Hőfok emelésével, pl.  $1760^{\circ}$ -on hét óra alatt a grafitozódás erőteljessé válik, de gyémánt még mindig jelen van.

3. Az erősebb grafitvonalak relatív intenzitásai mindig biztosan azonosak a természetes, vagy mesterséges Acheeson grafitéival, vagy a gyémánt teljes átalakulásakor nyert grafitvonalak intenzitásával, amennyiben egyes igen közel eső gyémántvonalak ezeket nem zavarják.

4. Forgatott kristállyal ezidőszerint jó felvétel, a mindig előforduló kristálytörések miatt nem készült, ilyen irányú munka folyamatban van, azonban csak hevítést álló kristállyal várható eredmény.

5. Amorf szén jelenlétét a felvételekből nem lehet kimutatni.

6. Magas hőfokon,  $2000^{\circ}$ -on gyémántból nyert grafit szubmikroszkópikus kristályú szemcsenagysága közelítőleg megegyezik az  $1200^{\circ}$ -on metámbontásból nyert ezüstgrafitéval.

E munka a Természettudományi Kutató Alap támogatásával készült.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. nov. 17.-én tartott üléséből.)



# DIE UMWANDLUNG VON DIAMANT IN GRAPHIT.

Von EMERICH SZARVASY und BÉLA LÁNYI.

1. Die Umwandlung in Graphit von Diamantpulver, welches sieben Stunden lang auf  $1600^{\circ}$  C erhitzt war, ist mit der DEBYE-SCHERRER-Methode ganz sicher festzustellen. Diamantpulver sieben Stunden lang auf  $1370^{\circ}$  C erhitzt, zeigt im Mikroskop ganz undurchsichtige, schwarze Krystalle, die DEBYE-SCHERRER-Methode zeigt jedoch keine Graphitlinien.

2. Sieben Stunden lang auf  $1760^{\circ}$  C erhitzt sind die Graphitlinien deutlich und kräftig, doch sind die Diamantlinien noch vorhanden.

3. Die relativen Intensitäten der Linien sind immer gleichwertig bei dem Graphit aus Diamant, mit jenen des natürlichen und Acheeson-Graphites.

4. Gute Drehkrystall Diagramme konnten nicht erhalten werden, da bei dem Erhitzen die ausgewählten Krystalle zersprangen. Diesbezüglich sind Versuche im Gange.

5. Ob amorphe Kohle vorhanden sei, war nicht genau festzustellen.

6. Bei  $2000^{\circ}$  C graphitierter Diamant zeigt nur Graphitlinien, dessen Krystalle submikroskopisch sind. Wir haben festgestellt, dass die Teilchengrösse derselben Grössenordnung angehört als jene des Silbercarbons, welcher bei  $1200^{\circ}$  C aus Methanspaltung entstanden ist.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Nov. 1930.)

## AZ EÖTVÖS-FÉLE TORZIÓS INGA ZAVARAIRÓL.

RYBÁR ISTVÁN 1. tagtól.

A Magyar Tudományos Akadémiának 1929. évi február hó 18-án tartott ülésén «Új szerkezetű Eötvös-féle torziós inga» című előadásomban beszámoltam ama nyolc esztendeig tartó vizsgálataimról, amelyeket az Eötvös-féle torziós inga fejlesztésére vonatkozólag végeztem. Előadásomban, mely az Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítőjének XLVI. kötetében a 698—723. oldalon jelent meg, többek között ismertettem ama hosszú, rendszeres kutatásaim eredményeit, amelyek az Eötvös-féle torziós ingában a gyors hőmérsékletváltozás által okozott zavarok eliminálására vonatkoztak.

Hosszú és fáradságos kísérleteim és elméleti megfontolásaim alapján *én ismertem fel és közöltem először azt az eredményt, hogy az említett zavarokat az ingarúd közelében elhelyezett, beállítható felületekkel, légkorlátokkal eliminálhatjuk, illetve jelentékeny mértékben kisebbíthetjük.*

Jelen dolgozatomban részletesen közlöm azokat az elméleti és kísérleti vizsgálataimat, amelyeknek néhány eredményét már a fent említett akadémiai ülésen ismertettem.

### A zavar és okai.

Könnyebb érthetőség céljából az Eötvös-féle torziós ingát metszetben tüntettem elő (1. ábra). Vékony fonálon függ egy vízszintes rúd, melynek két végére egy-egy súly van erősítve. E súlyok egyike mélyebben lóg. E lengőrendszert vastagfalú, rendszeren

vörösrézszekrényből és esőből álló ingaház veszi körül. Jó hőszigetelés céljából e fémházat még két más burok védi.

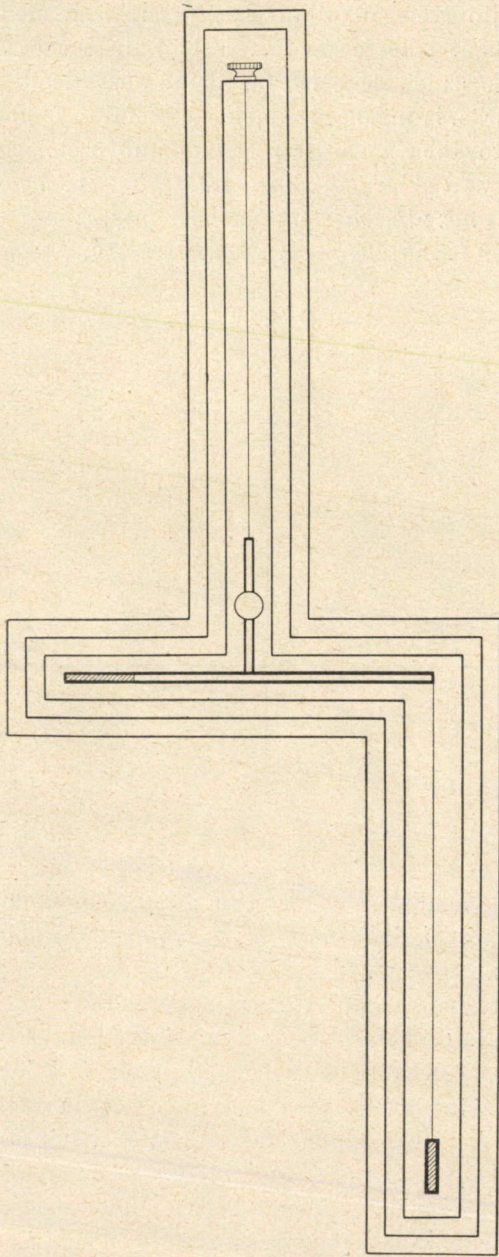
Tegyük fel, hogy az Eörvös-féle torziós inga állandó hőmérsékletű szobában fölállított sátor belsejében áll. A sátorban elektromos fűtőtestek vannak, melyekkel a sátor belseje melegíthető.

Mindenekelőtt vegyük fel, hogy a fűtőtestekbe áram nincs bekapcsolva és a torziós inga teljesen állandó hőmérsékletű térben hosszú ideig nyugodtan állott. Ekkor a készülék minden része ugyanazon az állandó hőmérsékleten van. Ezután a fűtőtesteket az áramkörbe kapcsoljuk és ezáltal a sátor belsejét s vele együtt a készüléket melegítjük. A tapasztalat szerint az inga e melegítés folytán egyensúlyi állásából kitér és bizonyos idő múlva, például félóra múlva más egyensúlyi állásba jut. Az ingarúd emez elfordulása az a zavar, amelyet a szóbanforgó melegítés okozott. E zavar, mint már Eörvös kimutatta, az ingának a szekrényben elfoglalt helyzetétől, azaz attól az  $\alpha$  szögtől függ, melyet az ingarúd a melegítés előtt, a szekrény közepén áthaladó s oldalfalaival párhuzamos egyenessel alkot.

A 2. ábra a zavarnak az  $\alpha$  szögtől való függését mutatja helyesen szerkesztett és tökéletesen készített készülék esetén. A görbe nagy közelítésben egyenes vonal, mely az abszcissza tengelyhez hajlik. A valóságban a hajlás még jóval kisebb, mint amekkorát az ábrán előtűntettünk. A zavar negatív  $\alpha$ -k esetén pozitív, pozitív  $\alpha$ -k esetén pedig negatív. Az ábrában a zavar görbéje az  $\alpha = 0$  ponton megy keresztül, ami azt jelenti, hogy ha az inga a szekrényével párhuzamos, akkor melegítéskor egyensúlyi helyzete nem változik meg. Számos esetben az egyenes vonal metszéspontja az abszcisszán jobbra vagy balra van eltolva, ritkább esetben az egyenes vonal nagy görbületű sugarú görbe vonal vagy az abszcisszával párhuzamos egyenes; végül vannak oly készülékek is, amelyeknél e görbe az abszcissza negatív oldalán az abszcissza alatt, pozitív oldalán pedig fölötte vonul.

A 2. ábrában előtűntetett zavart, melynél a zavart ábrázoló egyenes vonal az  $\alpha = 0$  ponton megy keresztül: az inga *karakterisztikus* zavarának nevezem.

A következőkben az Eörvös-féle torziós inga eme zavarai-

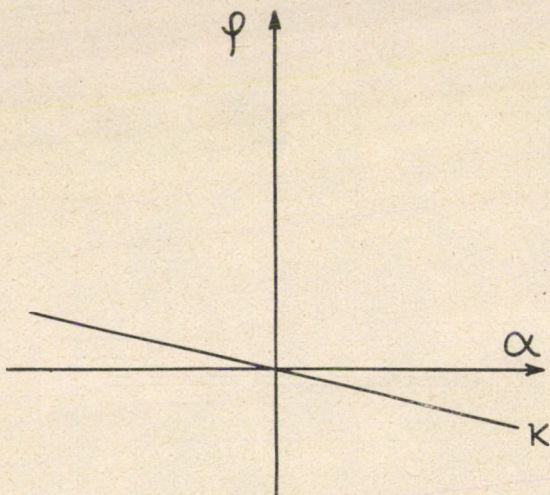


1. ábra.



nak okát óhajtom megállapítani és egyszersmind módszert nyujtani arra, miként lehet e zavart kisebbiteni és megszüntetni.

Mivel a készülék legbelső (az ingát közvetlenül körülvevő) vastagfalú vörösréz-ingaházát még kettősfalú fémburok veszi körül, mivel továbbá a vörösréz kitűnő hővezető, egyelőre feltehetjük, hogy a készülék melegedésekor a legbelső fém-szekrény s a hozzáferrasztott, lelógó vörösréz cső ugyanazon időpontban mindenütt ugyanazon hőmérsékletű. A lengőrendszert

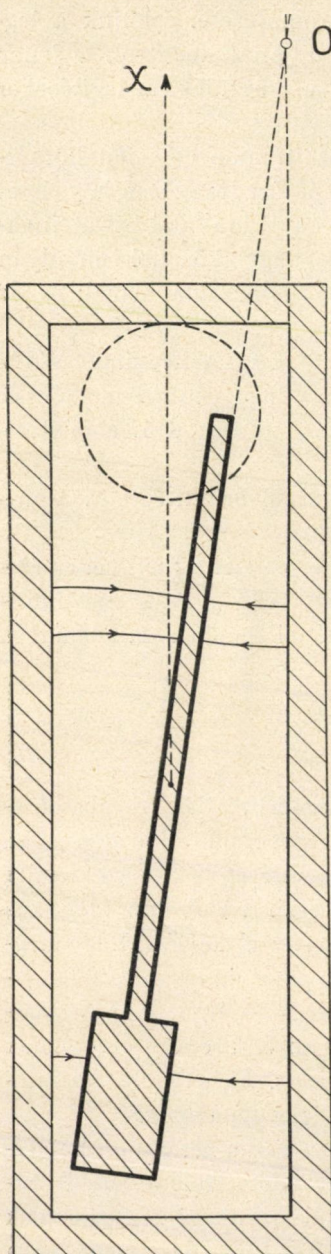


2. ábra.

körülvevő eme fémház hőmérséklete *lassan* emelkedik, de *úgy*, hogy ugyanazon időpillanatban e fémház minden részének egyenlő a hőmérséklete.

A vörösrézfémházban lóg a lengőrendszer igen vékony, néhány századmilliméter vastagságú fémszálon. E fémszál az egyedüli fémes összeköttetés a lengőrendszer és a készülék fémalkatrészei között, egyébként a lengőrendszert mindenütt levegő választja el a legbelső fémház falaitól. Ha eltekintünk attól az elenyésző csekély hőmennyiségtől, melyet a lengőrendszer a fémszálon át felvesz, akkor a lengőrendszer melegedése kizárólag az azt körülvevő levegőben végbemenő és a fémház falából ki-

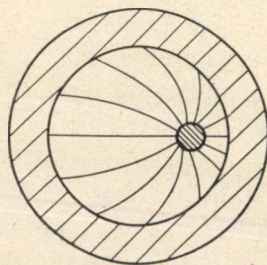




3. ábra.

induló hővezetés, továbbá hőszugárzás és konvekció útján történik. A hőszugárzással szállított mennyiség a levegőben a jelen esetben előforduló igen csekély hőmérsékletkülönbség folytán elenyésző csekély a vezetéssel transportált mennyiséghez képest, ezért a következőkben a sugárzás útján történő felmelegedést figyelembe nem vesszük. Ugyancsak elhanyagolhatjuk a konvekció hatását is, mert ha az ingaházat és a lengőrendszert kellőleg méretezzük és tökéletesen készítjük, akkor elérhetjük, hogy a konvekció hatása kicsiny a hővezetés által okozott hatáshoz képest. Mivel továbbá, miként már említettük, külső melegítéskor a legbelső fémház nagyon lassan melegszik, azért e fémházban levő levegőben létrejövő vezetést véges, de rövid idő alatt stacionáriusnak vehetjük. Meggondolásaim ily *stacionárius hőáramlásra* vonatkoznak.

Legyen 3. ábra az inga szekrényének, a 4. ábra pedig a lógó



4. ábra.

csőnek a lógó súlynál levő vízszintes metszete. Jelöljük a legbelső fémház hőmérsékletét a jelen pillanatban  $T_1$ -el, a lengőrendszer hőmérsékletét  $T_2$ -el, akkor a készülék melegítésekor  $T_1 > T_2$ .

A fémház és a lengőrendszer közötti eme ( $T_1 - T_2$ ) hőmérsékletkülönbség folytán a fémházban bezárt levegőben hővezetés jön létre. A felső szekrényben a szekrény oldalfalai és az ingarúd fala között létrejövő áramvonalak nagy közelítésben olyan körívek, melyek centruma a szekrény illető oldalfalának és az ingarúd illető falának metszéspontja.

Hasonlóképpen a lógó cső fala és az inga lecsüngő súlya közötti hőmérséklet-különbség folytán a lógó csőben ugyancsak hőáramvonalak keletkeznek, melyeknek típusát a 4. ábra tünteti elő.

Az izotermikus felületek a levegőben mindenütt ez áramvonalakra merőlegesek.

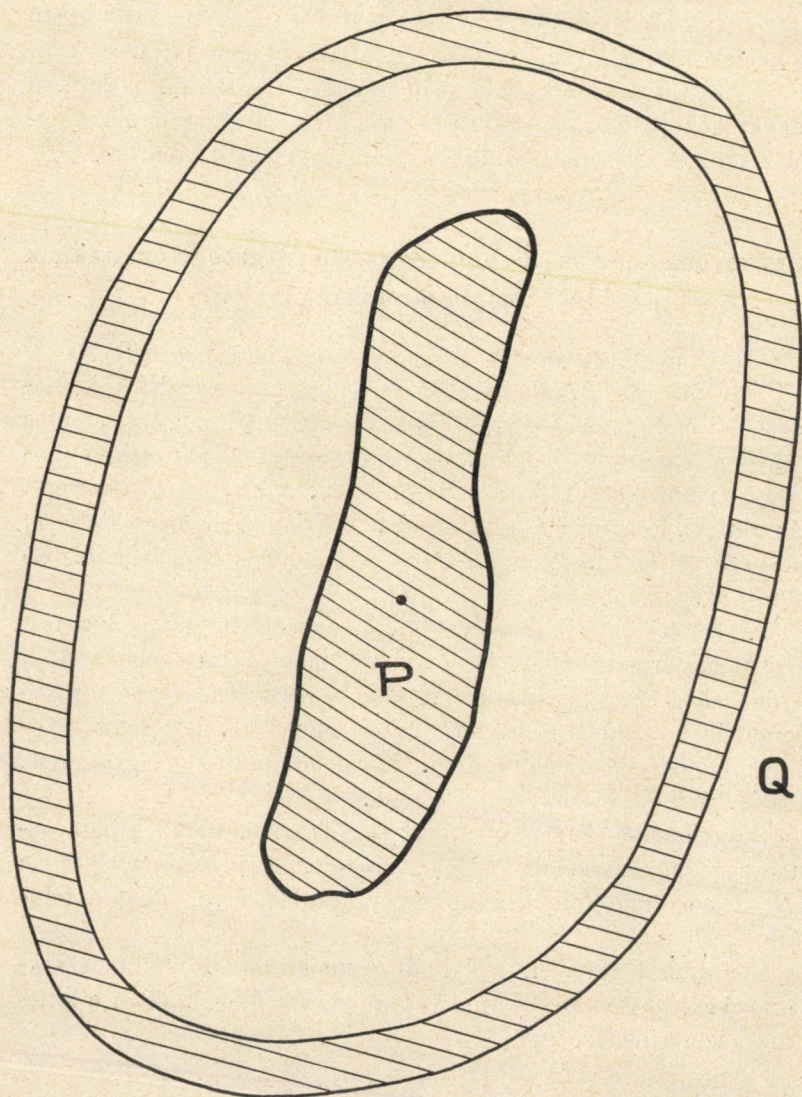
Az ingaházban előálló eme hőmérsékleteloszlás matematikailag megoldható. A hőmérséklet az ingaház és a lengőrendszer által határolt térben stationárius állapotban mindenütt a LAPLACE-féle

$$\Delta T \equiv \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$$

egyenletnek tesz eleget. Márpedig matematikailag meghatározható ama  $T(x, y, z)$  függvény, mely a zárt tér minden pontjában harmonikus, azaz a  $\Delta T = 0$  egyenletnek eleget tesz s azonfelül a tér határain a megadott  $T$  értéket felveszi. E probléma identikus azzal az elektrosztatikai problémával, mely abban áll, hogy meghatározandó ismeretes elektrosztatikus potenciálra töltött felületekkel bezárt tér potenciálja a bezárt tér belsejében. A potenciál-felületek az izotermikus felületeknek, az elektromos erővonalak pedig a hőáramvonalaknak felelnek meg. Ez okból a hőáramvonalak eloszlását elektrosztatikusan vizsgáltam meg.

A hőáramvonalak mentén energia terjed a magasabb hőmérsékletű ingaház faláról az alacsonyabb hőmérsékletű lengőrendszerhez. Ez okból a lengőrendszer falával érintkező gázmolekulák kinetikus energiája megnövekszik, miáltal a lengőrendszer falára





5. ábra.

működő gáznyomás megváltozik. Általánosságban a gáznyomás-növekmény a lengőrendszer két ellenkező oldalán levő felület-elemre különböző, minek következtében a lengőrendszerre forgató nyomaték hat, mely azt egyensúlyi állásából elforgatja.

E szerint e zavar oka a lengőrendszer és az azt körülvevő fémház közötti hőmérsékletkülönbség és e zavar a fémház faláról a lengőrendszerhez szállított hőmennyiségből ered.

### A gáznyomásnak és az ebből származó forgató nyomatéknak meghatározása.

Az elméleti kifejtést teljes általánosságban végezzük.

Vegyük föl (5. ábra), hogy a tetszésszerű alakú jó hővezető  $P$  merev test torziós fonálon lóg úgy, hogy vízszintes irányban szabadon lenghet. E merev testet ugyancsak jó hővezető  $Q$  burokkal vesszük teljesen körül. A két test közötti teret gáz tölti ki. Legyen a  $Q$  test minden pontjának hőmérséklete  $T_1$  és a  $P$  testé  $T_2$ . A hősugárzás és a konvekció hatásától eltekintünk.

A két test közötti hőmérsékletkülönbség folytán a két test közötti gáztérben hővezetés jön létre, mely a melegebb testből a hidegebbe energiát szállít, miáltal a lengőrendszerre forgató nyomaték hat, mely a lengőrendszert elfordítja. E forgató nyomatékot óhajtjuk meghatározni. Meggondolásainkat egyatomos, ideális gázra vonatkozólag végezzük.

Vegyünk fel  $1 \text{ cm}^2$ -nyi felületet,  $AB$ -t (6. ábra), s határozzuk meg mindenekelőtt azt az energiamennyiséget, melyet az  $AB=1 \text{ cm}^2$  felületen áthaladó gázmolekulák  $1 \text{ mp}$  alatt a felületre szállítanak.

Jelöljük  $1 \text{ cm}^3$ -ben foglalt ama molekulák számát, amelyeknek sebessége  $c$  és  $c+dc$  intervallumba esik  $N_c$ -vel, akkor a kinetikus gázelmélet szerint

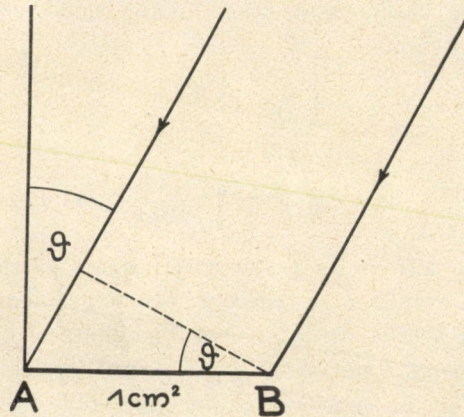
$$N_c = N \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc, \quad (1)$$

ahol  $N$  az  $1 \text{ cm}^3$ -ben foglalt összes molekulák számát,  $m$  egyet-



len molekula tömegét,  $T$  a gáz abszolút hőmérsékletét és  $k$  a BOLTZMANN-féle állandót jelentik.

Ugyancsak a kinetikus gázelméletből ismeretes, hogy ha  $u$



6. ábra.

egyetlen molekula kinetikus energiája, akkor  $c$  és  $c+dc$  sebességi intervallumba eső molekulák az egész féltérből 1 mp alatt

$$u = -\frac{1}{3} N_c c \lambda \text{ grad } u$$

energiát szállítanak az  $AB = 1 \text{ cm}^2$  felületre, azaz (1) helyettesítésével

$$u = -\frac{1}{3} N \lambda \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc \cdot \text{grad } u,$$

amely kifejezésben  $\lambda$  a gázmolekulák közepes szabad úthosszát jelenti.

S így a felületegységen át 1 mp alatt transzportált összes energiamennyiség

$$u = -\frac{1}{3} N \lambda \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} \cdot \text{grad } u \int_0^\infty c e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc.$$

De

$$\int_0^\infty c e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc = \frac{kT}{m}.$$



S így

$$u = -\frac{1}{3} N \lambda \sqrt{\frac{kT}{2m\pi}} \text{ grad } u.$$

Mivel pedig a három szabadsági fokkal rendelkező gázmolekula kinetikus energiája

$$u = \frac{3}{2} kT,$$

azért

$$u = -\frac{1}{2} N k \lambda \sqrt{\frac{kT}{2m\pi}} \text{ grad } T. \quad (2)$$

Tehát ha a  $P$  és  $Q$  testek által bezárt gázzal kitöltött térben a  $P$  test felületén a temperaturának gradiense van, akkor a gázmolekulák a (2) alatti kifejezéssel meghatározott energiámenyiséget szállítják 1 mp alatt a  $P$  test 1 cm<sup>2</sup> felületére. Ez energiánövekmény folytán a gázmolekulák nagyobb sebességgel ütköznek a test falába, s így a gáz ez energiánövekmény folytán nyomást gyakorol a test falára.

Számítsuk ki e nyomást.

Vegyük tekintetbe mindenekelőtt azokat a  $c$  és  $c+dc$  sebességi intervallumba eső molekulákat, melyek  $\vartheta$  szög alatt esnek az  $AB=1$  cm<sup>2</sup> felületre (6. ábra), s jelöljük ismét  $N_c$ -vel a térfogategységben levő ama molekulák számát, melyek a  $c$  és  $c+dc$  sebességi intervallumba esnek; akkor az  $AB=1$  cm<sup>2</sup> felületre 1 mp alatt jutó  $c$  és  $c+dc$  sebességi intervallumba eső molekulák száma

$$\cos \vartheta N_c c$$

vagy (1) helyettesítésével

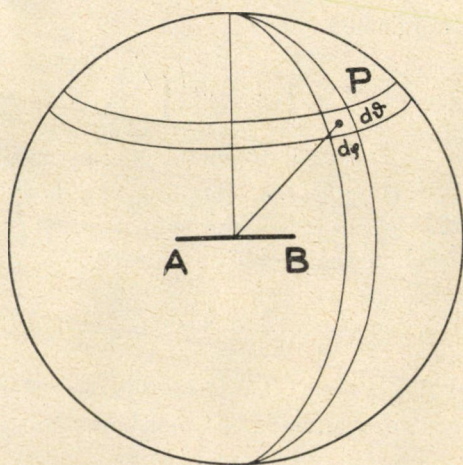
$$\cos \vartheta N \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc. \quad (3)$$

E molekulák kinetikus energiája

$$\begin{aligned} & \cos \vartheta N \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc \cdot \frac{mc^2}{2} = \\ & = \cos \vartheta N \frac{m}{2} \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c^2 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc. \end{aligned} \quad (4)$$

E (4) alatti kifejezés az  $AB=1 \text{ cm}^2$  felületre 1 mp alatt meghatározott  $\vartheta$  irányban és meghatározott  $c$  sebességgel beeső molekulák energiája. Ha az egész féltérből beeső és az  $AB=1 \text{ cm}^2$ -en 1 mp alatt keresztülhaladó összes molekulák energiáját kívánjuk meghatározni, akkor a (4) alatti kifejezésben levő  $\vartheta$ -át kell változtatnunk s az így nyert értékeket összegeznünk.

E célból rajzoljunk fel  $AB$  körül egységsugarú gömböt (7. ábra). A  $c$  sebesség e gömb felületéből  $P$  pontot metsz ki. Legyenek e pont gömbkoordinátái  $\vartheta$  és  $\varphi$ . Ha mármost a  $c$



7. ábra.

sebesség irányát változtatjuk, akkor a  $P$  pont helye az egységsugarú gömbön változik. Ha mármost a  $\vartheta$ -t  $d\vartheta$ -val,  $\varphi$ -t  $d\varphi$ -el növeljük, akkor az egységsugarú gömbön kimetszett felületelem

$$\sin \vartheta d\vartheta d\varphi$$

s így a  $\vartheta$  és  $\vartheta+d\vartheta$ ,  $\varphi$  és  $\varphi+d\varphi$  intervallumba eső irányokban haladó  $c$  és  $c+dc$  sebességi intervallumba eső molekulák által az  $AB=1 \text{ cm}^2$  felületen átszállított energiamennyiség 1 mp alatt (4) szerint

$$du = N \frac{m}{2} \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c^3 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} \sin \vartheta \cos \vartheta d\vartheta d\varphi dc.$$

S így az egész féltérből az  $AB = 1 \text{ cm}^2$ -en 1 mp alatt áthaladó molekulák energiája

$$u = N \frac{m}{2} \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \vartheta \cos \vartheta d\vartheta \int_0^{\infty} c^3 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc.$$

Az

$$\int_0^{2\pi} d\varphi = 2\pi, \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \vartheta \cos \vartheta d\vartheta = \frac{1}{2}, \quad \int_0^{\infty} c^3 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc = \frac{1}{2} \left( \frac{2kT}{m} \right)^2$$

helyettesítésével azt nyerjük, hogy 1 mp alatt az  $AB = 1 \text{ cm}^2$  felületre eső energiamennyiség

$$u = \frac{1}{4} \sqrt{\pi} N \cdot m \left( \sqrt{\frac{2kT}{m}} \right)^3. \quad (5)$$

Hogy az  $AB = 1 \text{ cm}^2$ -re ható merőleges nyomóerőt (nyomást) kiszámíthassuk, tekintetbe kell vennünk azt, hogy az  $AB$  falba ütköző molekula sebességének normális komponense,  $c \cos \vartheta$  az ütközés folytán ellenkező előjelűvé változik s így egy molekula mozgásmennyisége

$$- 2mc \cos \vartheta$$

-val változik meg.

Tehát az  $AB = 1 \text{ cm}^2$  felületre  $\vartheta$  szög alatt beeső  $c$  és  $c + dc$  sebességű intervallumba eső molekulák mozgásmennyisége (3) figyelembevételével

$$- 2Nm \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c^2 \cos^2 \vartheta e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc$$

-vel változik meg. Ez impulzusváltozás az akció és reakció törvénye értelmében az  $AB$  felületre nyomást létesít, mely tehát

$$+ 2Nm \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c^2 \cos^2 \vartheta e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc.$$

Az előzőekhez hasonló megfontolások útján nyerjük, hogy  $\vartheta$  és  $\vartheta + d\vartheta$ ,  $\varphi$  és  $\varphi + d\varphi$  irány intervallumokban beeső  $c$  és  $c + dc$  sebesség-intervallumba eső molekulák az  $AB$  felületre

$$dp = + 2Nm \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} c^2 \cos^2 \vartheta \sin \vartheta e^{-\frac{m}{2kT} c^2} d\vartheta d\varphi dc$$

nyomást fejtenek ki. S így az egész féltérből az  $AB$  felületre jutó molekulák nyomása, azaz az  $AB$  felületre működő egész nyomás

$$p = 2Nm \sqrt{\frac{m}{2k\pi T}} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \vartheta \cos^2 \vartheta d\vartheta \int_0^{\infty} c^2 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc.$$

Mivel pedig

$$\int_0^{2\pi} d\varphi = 2\pi, \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \vartheta \cos^2 \vartheta d\vartheta = \frac{1}{3},$$

$$\int_0^{\infty} c^2 e^{-\frac{m}{2kT} c^2} dc = \frac{\pi}{4} \left( \sqrt{\frac{2kT}{m}} \right)^3,$$

azért

$$p = \frac{1}{3} Nm\pi \sqrt{\pi} \frac{2kT}{m}. \quad (6)$$

Az (5) alatti formula adja az  $AB=1$  cm<sup>2</sup> felületre 1 mp alatt eső molekulák által szállított energiamennyiséget, a (6) alatti kifejezés pedig a nyomást. E kettőből nyerjük, hogy

$$p = \frac{4}{3} \pi \sqrt{\frac{m}{2kT}} \text{ll.} \quad (7)$$

Mivel pedig a hőáramlás folytán az  $AB=1$  cm<sup>2</sup> felületre 1 mp alatt eső molekulák által szállított energiamennyiség a (2) alatti kifejezés, ezért ezt (7)-be helyettesítve azt nyerjük, hogy a nyomás

$$p = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} N.k.\lambda \text{grad } T. \quad (8)$$

S ezzel kifejeztük azt a nyomást, mely a különböző hőmérsékletű  $P$  és  $Q$  szilárd testek közötti gázban létrejövő hővezetés folytán a  $P$  testre működik. S így a  $P$  test  $df$  felületelemére

$$p df = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} N.k.\lambda \text{grad } T df$$

nyomóerő hat. E nyomóerő a  $df$  felületre merőleges és (a negatív előjel folytán) a  $\text{grad } T$  irányával ellentett.

Hogy az erőnek a függélyes irányú forgási tengelyre vonatkozó forgató nyomatékát meghatározhassuk, válasszunk oly derék-

szögű  $x, y, z$  koordinátarendszert, melynek  $z$  tengelye a forgási tengellyel összeesik s függélyesen lefelé irányul. Akkor a  $p df$  erőnek összetevői

$$X = p df \frac{\partial x}{\partial n} \quad Y = p df \frac{\partial y}{\partial n} \quad Z = p df \frac{\partial z}{\partial n},$$

ahol  $x, y, z$  a  $df$  felületelem derékszögű koordinátáit,  $n$  pedig a felületelemnek a grad  $T$  irányába eső normálisát jelenti. S így a  $p df$  erőnek a  $Z$  tengelykörüli forgató nyomatéka

$$Yx - Xy = p \left( x \frac{\partial y}{\partial n} - y \frac{\partial x}{\partial n} \right) df,$$

tehát az egész lengőrendszerre működő forgató nyomaték

$$F = \int p \left( x \frac{\partial y}{\partial n} - y \frac{\partial x}{\partial n} \right) df$$

vagy pedig (8) helyettesítésével

$$F = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} Nk \cdot \lambda \int \left( x \frac{\partial y}{\partial n} - y \frac{\partial x}{\partial n} \right) \text{grad } T \cdot df, \quad (9)$$

amely kifejezésben  $n$  jelenti a grad  $T$  irányába eső felületi normálisát.

Ha tehát egy lengőrendszer felületével érintkező gáztérben a hőmérséklet nem állandó, hanem a hőmérsékletnek gradiense van, akkor a lengőrendszerre a (9) alatti forgató nyomaték működik.

### Az elméletnek alkalmazása az Eötvös-féle torziós ingára.

A (9) alatti forgató nyomaték teljesen általános érvényességű.

Alkalmazzuk a (9) alatti formulát Eötvös által használt lengőrendszerre. Egyszerűség kedvéért vegyük fel, hogy a lengőrendszer derékszögű parallelogramma keresztmetszetű alumíniumrúd, amelynek egyik végére derékszögű parallelogram keresztmetszetű arany súly van erősítve, másik végén pedig henger alakú arany súly lóg a csőben. Vegyük továbbá fel, hogy a lengőrendszer forgási tengelye az ingaszekrény két oldalfalától egyenlő  $b$  távolságra van.



1. Számítsuk ki az alumíniumrúdra ható forgató nyomatékot. Legyen a rúd hossza a forgatástengelytől a lógó súly irányában  $l_1$ , a felső súly irányában  $l'_1$  úgy, hogy az egész rúd hossza  $l_1 + l'_1$ ; a rúdnak vastagsága a vízszintes irányban  $2m_1$  és a függélyes irányban  $n_1$  (8. ábra).

A (9) alatti formula értelmében legelső feladat a rúd felületén érvényes grad  $T$  értéket meghatározni.

A fentebb említett elektrosztatikai úton készített felvételek azt mutatták, — ami különben is világos — hogy az inga vízszintes alsó és felső lapjaira eső erővonalak függélyes irányúak, s így az általuk létesített nyomóerők is függélyesek. Ez erők a függélyes tengely körül forgató nyomatékot nem létesítenek. Mivel pedig egyrészt az inga a párhuzamos állásából ( $\alpha = 0$ ) csak kis kitéréseket végez, másrészt pedig a vékony ingarúd véglapjai kicsinyek, azért e véglapokra merőlegesen vagy közel merőlegesen eső áramvonalak hatásából származó forgató nyomaték elenyésző csekély az oldallapokra ható erők forgató nyomatékához képest. S így a (9) alatti integrál csakis az ingarúd két oldallapjára terjesztendő ki.

Az ingarúd oldallapjaira eső áramvonalak nagy közelítésben oly körívek, melyeknek centrumai az ingarúd illető falának és a szekrény belső falának metsző egyenesébe esnek. Ez szigorúan érvényes volna akkor, ha az ingarúd és a szekrény fala igen nagyméretű volna. A tényleges esetben az áramvonalak nagy közelítésben körök, az ingarúd oldalfalainak vízszintes éleihez közel levő felületekre eső erővonalak azonban a fedő, illetve a fenéklap felé hajolnak.

A következőkben elegendő közelítéssel járunk el, ha a vonalakat az előbb említett köríveknek tekintjük.

Számítsuk ki az ingarúd  $+y$  felé eső oldallapjára működő forgató nyomatékot.

Jelöljük az ingarúdnak a szekrényvel alkotott szögét  $\alpha$ -val. Válasszuk a fentebb szereplő koordinátarendszernek  $x$  tengelyét úgy, hogy az a szekrény oldalfalaival párhuzamos legyen s a lógó súly oldala felé irányuljon. Válasszunk azután egy második  $\xi, \eta, \xi$  koordinátarendszert, melynek  $\zeta$  tengelye a  $z$  tengellyel,  $\xi$  tengelye pedig az ingarúd jobboldali (a  $+y$  oldali) lapjával

párhuzamos legyen és kezdőpontja az ingarúd említett oldal-  
lapjára essék és az  $xyz$  koordinátarendszer kezdőpontjától az  
 $\eta$  tengely irányában  $m_1$ -el legyen eltolva (9. ábra). Akkor álta-  
lánosságban

$$x = \xi \cos \alpha - (\eta + m_1) \sin \alpha, \quad \frac{\partial x}{\partial n} = \frac{\partial \xi}{\partial n} \cos \alpha - \frac{\partial \eta}{\partial n} \sin \alpha$$

$$y = \xi \sin \alpha + (\eta + m_1) \cos \alpha, \quad \frac{\partial y}{\partial n} = \frac{\partial \xi}{\partial n} \sin \alpha + \frac{\partial \eta}{\partial n} \cos \alpha.$$

Mivel pedig az ingarúd  $+y$  oldali felületének pontjaira nézve

$$\eta = 0 \quad \frac{\partial \xi}{\partial n} = 0 \quad \frac{\partial \eta}{\partial n} = +1,$$

azért

$$x \frac{\partial y}{\partial n} - y \frac{\partial x}{\partial n} = + \xi.$$

S így az ingarúd  $+y$  oldalán levő oldalfelületére ható forgató  
nyomaték (9) szerint

$$F = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} N \cdot k\lambda \int \xi \text{ grad } T \cdot df.$$

A grad  $T$  értékének kiszámításánál tekintetbe kell vennünk,  
hogy a hőmérséklet a körívalakú áramvonalak mentén közeli-  
tésben lineárisan változik. Ez szigorúan igaz volna akkor, ha  
az ingarúd és a szekrény oldallapjai nagy felületek volnának.

Jelöljük az áramvonal hosszát  $s$ -el, akkor

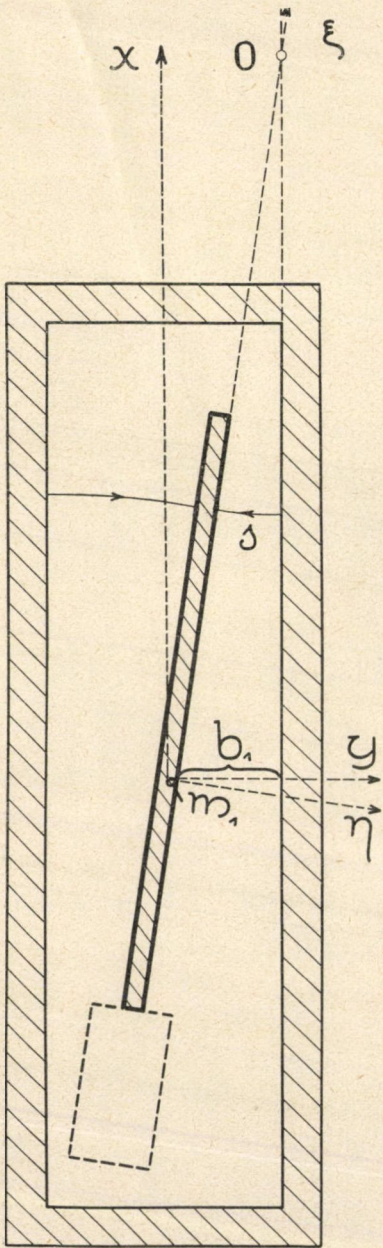
$$s = \left( \frac{b}{\sin \alpha} - \frac{m_1}{\text{tg } \alpha} - \xi \right) \alpha = \frac{b - m_1 \cos \alpha}{\sin \alpha} \alpha - \xi \alpha,$$

vagy ha

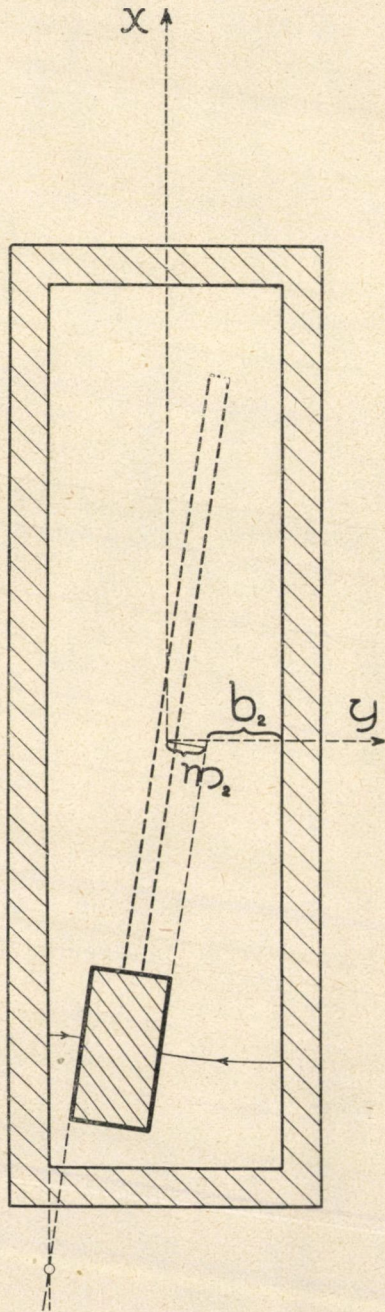
$$\frac{b - m_1 \cos \alpha}{\sin \alpha} = r_1,$$

akkor a fenti megállapítás szerint

$$\text{grad } T = \frac{T_1 - T_2}{s} = \frac{T_1 - T_2}{r_1 \alpha - \xi \alpha}.$$



8. ábra.



9. ábra.

Tehát az ingarúd jobboldalára ható forgató nyomaték

$$F_1' = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) n_1 \int_{-l_1}^{+l_1} \frac{\xi}{r_1 a - \xi a} d\xi =$$

$$-\frac{1}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1}{r_1 a} \int_{-l_1}^{+l_1} \frac{\xi}{1 - \frac{\xi}{r_1}} d\xi; \quad (11)$$

hasonlóképpen nyerjük, hogy az ingarúd baloldalára ható forgató nyomaték

$$F_1'' = +\frac{1}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1}{r_1 a} \int_{-l_1}^{+l_1} \frac{\xi}{1 + \frac{\xi}{r_1}} d\xi. \quad (12)$$

Az egész ingarúdra ható forgató nyomaték tehát

$$F_1 = F_1' + F_1'' = -$$

$$-\frac{1}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1}{r_1 a} \int_{-l_1}^{+l_1} \left( \frac{\xi}{1 - \frac{\xi}{r_1}} - \frac{\xi}{1 + \frac{\xi}{r_1}} \right) d\xi \quad (13)$$

$$F_1 = -\frac{2}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1}{r_1^2 a} \int_{-l_1}^{+l_1} \frac{\xi^2}{1 - \frac{\xi^2}{r_1^2}} d\xi.$$

Mivel  $a$  kis érték, azért  $r_1$  igen nagy szám; a  $\frac{\xi^2}{r_1^2}$  tehát egynél kisebb s így az integrandus sorba fejthető (hatványsor):

$$\frac{1}{1 - \frac{\xi^2}{r_1^2}} = 1 + \frac{\xi^2}{r_1^2} + \frac{\xi^4}{r_1^4} + \dots$$

Tehát

$$\int \frac{\xi^2}{1 - \frac{\xi^2}{r_1^2}} d\xi = \frac{1}{3} \xi^3 + \frac{1}{5} \frac{\xi^5}{r_1^2} + \frac{1}{7} \frac{\xi^7}{r_1^4} + \dots$$

A határokat behelyettesítve és a harmadik hatványnál magasabb tagot elhanyagolva (13)-ból azt nyerjük, hogy

$$F_1 = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1}{r_1^2 \alpha} (l_1^3 + l_1^3).$$

S ha (10) kifejezésből  $r_1$ -et visszahelyettesítjük, azt nyerjük, hogy a hőáramlás által az ingarúdra ható forgató nyomaték

$$F_1 = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_1 \sin \alpha}{(b - m_1 \cos \alpha)^2} \frac{\sin \alpha}{\alpha} (l_1^3 + l_1^3). \quad (14)$$

Mint látható a forgató nyomaték pozitív  $\alpha$  esetében negatív, negatív  $\alpha$  esetében pedig pozitív. Azaz a hőáramlás az ingarudat az  $\alpha = 0$  állásba akarja beállítani.

2. Határozzuk meg az inga felső súlyára működő forgató nyomatékokat. Jelöljük a derékszögű paralelepipedonalakú felső súly külső véglapjának távolságát a forgatási tengelytől  $l_2$ -el, a belső véglapét  $l_2$ -el, vastagságát a vízszintes irányban  $2m_2$ , a függélyes irányban  $n_2$ -el, akkor az előzőekben ismertetett megfontolások után nyerjük, hogy a felső súlyra működő forgató nyomaték

$$F_2 = -\frac{2}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_2}{r_2^2 \alpha} \int_{-l_2}^{l_2} \frac{\xi^2}{1 - \frac{\xi^2}{r_2^2}} d\xi, \quad (15)$$

ahol

$$r_2 = \frac{b - l_2 m_2 \cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

Az integrandust sorbafejtve, a határokat behelyettesítve, a magasabbrendű tagokat elhanyagolva és  $r_2$  értékét beírva, azt nyerjük, hogy az inga felső súlyára ható forgató nyomaték:

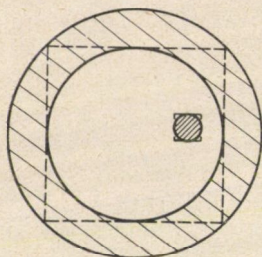
$$F_2 = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{n_2 \sin \alpha}{(b - m_2 \cos \alpha)^2} \frac{\sin \alpha}{\alpha} (l_2^3 - l_2^3).$$

3. Végül határozzuk meg a lógó súlyra ható forgató nyomatékokat. E súly igen vékony fonálon lóg az inga végén. E fonál felülete rendkívül csekély, ezért e fonálra ható forgató nyomaték elhanyagolható.



A lógó súly hengeralakú. Jelöljük a henger sugarát  $\rho$ -al és hosszát  $\delta$ -al. A lógó súlyt  $R$  sugarú vörösréz-henger veszi körül.

A számítások egyszerűsítése céljából a lógó súlyt a henger köré rajzolt oly derékszögű paralelepipedonalakúnak vesszük, melynek egyik függélyes lappárja az ingarúddal párhuzamos (10. ábra). Hasonlóképpen a készülék lógó csövét is a belső felületet érintő derékszögű paralelepipedon nyílásúvá választjuk, melynek egyik lappárja a lógó súlyt helyettesítő paralelepipedon lapjával párhuzamos. E közelítés elég jó, mert bár azáltal a hengerfelületet nagyobbá tettük, viszont a lógó cső belső felületének részei távolabb kerültek a hengertől s így a hiba bizonyos fokig kompenzálódik.



10. ábra.

Ha a lógó súly forgási karja  $l_1$ , akkor a jobboldali felületen kis  $\alpha$ -k esetén

$$\text{grad } T = \frac{T_1 - T_2}{R - \rho - l_1 \alpha}.$$

S így a lógó súly jobboldali felületére ható erő forgató nyomatéka

$$F'_3 = - \frac{1}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda l_1^2 \rho \delta \frac{T_1 - T_2}{R - \rho - l_1 \alpha}.$$

Hasonlóképpen a baloldali felületre ható erők forgató nyomatéka

$$F''_3 = + \frac{1}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda l_1^2 \rho \delta \frac{T_1 - T_2}{R - \rho + l_1 \alpha}.$$

A lógó súly másik két lapjára ható erők forgató nyomatéka 0, mert e felületek a forgási karra merőlegesek.

Tehát a lógó súlyra ható forgató nyomaték

$$F_3 = F'_3 + F''_3 = - \frac{2}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda l_1^2 \rho \delta (T_1 - T_2) \left( \frac{1}{R - \rho - l_1 \alpha} - \frac{1}{R - \rho + l_1 \alpha} \right)$$

mivel pedig közelítésben

$$\frac{1}{R - \rho - l_1 \alpha} - \frac{1}{R - \rho + l_1 \alpha} = \frac{2 l_1 \alpha}{(R - \rho)^2}$$

azért írható, hogy

$$F_3 = -\frac{4}{3} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \frac{l_1^2 \rho \delta}{(R - \rho)^2} a.$$

S így az egész rendszerre működő forgató nyomaték a

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

értelmében

$$F = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \left[ \frac{n_1 \sin a}{(b - m_1 \cos a)^2} \frac{\sin a}{a} (l_1^3 + l_1'^3) + \frac{n_2 \sin a}{(b - m_2 \cos a)^2} \frac{\sin a}{a} (l_2^3 - l_2'^3) + 6 \frac{l_1^2 \rho \delta}{(R - \rho)^2} a \right].$$

Ha mármost feltesszük, hogy  $a$  oly kicsiny, hogy  $\sin a$   $a$ -val helyettesíthető, akkor

$$F = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \left[ \frac{n_1}{b^2} (l_1^3 + l_1'^3) + \frac{n_2}{b^2} (l_2^3 - l_2'^3) + 6 \frac{l_1^2 \rho \delta}{(R - \rho)^2} \right] a.$$

Vagy ha még tekintetbe vesszük, hogy

$$n_1 = n_2 = n \quad \text{és} \quad l_2 = l_1,$$

akkor

$$F = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) \left[ \frac{n}{b^2} (l_1^3 + l_1'^3) + 6 \frac{l_1^2 \rho \delta}{(R - \rho)^2} \right] a,$$

azaz

$$F = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1 - T_2) f \cdot a, \quad (16)$$

ahol

$$f = \frac{n}{b^2} (l_1^3 + l_1'^3) + 6 \frac{l_1^2 \rho \delta}{(R - \rho)^2} \quad (17)$$

a lengő rendszer és a legbelső szekrény hosszmereteitől függő, a készülékre jellemző állandó.

Helyettesítsük be e képletbe a gázállandókat.

Az AVOGADRO-féle szám  $\mathfrak{N} = 60 \cdot 61 \cdot 10^{22}$ ; 1 mol térfogata 0 C°-on és 1 atmoszfera nyomásnál 22412 cm<sup>3</sup>; tehát egy mol térfogata 20 C°-on egy atmoszfera nyomásnál

$$22412 \left( 1 + \frac{293}{273} \right) \text{cm}^3 = 24054 \text{ cm}^3$$

s így 1 cm<sup>3</sup>-ben levő molekulák száma

$$N = \frac{60 \cdot 61 \cdot 10^{22}}{24054} = 2 \cdot 52 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}.$$

A BOLZMANN-féle szám

$$k = 1 \cdot 37 \cdot 10^{-16} \frac{\text{cm}^2 \text{ g sec}^{-2}}{\text{fok}}.$$

A levegőmolekulák közepes úthossza (oxigéné 1'02 · 10<sup>-5</sup> cm, a nitrogéné 0'95 · 10<sup>-5</sup> cm) lévén

$$\lambda = 10^{-5} \text{ cm}$$

$$\text{s így} \quad \frac{2}{9} \sqrt{\pi} N k \lambda = 0 \cdot 0136 \frac{\text{g} \cdot \text{sec}^{-2}}{\text{fok}},$$

$$\text{tehát} \quad F = - 0 \cdot 0136 (T_1 - T_2) f \cdot a. \quad (18)$$

E formula az ingarúdra ható zavarok forgató nyomatékát határozza meg. E forgató nyomatékkal a torziós drót torziója tart egyensúlyt. Jelöljük a drót torziós nyomatékát  $\tau$ -al, a lengőrendszernek a zavar okozta elfordulási szögét  $\varphi$ -el, akkor mivel

$$F = \tau \varphi$$

a (18) alakú kifejezéssel azt nyerjük, hogy

$$\frac{\varphi}{a} = - \frac{0 \cdot 0136}{\tau} (T_1 - T_2) f. \quad (19)$$

Ez pedig oly egyenesnek az egyenlete, mely a koordináta rendszer kezdőpontján ( $a=0$ ) megy keresztül,  $T_1 - T_2 > 0$  esetén pozitív  $a$  mellett negatív, negatív  $a$  mellett pedig pozitív  $\varphi$  értéket ad; irántangensét pedig a (19) alatti kifejezés adja. Mint látható, az eredmény teljesen megegyezik a 2. oldalon ismertetett kísérleti tapasztalattal.

### Az elméleti összehasonlítás a kísérleti tapasztalattal.

Az ismertetett elmélet és a belőle folyó (18) alatti képlet magyarázatát adja az inga zavarainak s teljesen megoldja azokat a titokzatos jelenségeket, melyeket mindezideig magyarázni nem sikerült.

1. Az 1928. február 18-án beterjesztett dolgozatomban megállapítottam azt a kísérleti tényt, hogy «ha a készülék melegítése megindul, az ingák egyensúlyi helyzete azonnal megváltozik, a kitérés állandóan növekszik s körülbelül háromnegyedóra alatt maximumot ér el, azután állandóan asszimptotikusan kisebbedik, de a kiinduló (állandó hőmérsékletre tartozó) állását nem éri el.»

E kísérleti tapasztalatnak magyarázata a következő: Ha a sátrat melegítjük, a sátor és vele együtt a készülék eleinte gyorsan, majd lassabban és lassabban melegszik s asszimptotice közeledik egy határhőmérsékletre. Ennek folytán a  $T_1 - T_2$  hőmérsékletkülönbség eleinte növekszik, elér egy maximumot, azután csökken és asszimptotice közeledik a 0-hoz. S így a (18) alatti formula szerint az ingára működő forgató nyomaték, mely a  $(T_1 - T_2)$ -vel arányos, pontosan követi a  $(T_1 - T_2)$  változását, azaz az inga zavara eleinte növekszik, elér egy maximumot s azután folytonosan kisebbedik és asszimptotice közeledik a kiinduló állás felé. Az elméletből eredő eme következtetés, mint látható, a legpontosabban megegyezik a fenti tapasztalattal.

2. Egy másik kísérleti tapasztalatot említett dolgozatomban a következőképpen mondtam ki: «Kísérletemet a hőmérsékletcsökkenésre is kiterjesztettem és megállapítottam, hogy az ellenkező irányú, különben azonos nagyságú hőmérsékletváltozás az inga ugyanazon kezdeti állásában ugyanakkora, de ellenkező irányú kitérést létesít.»

E kísérleti tapasztalat a (18) alatti formulából azonnal következik. Ha ugyanis a készüléket melegítés helyett hűtjük, de minden egyebet változatlanul megtartunk, akkor a  $T_1 - T_2$  hőmérsékletkülönbség ellenkező előjelűvé változik. De ha a (18) alatti formulában a  $T_1 - T_2$  előjelét megváltoztatjuk, a forgató nyomaték abszolút értéke változatlan marad, azonban iránya ellenkező változik. Tehát az inga járása pontosan azonos, csak ellenkezőre irányú ama járással, melyet ugyanakkora, de ellenkező irányú hőmérsékletváltozás okoz. Az elméleti eredmény szintén a legpontosabban egyezik az említett kísérleti úton megállapított ténnyel.

3. Egy további, a szabadban történő észlelések alkalmával szerzett általános tapasztalat, hogy az inga különösen rossz ér-

téket ad, azaz ugyanazon azimutban megismételt észlelések nagy mértékben eltérnek, ha az észlelési idő alatt a hőmérséklet-járás hirtelen megfordul, például ha a hőmérséklet az egyik észleléskor emelkedik, a második észleléskor pedig csökken. Ez ismételten megállapított s mások által sokszor hangsúlyozott tapasztalati tény elméletemből közvetlenül következik.

Ugyanis emelkedő hőmérsékleten történő leolvasáskor a hőmérsékletkülönbség  $T_1 - T_2 = \mathbf{T}$  pozitív, az ugyanezen azimutban, de csökkenő hőmérsékletváltozáskor történő észleléskor ellenben  $T_1 - T_2 = -\mathbf{T}'$  negatív, ennek folytán az emelkedő hőmérséklet esetén a zavar forgató nyomatéka

$$F' = - 0\cdot0136 f \cdot a \mathbf{T},$$

ellenben a csökkenő hőmérséklet esetében

$$F' = + 0\cdot0136 f \cdot a \mathbf{T}'.$$

Jelöljük tükörleolvasás esetén a skálatávolságot a skála osztályrészeiben kifejezve  $D$ -vel, és  $n_0$ -val azt a skálaosztályzatot, amelyen a távcső fonálkeresztjeinek állania kellene, ha zavar egyáltalán nem volna s  $n$ -el az emelkedő,  $n'$ -vel a csökkenő hőmérsékletváltozáskor leolvasott skálaértéket, akkor

$$\tau \frac{n - n_0}{2D} = F = - 0\cdot0136 f \cdot a \mathbf{T}$$

$$\tau \frac{n' - n_0}{2D} = F' = + 0\cdot0136 f \cdot a \mathbf{T}'$$

s így az emelkedő hőmérsékletcsökkenéskor  $n_0$  helyett

$$n = n_0 - 0\cdot0136 \cdot \frac{2D}{\tau} f \cdot a \mathbf{T}$$

skálaosztályzatot, azaz a helyes  $n_0$ -nál  $0\cdot0136 \cdot \frac{2D}{\tau} \cdot f \cdot a \mathbf{T}$ -el alacsonyabbat, csökkenő hőmérséklet esetében pedig

$$n' = n_0 + 0\cdot0136 \cdot \frac{2D}{\tau} f \cdot a \mathbf{T}'$$

skálaosztályzatot, azaz a helyes  $n_0$ -nál  $0\cdot0136 \cdot \frac{2D}{\tau} f \cdot a \mathbf{T}$ -vel nagyobb skálaosztályzatot olvasunk le.



A két leolvasás közötti eltérés tehát

$$\Delta n = n' - n = 0.0136 \cdot \frac{2D}{\tau} f \cdot a (T + T'),$$

mely nagy  $T$  és  $T'$  értékek esetében, azaz a hőmérséklet gyors fordulata esetében különösen nagy érték lehet.

Ez elméleti eredmény, mint látható, szintén összhangban áll az említett tapasztalati ténnyel.

A (18) alatti formulával kiszámíthatjuk azt a hőmérsékleti különbséget, amely kísérletileg meghatározott  $\frac{\varphi}{\alpha}$  értékhez tartozik, azaz amely hőmérsékletkülönbség a szekrény és a lengőrendszer között van.

E célból a szóbanforgó Eörvös-féle torziós inga szekrényének és lengő rendszerének hosszmereteit kell a (16) alatti formulába helyettesíteni s azután abból a nyert  $f$  értéket a (18) alatti képletbe helyettesíteni s abból  $(T_1 - T_2)$ -t kiszámítani. Ez egyszerű számítást egy tipikus Eörvös-féle torziós ingára nézve elvégezve azt nyertem, hogy ha az inga járását elöttüntető és kísérletileg meghatározott egyenes vonal az abszcisszával például  $5^\circ$ -ot alkot, akkor az inga szekrénye és a lengőrendszer között néhány ezred  $^\circ$  hőmérsékletkülönbség van, ami a tényleges viszonyoknak megfelel.

A fenti elméletem megadja annak magyarázatát is, hogy az Eörvös által 1908-ban szerkesztett kis inga miért bizonyult hasznavehetetlennek. Ugyanis a zavar az ingarúd karhosszának harmadik hatványával egyenes, a mérődrót torziós nyomatékával pedig fordítva arányos. A szóbanforgó Eörvös-féle kis torziós inga karhossza 5 cm volt, azaz a legnagyobb típusú Eörvös-féle torziós inga karhosszánál, 20 cm-nél, 4-szer kisebb; mérődrótjának torziós nyomatéka 0.002 pedig a nagy inga torziós nyomatékánál, 0.5-nél, 250-szer volt kisebb. Ha már most a (19) alatti, a zavart kifejező formulámba, a karhossz helyébe 4-szer kisebb számot írunk és a torziós nyomatékot 250-szer kisebbítjük, akkor a formula számlálója  $4^3 = 64$ -szer, a nevezője pedig 250-szer lesz kisebb, azaz a zavar  $250 : 64 = 4$ -szer lesz nagyobb. Mint látható a zavar a túlkicsinynek választott torziónyomaték miatt, csupán a lengőrendszer adatainak nem kellő megválasztása foly-

tán, különben azonos körülmények között, azaz a nagy inga ingaházának alkalmazása esetén is már 4-szer akkora, mint a nagy inga zavara. Ehhez járul, hogy kis inga ingaházának méretei sokkal kisebbek, mint a nagy inga ingaházának méretei, miáltal (19) alatti képlettem szerint ennek megfelelőleg a zavar jelentékenyen fokozódik. Ha ismerném pontosan e kis inga ingaházának és a nagy inga ingaházának méreteit, a (19) alapján számszerűleg is pontosan meg tudnám mondani, hogy a kis inga zavara hányszorosa a nagy inga zavarának. Ezt a körülményt idézett akadémiai dolgozatomban (a 702. oldalon) is megállapítottam.

### A szekrény egyenetlen hőmérsékletéből származó zavar.

Az eddigiekben feltételeztük azt, hogy a lengőrendszert körülvevő ingaház mindenütt ugyanazon hőmérsékletű, úgyszintén hogy a lengőrendszernek is minden pontban ugyanaz a hőmérséklete.

Most vegyük fel, hogy például, a szekrény oldalfalai a nem tökéletes hőszigetelés folytán különböző hőmérsékletűek. Jelöljük a 8. ábrában a pozitív  $y$  oldalon levő fal hőmérsékletét  $T_1'$ -vel, a negatív  $y$  oldalon levőét  $T_1''$ -vel.

1. Legyen

$$T_1' > T_1'', \text{ azaz } T_1' - T_1'' = \vartheta,$$

$\vartheta$  az a hőmérséklet-különbség, mely a két fal között van. A lengőrendszer hőmérsékletét mindenütt ugyanannak,  $T_2$ -nek vesszük. A jelen esetben is stacionárius állapotot tételezünk fel.

Ha a  $+y$  oldalon levő fal hőmérséklete szintén  $T_1''$  volna, akkor a lengőrendszerre működő forgató nyomaték (15) szerint

$$F_k = -\frac{2}{9} \sqrt{\pi} Nk\lambda (T_1'' - T_2) f \cdot a$$

volna. De a  $+y$  oldalon levő fal hőmérséklete a  $T_1''$ -nél  $\vartheta$ -val nagyobb s ezért az  $F$ -hez még egy  $F_3$  forgató nyomaték járul, mely a  $+y$  oldalon levő fal és a lengőrendszer közötti  $\vartheta$  hőmérsékletkülönbségből származik.

Az  $F_3$  forgató nyomatékot a 11 alatti kifejezésből nyerjük,

ha abba a  $T_1 - T_2$  helyébe  $\vartheta$  írunk. A számítást végrehajtva azt nyerjük, hogy kis  $a$  értékek esetében

$$F_{\vartheta} = -\frac{1}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda \vartheta \frac{n_1}{b} \left[ \frac{1}{2} (l_1^2 - l_1'^2) + \frac{1}{3} \frac{1}{b} (l_1^3 + l_1'^3) a \right].$$

S így ha a lengőrendszert körülvevő szekrény oldalfalai nem egyenlő hőmérsékletűek, hanem a  $+y$  oldalon levő fal  $\vartheta$ -val magasabb, akkor a lengőrendszerre ható forgató nyomaték

$$F = F_k + F_{\vartheta} = -\frac{1}{6} \sqrt{\pi} N \cdot k \lambda \cdot \frac{n_1 (l_1^2 - l_1'^2)}{b} \vartheta - \frac{2}{9} \sqrt{\pi} N k \lambda \left[ (T_1'' - T_2) f + \frac{1}{2} \frac{n_1 (l_1^3 + l_1'^3)}{b^2} \right] a$$

vagy mivel  $F = \tau \varphi$ , azért

$$\varphi = -C_1 - C_2 a, \tag{20}$$

ahol

$$C_1 = \frac{1}{6} \sqrt{\pi} N k \lambda \frac{n_1 (l_1^2 - l_1'^2)}{\tau b} \vartheta$$

$$C_2 = \frac{2}{9} \sqrt{\pi} N k \lambda \frac{1}{\tau} \left[ (T_1'' - T_2) f + \frac{1}{2} \frac{n_1 (l_1^3 + l_1'^3)}{b^2} \right].$$

A (20) egyenlet ismét egyenes vonal, melynek iránytangense

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a} = -C_2$$

s mely az abszcisszatengelyt a koordinátarendszer kezdőpontjától

$$a^* = -\frac{C_1}{C_2}$$

távolságra, azaz pozitív  $C_1$  és  $C_2$  értékek esetén a negatív  $a$  tengelyen metszi. Mivel pedig  $C_2$  nagyobb mint

$$\frac{2}{9} \sqrt{\pi} N k \lambda (T_1'' - T_2) f,$$

a  $T_1' - T_1'' = 0$ -hoz tartozó hajlásszög, azért az egyenes vonal az abszcisszatengelyt meredekebben metszi, mint a  $\vartheta = 0$ -hoz tartozó egyenes vonal.

2. Legyen  $T_1' < T_1''$ , azaz  $T_1'' - T_1' = \vartheta$ , akkor hasonló meg-

fontolások útján a (12) alatti kifejezésből arra jutunk, hogy a lengőrendszerre ható forgató nyomaték

$$F = + \frac{1}{6} \sqrt{\pi} N k \lambda \frac{n_1 (l_1^2 - l_1'^2)}{b} \vartheta - \\ - \frac{2}{9} \sqrt{\pi} N k \lambda \left[ (T_1' - T_2) f + \frac{1}{2} \frac{n_1 (l_1^3 + l_1'^3)}{b^2} \vartheta \right].$$

S így

$$\varphi = + C_1 - C_2 \alpha.$$

Az inga járását előtüntető görbe egyenes vonal, mely az abszcisszatengelyt a koordinátarendszer kezdőpontjától

$$\alpha^* = + \frac{C_1}{C_2}$$

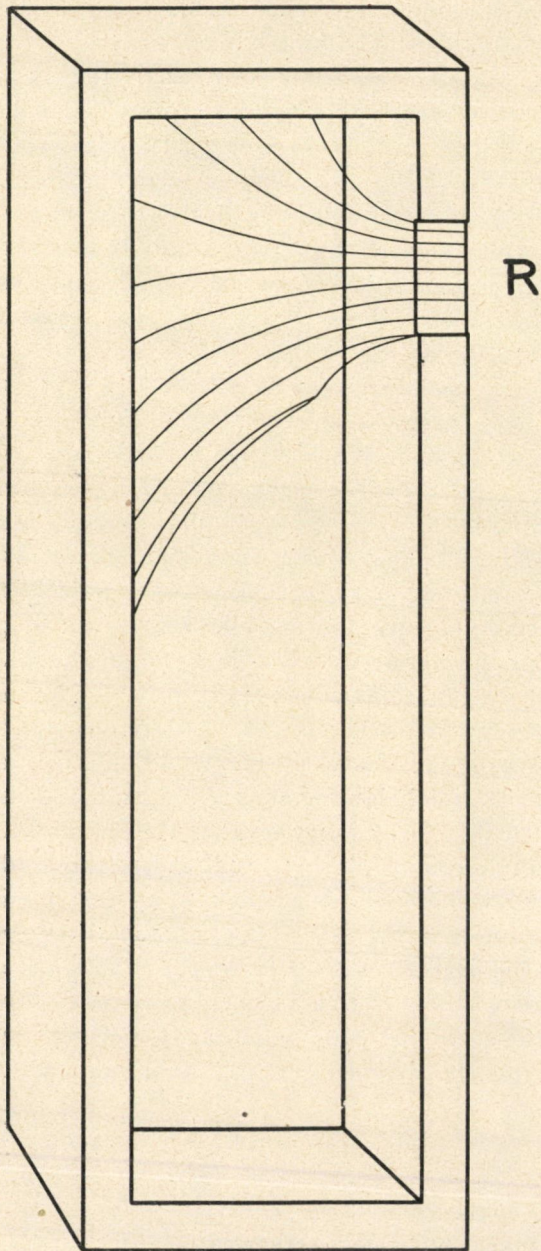
távolságra metszi, s szintén meredekebb, mint a  $\vartheta=0$ -hoz tartozó egyenes vonal.

Bevezető soraimban megemlítettem, hogy az inga kísérleti úton meghatározott járását számos esetben oly egyenes vonal ábrázolja, mely az abszcisszát nem a koordinátarendszer kezdőpontjában metszi, hanem a metszőpont attól el van tolva.

Mint látjuk, az általam fölépített elmélet ennek a jelenségnek magyarázatát is megadja, amennyiben az elméletből következik, hogy a karakterisztikus egyenes vonal eltolódása abból az okból származik, hogy az ingarúd két oldalán levő szekrényfalak hőmérséklete különböző. A tapasztalattal meghatározott eltolódás iránya az elmélet értelmében arra is enged következtetni, hogy a szekrény melyik fala melegebb? Általánosságban is kimutatható, hogy ha a fémház vagy a lengőrendszer bárhol is egyenetlen hőmérsékletű, a zavart előtüntető görbe az abszcisszát az  $\alpha=0$  ponton kívül eső pontban metszi. Ez eltolódás tehát abból a konstrukciós és kiviteli hibából származik, hogy az ingaház nincs minden oldalról egyformán védve a külső hőbehatások ellen.

### A szekrény tökéletlen zárásából származó zavar.

Bevezető soraimban említettem, hogy a járási görbe néha nagy görbültségű görbe vonal, mely egyes esetekben az abszcissza



11. ábra.



tengellyel párhuzamos egyenessé fajul, vagy az abszcisszaten-gelyt két pontban metszi. Ennek oka, mint alább kimutatom, az ingaház tökéletlen zárásából származik. Tegyük fel például, hogy a legbelső szekrény és fedelek között valahol, például a szekrénynek a lógó súly felé eső és  $+y$  oldalon levő részén keskeny rés van (11. ábra). E vékony, szemmel talán észre sem vehető rés közvetlen összeköttetést létesít a legbelső szekrény és az azt körülzáró jóval nagyobb térfogatú külső szekrényekkel. Látni fogjuk, hogy e mechanikai hiba oka annak, hogy az inga karakterisztikus járását ábrázoló egyenes nagy görbületű sugarú görbévé alakulhat át.

Elméleti fejtegetéseinkben  $N$  jelentette a legbelső szekrény belsejében levő levegő  $1 \text{ cm}^3$ -ben foglalt gázmolekulák számát. Az  $N$  a készülék melegítésekor nem változik meg, mert hallgaton föltételeztük, hogy a legbelső szekrényben levő levegő a szekrényből nem távozhat el és kívülről levegő nem juthat a szekrénybe. Ha azonban a szekrénynek az előbb említett mechanikai hibája megvan, akkor a melegedéskor a szekrényben levő gáz térfogatnövekménye folytán a keskeny résen át gázmolekulák távoznak a szekrényből. Ez oknál fogva az  $N$  értéke megváltozik és a térkoordinátáknak függvénye. Ugyanis melegítés-kor a rés közvetlen közelében levő gázmolekulák egy része kilép a résen át. Az eltávozott gázmolekulák helyét a közvetlen mellettük levő molekulák foglalják el. Ezek helyét ismét a közvetlen közelükben levők és így tovább. Ha e gázmolekulák áramlási vonalait megrajzoljuk, oly vonalrendszert nyerünk, melynek vonalai a keskeny résen végződnek s a szekrény belseje felé erősen szétterjednek (11. ábra). Az áramnyaláb keresztmetszete a réstől távol nagy és a rés felé kisebbedik. Ezért a stacionárius állapot beálltakor az áramsűrűség a réstől távoli helyeken kis értékű, a rés felé azonban növekszik, miért is az  $1 \text{ cm}^3$ -ben foglalt gázmolekulák száma az áramlás folytán a rés felé csökken.

Jelentse  $N$ , mint előbb,  $1 \text{ cm}^3$ -ben foglalt molekulák számát akkor, ha a szekrény tökéletesen zár. Az  $N$  a szekrény belsejében minden pontban konstans érték. Ha ellenben a szekrény tökéletlenül zár, akkor az előző megoldások értel-

mében a szekrény belsejében az  $1 \text{ cm}^3$ -ben levő gázmolekulák száma

$$N' = N - N \cdot \psi(xyz) = N - N \chi(\xi\eta\zeta), \quad (21)$$

amelyben  $\chi(\xi\eta\zeta)$  eloszlási függvény értéke a szekrény belsejében mindenütt pozitív és értéke a  $R$  réstől nagy távolságban elenyésző csekély, ellenben a rés felé növekszik.

Hogy a jelen esetben érvényes forgató nyomatékot meghatározhassuk, a (20) alatt  $N'$ -t kell a (15) alatti kifejezésbe helyettesítenünk s így nyerjük, hogy

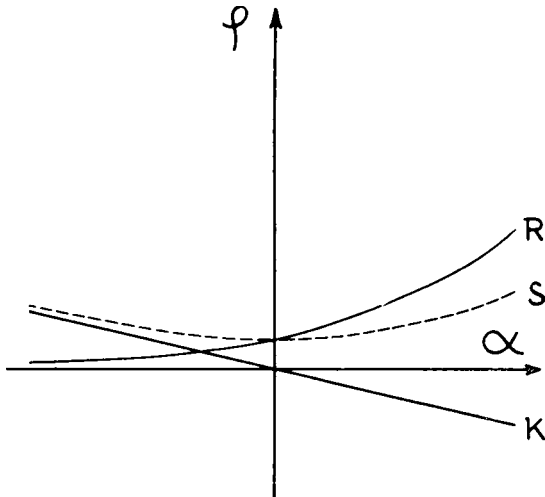
$$F'_1 = F_K + \frac{2}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda (T_1 - T_2) \frac{1}{r_1^2 a} \int \int \chi(\xi\eta\zeta) \frac{\xi^2}{1 - \frac{\xi^2}{r^2}} d\xi d\zeta;$$

e kifejezésben szereplő  $F_K$  érték az inga karakterisztikus járásának megfelelő forgató nyomaték. Tehát az inga karakterisztikus forgató nyomatékához

$$F_R = + \frac{2}{3} \sqrt{\pi} N k \lambda (T_1 - T_2) \frac{1}{r_1^2 a} \int \int \chi(\xi\eta\zeta) \frac{\xi^2}{1 - \frac{\xi^2}{r^2}} d\xi d\zeta.$$

forgató nyomaték járul.

Mivel pedig a  $\chi$  függvényérték a réstől távol, tehát a  $-y$  oldalon elenyésző csekély, a  $+y$  oldalon levő rés felé pedig



12. ábra.

növekszik, azért ez integrál értéke nagy  $-a$  érték esetén igen kis pozitív érték, de az  $a$  növekedésével növekszik. Tehát e rés jelenléte oly zavart létesít, melynek karakterét a 12. ábrában az  $R$  görbével tüntettük elő.

E zavar a karakterisztikus zavarhoz,  $K$ -hoz (12. ábra) hozzájárul. Az inga zavara e két zavarból tevődik össze, s így az eredő zavart az  $S$  görbe tünteti elő, mely nagysugarú konvex görbe. Az  $R$  görbe s így az  $S$  görbe alakja a rés helyétől, alakjától és az ingaház méreteitől függ. Belátható, hogy lehetnek oly esetek, melyeknél az  $S$ -görbe az abszcisszával párhuzamos egyenessé alakul át. Több rés esetén az  $S$  görbe alakja a rések hatásának megfelelőleg módosul.

S ezzel kimutattuk, hogy a zavar görbéje konvex görbe vagy az abszcisszával párhuzamos egyenes, akkor az ingaház zárása tökéletlen.

### Az inga zavarai.

Összefoglalva eredményeinket, megállapíthatjuk, hogy az inga zavara három okból származhatik.

1. Ha azt találjuk, hogy a kísérleti úton meghatározott járási görbe konvex görbe, vagy az abszcisszával párhuzamos egyenes, akkor e görbe-típus elárulja, hogy az ingaház nem készült gondosan, hanem tökéletlenül zár. A görbe lehetővé teszi azt is, hogy elméleti úton megállapíthassuk, hol van az ingaházban a mechanikai hiba. E hibát a szekrény gondos elkészítésével eliminálhatjuk.

2. Ha azt találjuk, hogy a járást előtűntető egyenes vonal az abszcisszatengelyt nem a koordináta kezdőpontban metszi, akkor ebből az következik, hogy az ingaház oldalfalai különböző hőmérsékletűek. E hibán az ingaház egyenletesebb hőszigetelésével segíthetünk.

3. Ha a fenti zavarokat mind kiküszöböltük, akkor már csak az inga karakterisztikus járása marad meg, mely járás a jelenség lényegében rejlik s nem mechanikai hibából származik. Az  $f$  függvény a karakterisztikus zavarnak az ingaház és a lengőrendszer hosszmereteitől való függését fejezi ki s így e függvényből kiolvashatjuk, milyeneknek kell az ingaház és a

lengőrendszer hosszmereteit megválasztanunk, hogy a zavar a lehető legkisebb értékű legyen. Ezzel a zavart jelentékenyen kisebbíthetjük.

### Az inga zavarainak kisebbítése külső beavatkozással.

Fölmerül most már az a kérdés, lehetséges-e a 2. és 3. alatti zavarokat a készülékben végrehajtott külső beavatkozással kisebbíteni?

A 13. ábra elötünteti a hőáramvonalakat az inga felső súlyánál. Mint látható, a szekrény oldalfalairól kilépő hőáramvonalak legnagyobb része merőlegesen lép ki a falból és irányváltás nélkül merőlegesen esik az ingarúd felületére, csupán az ingarúd széleire eső áramvonalak többé-kevésbé görbültek.

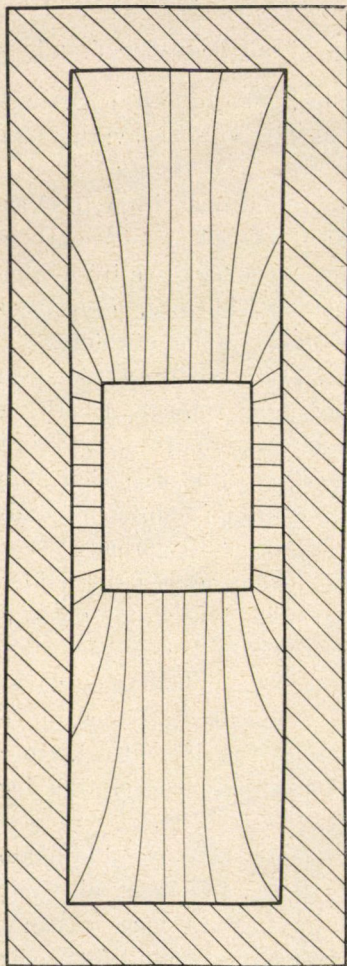
Ha mármost a szekrény belsejében, akár a szekrény fedő-, akár az alaplapjára a szekrény oldalfalaival párhuzamosan néhány cm hosszú és néhány mm magas fémrudacsát erősítünk, (14. ábra) akkor ezáltal a hőáramvonalakat megváltoztatjuk olymódon, hogy a hőáramvonalak egy része, amely eredetileg vízszintesen haladt, a fémrudacska jelenléte folytán a rudacska felé görbül.

Az áramvonalak emez elgörbülése folytán az ingarúd felület-egységére eső áramvonalak száma, tehát az odaszállított energia-mennyiség kisebbedik. Ezáltal a taszítóerőnek a forgási síkba eső összetevője kisebbedik: a fémrudacska jelenléte a zavart kisebbíti. A hatás a legnagyobb, ha e rudacsát az ingarúd végeinek (különösen a felső súly) közelébe helyezzük el, mert az ingarúdra működő ama hatás forgatónyomatéka itt a legnagyobb.

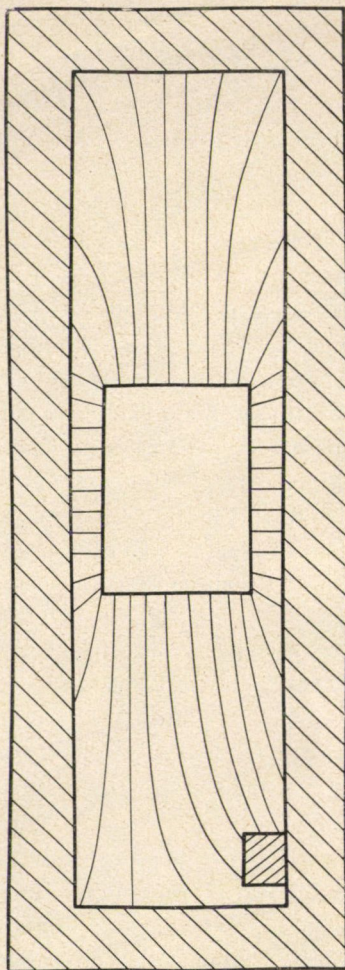
Ha e rudacsát — légkorlátot — a szekrény oldalfalától távolabb, az ingarúdhöz közelebb erősítjük, a szekrény alsó vagy felső lapjára, akkor a légkorlát az áramvonalakat még jobban és több vonalat görbit el, tehát a légkorlát hatása ezáltal fokozódik.

Ha pedig a légkorlát magasságát növeljük, a hőáramvonalak eleinte jobban görbülnek el, majd elérnek egy maximumot, s azután az áramvonalak ismét kiegyenesednek. Tehát a légkorlát hatása a korlát magasságának fokozásával növekszik, elér egy maximumot, azután pedig csökken. Mivel pedig, mint láttuk, a

légkorlát a zavarral ellenkező irányú hatást létesít, azért a légkorlát magasságának és a szekrény falától való távolságának alkalmas megválasztásával a zavart kisebbíthetjük. Ugyanily lég-



13. ábra.



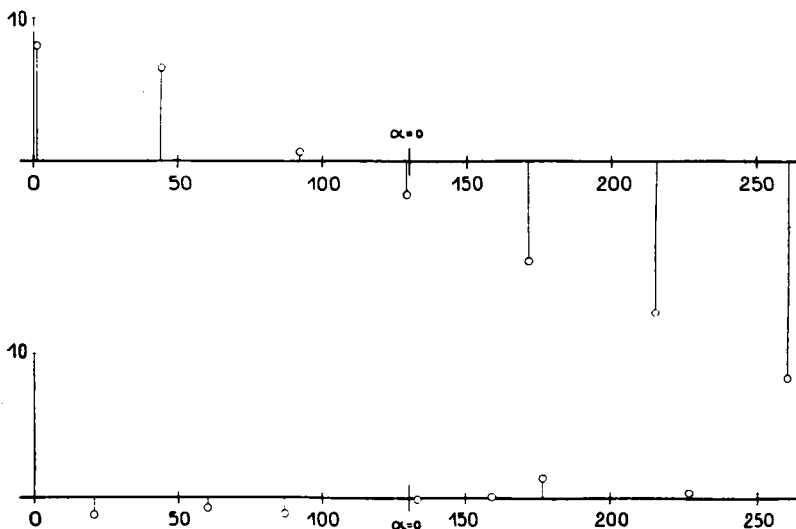
14. ábra.

korlátot a rúd másik oldala mentén is elhelyezhetünk. Kísérletileg lehetséges a légkorlátok magasságának és a szekrény falától való távolságának alkalmas megválasztásával az inga zavarát jelen-



tékeny módon kisebbiteni, esetleg teljesen eliminálni, azaz a légkorlát hatásával a zavart kompenzálni. Két korlát alkalmazása esetén az említett magasság, úgyszintén a távolság a két korlátnál általánosságban különböző. A 15. ábrában egy inga járását elötüntettem a légkorlattal való szabályozás előtt és után.

Az elméletből folyik, hogy az inga eme légkorlátokkal történő javítása nemcsak az ingarúd mellett, hanem bárhol a lengőrendszer közelében elhelyezett légkorlátokkal végezhető. Így



15. ábra.

például a lógó súly közelében végrehajtott változtatásokkal is sikerült az ingát megjavítanom.

Ha az 5. oldalon részletezett feltételek nem teljesülnek és a konvekció hatása (a melegítési mód, az ingaház és a lengőszerkezet alakjának és méreteinek célszerűtlen megválasztása stb. miatt) nem hanyagolható el, akkor a konvekció-hatás az előzőekben részletezett hatásokhoz hozzájárul. E hatás az ingaház és a lengőszerkezet alakjának és méreteinek megfelelőleg nagyjában a karakterisztikus hatással egyező, vagy ellenkező irányú. A konvekció áramot az ingarúd közelében elhelyezett felületekkel —

légkorlátokkal — alkalmas módon terelhetjük, s ezáltal ezt a hatást is ily módon kisebbíthetjük.

A fentebb ismertetett, úgyszintén az itt közölt teljes összhang elméletem és a kísérleti tapasztalat között igazolják fel fogásom és elméletem helyességét.

Ezzel megfejtettem az Eötvös-féle torziós inga zavarainak okát, mely magának Eötvös-nek is sok gondot okozott. E kérdést I. H. JONES és R. DAVIES is néhány sorban érintették.<sup>1</sup>

Sikerült a zavar okait szétválasztanom, az egyes okok hatását meghatároznom. Sikerült a zavarok megszüntetésének módjait megállapítanom.

Megállapítottam azt, hogy az ingaház és a lengőrendszer közötti hőmérsékletkülönbségből zavar származik. Kimutattam, hogy e zavart ama hővezetés okozza, amely az ingaház oldalfalai és a lengőrendszer közötti hőmérsékletkülönbség folytán létrejön. Exakt matematikai alapon meghatároztam e zavar által létesített forgató nyomatékot, úgyszintén e zavar és az ingaház s a lengőrendszer hosszmeretei között fennálló kapcsolatot.

E kapcsolat megmutatja, miként kell a szekrény és a lengőrendszer hosszmeretét megválasztani, hogy a zavar lehetőleg kicsiny értékű legyen.

\*

Végül legyen szabad kiemelnem, hogy az Eötvös-féle torziós ingának az ingarúd közelébe elhelyezett, beállítható felületekkel történő megjavítási módját a Magyar Tudományos Akadémiának 1929. évi február hó 18.-án benyújtott, a Matematikai és Természettudományi Értesítő XLVI. kötetében a 698.—722. oldalakon megjelent értekezésemben a 708. és 709. oldalakon legelőször én publikáltam és legelőször gyakorlatilag céltudatosan én alkalmaztam.

Értekezésem bemutatásának kelte az újítás tekintetében prioritásomat biztosítja.

---

<sup>1</sup> I. H. JONES and R. DAVIES: Monthly notices of the Royal Astronomical Society. Vol. II. p. 5. 1928.

## ÜBER DIE STÖRUNGEN DER EÖTVÖS'SCHEN DREHWAGE.

Von ST. RYBÁR, ord. Mitglied der Akademie.

Die, bei der Eötvös'schen Drehwage infolge einer schnellen Temperaturänderung auftretenden Störungen können auf drei Ursachen zurückgeführt werden. U. zw. 1. auf die Wirkung der *Wärmestrahlung* des den Balken umgebenden Gehäuses infolge der ungleichen Erwärmung seiner Wände, 2. auf die *Konvektion* der Luft im Gehäuse, 3. auf die Wirkung der *Wärmeleitung* der Luft im Gehäuse.

Die von der Strahlung verursachte Störung kann neben anderen vorkommenden Störungen, wegen der entstehenden kleinen Temperaturdifferenzen, vernachlässigt werden; ebenso kann man die Wirkung der Konvektion ausser Betracht lassen, wenn diese äusserst klein bleibt, was durch geeignete Wahl der Form und der Dimensionen des Balkens und des Gehäuses immer erreicht werden kann.

Verfasser behandelt somit den Fall, in dem die von der Strahlung und Konvektion herrührenden Störung gegenüber der von der Wärmeleitung verursachten Störung vernachlässigt werden können. Er geht von der Erfahrungstatsache aus, dass bei der äusseren Erwärmung der Drehwage zwischen dem Balken und dem Gehäuse eine Temperaturdifferenz besteht. Infolge dieser Differenz wird durch Wärmeströmung von den Wänden des Gehäuses zu dem Balken mit geringerer Temperatur Energie übertragen, wodurch sich der auf den Balken wirkende Gasdruck vergrössert. Im allgemeinen ist aber diese Gasdruckerhöhung an den Oberflächenelementen der gegenüberliegenden Seiten des Balkens ver-

schieden, demzufolge wirkt auf den Balken ein Drehmoment, welches ihn aus seiner Gleichgewichtslage dreht.

Auf Grund der kinetischen Gastheorie berechnet der Verfasser diesen Druck und das hier entstehende Drehmoment und somit auch die Formel der Störung. Er teilt zugleich mit, wie man diese Störung vermittels der in der Nähe des Balkens angebrachten, einstellbaren Flächen verringern oder auch ganz eliminieren kann. Er gibt desgleichen an, wie die durch eine nicht zu vernachlässigende Konvektion der Luft im Gehäuse auftretende Luftströmung ebenfalls vermittels einstellbarer Flächen in günstiger Richtung abgelenkt, somit auch selbst diese Störung beseitigt oder zumindestens verringert werden kann.

Schliesslich betont Verfasser nachdrücklich, dass er diese Verbesserung der Eörvös'schen Drehwage, vermittels der in der Nähe des Balkenarmes angebrachten einstellbaren Flächen, als erster und zum ersten Male schon in seiner der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 18. Februar 1929 eingereichten Abhandlung (*Mathematikai és Természettudományi Értesítő*, XLVI. Bd., S. 708 und 709) angegeben hat, und dass er diese Methode auch praktisch und zweckbewusst verwendete. Dieses Datum seiner Abhandlung sichert ihm die Priorität dieser Neuerung.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Nov. 1930.)

## IDŐBELI ÉS HULLÁMMECHANIKAI KÖZÉPÉRTÉKEK.

CSÁSZÁR ELEMÉR 1. tagtól.

A hullámmechanika alapegyenlete egy anyagi pontra vonatkozólag így hangzik:

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E-V)\psi = 0. \quad (1)$$

Itt a potenciális energia ( $V$ ) csak a koordináták függvénye, ellenben független az időtől; a pont tömege ( $m$ ) pedig független a sebességtől. A  $\psi$  függvény csak a koordináták függvénye. Ez az egyenlet korunk atomfizikájában fontos szerepet játszik. Módot ad arra is, hogy a mozgó anyagi ponthoz hullámot rendeljünk hozzá, azért nevezik a reá, mint alapra felépített atomfizikát hullámmechanikának is.

Ez a differenciálegyenlet határozza meg az atom lehetséges állapotait az által, hogy megadja az atom energiájának lehetséges értékeit, az úgynevezett alapértékeket, melyek rendszerint nem folytonos sorozatot alkotnak. Az energia alapértékeihez tartozó  $\psi$  megoldások az alapfüggvények. Ha ezekre a kiváltságos, úgynevezett stacionárius állapotokra érvényesnek vesszük a klasszikus mechanikát, érdekes kapcsolatokat állapíthatunk meg a klasszikus és a hullámmechanika között. E kapcsolatok középértékek alakjában fejezhetők ki.

A legutóbbi dolgozatomban<sup>1</sup> már kiderítettem egy ilyen kapcsolatot, mely a következő. Ha egy anyagi pont egyszerűen periodikus mozgást végez, akkor az energia egy alapértékének megfelelő klasszikus pálya mentén érvényes a következő egyenlőség:

---

<sup>1</sup> Császár E.: Math. és Természettud. Ért. 46. 584. 1929.



$$2 \int_0^{\tau} E_{\text{kin}} dt = K \int_0^{\tau} \frac{\Delta \psi_n}{\psi_n} dt = \oint \sum_{i=1}^3 p_i dq_i, \quad (2)$$

hol az integráció egy periódusra vonatkozik és

$$K = - \frac{h^2}{4\pi^2 m}.$$

A (2) egyenlet első és harmadik tagja — mely utóbbi szeparációs probléma esetén a kvantumintegrálok összegét adja meg — csupa klasszikus mechanikai mennyiségeket tartalmaz, a középső pedig hullámmechanikai adatokat. Íme egy kapcsolat a kétféle mechanika között! — Egyúttal a (2) egyenlet mindegyik tagja változatlan marad a mozgás egyik paraméterének végtelen lassú változtatása közben (adiabatikus invarians).

E dolgozatban a (2) egyenlőség középső tagjával óhajtunk foglalkozni. Amint látható, ez a tag az amplitudófüggvényből alkotott kifejezés idő szerint vett integrálja, bár e függvény maga nem az időnek, hanem a koordinátáknak a függvénye. A koordinátáknak az időtől való függését a mozgás klasszikus differenciálegyenlete határozza meg, természetesen csak a felvett klasszikus pálya mentén. Ezek után mindenképpen indokolt az említett időintegrál helyett az (1) alapegyenlet szellemében a koordináták szerinti (térbeli) integrált bevezetni.

Ezt a problémát még másképpen is megfogalmazhatjuk. A  $\frac{\Delta \psi_n}{\psi_n}$  hányados időbeli középértéke egy periódusra:

$$\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \frac{\Delta \psi_n}{\psi_n} dt, \quad (3)$$

hol a  $\psi_n$  függvényt normálva gondolhatjuk, bár ez nem feltétlenül szükséges, mert a normáló tényezővel úgy is egyszerűsíteni lehet.

Ugyanennek a hányadosnak hullámmechanikai középértéke a következő:

$$\int \frac{\Delta \psi_n}{\psi_n} \psi_n \psi_n^* dv = \int \Delta \psi_n \psi_n^* dv, \quad (4)$$

hol  $\psi_n^*$  a  $\psi_n$ -hez tartozó konjugált komplex alapfüggvényt, a  $dv$  pedig a térfogatelemet jelenti; az integráció az egész térre kiterjesztendő. A  $\psi_n$  függvény itt a normáló tényezővel el van látva.

Kérdés, milyen kapcsolat áll fenn a (3) és (4) középértékek között. A mozgásoknak egy nagy csoportjára kimutatjuk, hogy a kettő egyenlő egymással, ami természetes is, hiszen mindegyik ugyanazon mozgó pont mozgási energiájának a középértékét fejezi ki, eltekintve egy állandó tényezőtől.

Amint látható, feladatunk bizonyos időbeli és térbeli integrálok egyenlőségének a kimutatása. (Megjegyzem, hogy a pályamenti sebesség bevezetésével az időbeli integrál helyett vonalmentit is írhatunk.) A probléma ilyen megfogalmazásban emlékeztet bennünket a fizikában is fontos szerepet játszó, nevezetes integráltételekre: a STOKES-, a GREEN-féle tételre, melyek ugyancsak különböző jellegű integrálok között állapítanak meg kapcsolatot. A tétel bizonyítása a CLAUSIUS-féle *virialtétel* felhasználásával történhetik.

### 1. A virialtétel.

A klasszikus mechanika virialtétele az említett periodikusan mozgó pontra vonatkozólag így fejezhető ki:

$$\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} E_{\text{kin}} dt = -\frac{1}{2} \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} (Xx + Yy + Zz) dz, \quad (5)$$

hol  $X, Y, Z$  az erőösszetevőket jelentik. Az (5) egyenlet jobb oldalát CLAUSIUS «virial»-nak nevezte. Tehát a virialtétel e speciális esetben azt mondja, hogy a pont mozgási energiájának egy periódusra eső középértéke egyenlő a virialjával.

E tétel még egyszerűbb alakot nyer, ha az erőösszetevők potenciális energiából származtathatók le. Ekkor ugyanis

$$\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} E_{\text{kin}} dt = +\frac{1}{2} \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \left( \frac{\partial V}{\partial x} x + \frac{\partial V}{\partial y} y + \frac{\partial V}{\partial z} z \right) dt. \quad (6)$$

Legyen a potenciális energia  $k$ -adfokú homogén függvény, ekkor az EULER-féle tétel alapján:

$$\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} 2E_{\text{kin}} dt = k \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} V dt. \quad (7)$$

A viriáltétel analogonja a hullámmechanikában is levezethető.<sup>1</sup> Ugyanis egy stacionárius állapotra fennáll:

$$\frac{K}{2} \int \Delta \psi_n \psi_n^* dv = \frac{1}{2} \int \left( \frac{\partial V}{\partial x} x + \frac{\partial V}{\partial y} y + \frac{\partial V}{\partial z} z \right) \psi_n \psi_n^* dv. \quad (8)$$

Vagy ha a potenciális energia  $k$ -adfokú homogén függvény, akkor

$$K \int \Delta \psi_n \psi_n^* dv = k \int V \psi_n \psi_n^* dv. \quad (9)$$

Összehasonlítva egymással a (6) és (8), továbbá a (7) és (9) egyenleteket, látjuk, hogy az időbeli középértékek helyébe mindenütt hullámmechanikai középérték lépett. Ha a (8) jobb oldalát «hullámmechanikai viriál»-nak nevezzük, most is igaz, hogy a mozgási energia hullámmechanikai középértéke egyenlő a hullámmechanikai viriállal.

## 2. Időbeli és térbeli középértékek.

a) A (3) és (4) alatti kétféle középérték kapcsolatának a megállapítására alkalmasnak látszik az az eljárás, hogy egy alapenergiát a helyzeti és mozgási energia középértékének összege gyanánt kifejezünk klasszikus és hullámmechanikai módon. Ekkor ugyanis alkalmazhatjuk a viriáltételt. Legyen az energia kiválasztott alapértéke  $E_n$ .

Ekkor a klasszikus pálya mentén fennáll:

$$E_n = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} V dt + \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} E_{\text{kin}} dt. \quad (10)$$

Legyen a potenciális energia a koordinátáknak  $k$ -adfokú homogén függvénye. Ekkor a viriáltétel (7) alatti alakjának felhasználásával azt nyerjük, hogy:

$$E_n = \left( 1 + \frac{2}{k} \right) \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} E_{\text{kin}} dt. \quad (11)$$

<sup>1</sup> B. FINKELSTEIN: Zeitschr. f. Phys. 50, 293. o. 1928.

Térjünk át most az energiának hullámmechanikai középértékekkel való kifejezésére. Az (1) alapegyenletből következik, hogy:

$$E_n = V + \frac{K}{2} \frac{\Delta\psi_n}{\psi_n}.$$

Középértékekre áttérve

$$E_n = \int V \psi_n \psi_n^* dv + \frac{K}{2} \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv. \quad (12)$$

Ha most ismét a potenciális energia a koordinátáknak  $k$ -adfokú homogén függvénye, akkor a (9) alatti viriáltétel felhasználásával

$$E_n = \left(1 + \frac{2}{k}\right) \frac{K}{2} \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv. \quad (13)$$

Összekapcsolva a (11) és (13) egyenletek jobb oldalát:

$$\frac{1}{\tau} \int_0^\tau E_{\text{kin}} dt = \frac{K}{2} \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv. \quad (14)$$

De mivel az (1) szerint a klasszikus pálya mentén:

$$E_{\text{kin}} = E_n - V = \frac{K}{2} \frac{\Delta\psi_n}{\psi_n},$$

írhatjuk, hogy

$$\frac{1}{\tau} \int_0^\tau \frac{\Delta\psi_n}{\psi_n} dt = \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv. \quad (15)$$

Ez az egyenlet tulajdonképpen azt fejezi ki, hogy — ha a potenciális energia a koordináták homogén függvénye — a mozgási energiának a klasszikus pálya mentén vett időbeli középértéke egy periódusra, egyenlő a mozgási energiának az egész térre vonatkozó hullámmechanikai középértékével.

Egészen hasonló tétel érvényes a potenciális energiára is, ha az homogén függvény, mint az a mondottak alapján könnyen belátható:

$$\frac{1}{\tau} \int_0^\tau V dt = \int V \psi_n \psi_n^* dv. \quad (16)^1$$

<sup>1</sup> Hasonló kérdéssel foglalkozik J. FRENKEL is «Einführung in die Wellenmechanik» c. könyvében, 140. o.

b) A (15) egyenlet felhasználásával már most átalakíthatjuk a (2) egyenletet s egyúttal kifejezhetjük a mozgási energia hullámmechanikai középértéke és a kvantumintegrálok közötti kapcsolatot is. Szorozzuk meg a (15) mindkét oldalát  $K\tau$ -val:

$$h \int_0^{\tau} \frac{\Delta\psi_n}{\psi_n} dt = K\tau \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv. \quad (17)$$

De ebből a (2) egyenlet alapján következik, hogy

$$K\tau \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv = \oint \Sigma p_i dq_i. \quad (18)$$

Egyúttal megjegyezhetjük, hogy ez utóbbi (17) és (18) egyenletek mindegyik tagja adiabatikus invariáns.

Egy megadott probléma esetében a (18) bal oldala csak bizonyos értékeket vehet föl, ha  $n$  változik, tehát ugyanez áll a jobb oldalra is. Ez az eredmény pedig lényegében az EINSTEIN-féle kvantumfeltétel.<sup>1</sup>

### 3. Alkalmazások.

Számítsuk ki a (17) egyenlet jobb oldalán álló integrál értékét két esetben: a lineáris oszcillátor és a KEPLER-ellipszis esetében, mikor is a potenciális energiára kikötött homogenitási feltétel teljesítve van. Most felhasználjuk az energia alapértékeit is. Meggyőződhetünk róla, hogy ez esetekben a (17) egyenlőség valóban érvényes, ami más szóval azt jelenti, hogy az időbeli középértékek valóban egyenlők a hullámmechanikai közepekkel.

a) A *lineáris harmonikus oszcillátorra* vonatkozó hullámegyenlet a következő:

$$\frac{d^2\psi}{dq^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - 2\pi^2mvq^2) \psi = 0. \quad (19)$$

Az energia alapértékei és a normált alapfüggvények a következők:

<sup>1</sup> A. EINSTEIN: Berichte d. Deutsch. Phys. Ges. 1917—18. S2. o.



$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) h\nu \text{ és } \psi_n = \frac{e^{-\frac{2\pi^2 m\nu}{h^2} q^2} H_n\left(2\pi q \sqrt{\frac{m\nu}{h}}\right)}{\sqrt{\frac{1}{2\pi}} \sqrt{\frac{h}{m\nu}} \sqrt{2^n n!} \sqrt{\pi}}, \quad (20)$$

hol a nevező a normáló tényező reciprok értékét jelenti.

Legyen

$$2\pi q \sqrt{\frac{m\nu}{h}} = x, \text{ akkor } dq = dx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{h}{m\nu}}.$$

A számítások elvégzése után behozva az  $x$  változót, a következő egyenletet nyerjük:

$$K\tau \frac{d^2 \psi_n}{dq^2} \psi_n^* dq = h [(2n+1) - x^2] \frac{e^{-x^2} H_n^2(x)}{2^n n! \sqrt{\pi}} dx. \quad (21)$$

Integrálva mindkét oldalon  $q$ , illetőleg  $x$  szerint

$$\begin{aligned} & K\tau \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{d^2 \psi_n}{dq^2} \psi_n^* dq = \\ & = (2n+1) h \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-x^2} H_n^2(x)}{2^n n! \sqrt{\pi}} dx - h \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2 e^{-x^2} H_n(x)}{2^n n! \sqrt{\pi}} dx. \quad (22) \end{aligned}$$

A jobboldali első integrál egyenlő 1-el, hiszen ez az integrandus az  $n$ -ik normált HERMITE-féle orthogonális függvény négyzete. A jobboldali második integrált parciális integrálással számítjuk ki. Ugyanis fennáll:

$$\begin{aligned} & \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 e^{-x^2} H_n^2(x) dx = \left[-\frac{1}{2} e^{-x^2} x H_n^2(x)\right]_{-\infty}^{+\infty} + \\ & + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} \left\{ e^{-x^2} x [H_n^2(x)]' + e^{-x^2} H_n^2(x) \right\} dx. \end{aligned}$$

Tovább folytatva az integrálást és tekintetbe véve, hogy

$$H_n'(x) = 2n H_{n-1}(x),$$

látjuk, hogy az integrál értéke  $n + \frac{1}{2}$ .

Így azután a (22) egyenlet a következő alakú lesz :

$$K\tau \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{d^2\psi_n}{dq^2} dq = (2n+1)h - (n+\frac{1}{2})h = (n+\frac{1}{2})h. \quad (23)$$

Ez az eredmény valóban egyezik a korábbi dolgozatomban kiszámított időbeli integrál értékével. (L. c. (18) egyenlet.)

b) A KEPLER-*ellipszis* esetében már bonyolultabb számításokat kell végeznünk. Itt a hullámmechanikai alapegyenlet:

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2m}{h^2} \left( E + \frac{e^2}{r} \right) \psi = 0, \quad (24)$$

hol

$$E < 0.$$

A derékszögű koordináták helyett polárkoordinátákat ( $r, \vartheta, \varphi$ ) bevezetve:

$$\Delta\psi = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial\psi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin\vartheta} \frac{\partial}{\partial\vartheta} \left( \sin\vartheta \frac{\partial\psi}{\partial\vartheta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2\vartheta} \frac{\partial^2\psi}{\partial\varphi^2}.$$

Az energia alapértékei a következők:

$$E_n = - \frac{2\pi^2me^4}{n^2h^2}. \quad (25)$$

A megfelelő alapfüggvények a normáló tényezőkkel

$\left( \frac{1}{N_r}, \frac{1}{N_\vartheta}, \frac{1}{N_\varphi} \right)$  ellátva:

$$\psi_n = \rho^l e^{-\frac{\rho}{2}} L_{n+l}^{(2l+1)} \frac{1}{N_r} \cdot P_l^n(\cos\vartheta) \frac{1}{N_\vartheta} \cdot e^{im\varphi} \frac{1}{N_\varphi}, \quad (26)$$

ahol

$$\rho = \frac{2r}{r_0} \quad \text{és} \quad r_0 = \frac{nh^2}{4\pi^2me^2}.$$

Egyébként a szereplő összes mennyiségek jelentése a korábbi dolgozatomban megtalálható. (592. o.)

Szükségünk van még a  $K\tau$  szorzatra. A  $\tau$  jelenti a  $n$ -ik stacionárius pályán a keringési időt:<sup>1</sup>

$$K\tau = - \frac{h^2}{4\pi^2m} \cdot \frac{n^3h^3}{4\pi^2me^4} = - \frac{n^3h^5}{4^2\pi^4m^2e^4}. \quad (27)$$

<sup>1</sup> A. SOMMERFELD: Atombau u. Spektrallinien, IV. Auf. 128. o.

Ez adatokat felhasználva a következő eredményre jutunk:

$$\begin{aligned} K\tau \Delta \psi_n &= \left( n^2 h \frac{2r_0}{r} - nh \right) \psi_n \\ &= \left( \frac{1}{\rho} 4n^2 h - nh \right) \psi_n. \end{aligned} \quad (28)$$

Fejezzük ki most még a  $dv$  térfogatelemet polárkoordinátákkal:

$$dv = r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi = \left( \frac{r_0}{2} \right)^3 \rho^2 \sin \vartheta d\rho d\vartheta d\varphi.$$

Ezek után írhatjuk:

$$\begin{aligned} I &= K\tau \int \Delta \psi_n \psi_n^* dv = \\ &= \int_{\rho=0}^{\infty} \int_{\vartheta=0}^{\pi} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \left( \frac{r_0}{2} \right)^3 \left( \frac{1}{\rho} 4n^2 h - nh \right) \rho^{2l+2} e^{-\rho} \\ &\quad [L_{n+l}^{(2l+1)}]^2 \frac{d\rho}{N_r^2} [P_l^m(\cos \vartheta)]^2 \frac{\sin \vartheta d\vartheta}{N_\vartheta^2} \cdot \frac{d\varphi}{N_\varphi^2}. \end{aligned} \quad (29)$$

Ezt a háromszoros integrált széthasítjuk három darab egyszeres integrálra, melyek külön-külön kiszámíthatók.

$$\begin{aligned} I_1 &= \left( \frac{r_0}{2} \right)^3 4n^2 h \int_0^\infty \rho^{2l+1} e^{-\rho} [L_{n+l}^{(2l+1)}(\rho)]^2 \frac{d\rho}{N_r^2} - \\ &\quad - \left( \frac{r_0}{2} \right)^3 nh \int_0^\infty \rho^{2l+2} e^{-\rho} [L_{n+l}^{(2l+1)}(\rho)]^2 \frac{d\rho}{N_r^2}. \end{aligned} \quad (30)$$

A számítások elvégzése céljából a jobboldalon álló második integrált — ha egyelőre elhagyjuk belőle az állandó tényezőket — így írhatjuk:<sup>1</sup>

$$\int_0^\infty \rho^{2l+2} L_{n+l}^{(2l+1)}(\rho) e^{-\rho} \frac{d^{2l+1} L_{n+l}(\rho)}{d\rho^{2l+1}} d\rho. \quad (31)$$

Parciális integrálás után nyerjük, hogy ennek az integrálnak az értéke

$$\frac{2n [(n+l)!]^2}{(n-l-1)!}. \quad (32)$$

<sup>1</sup> A. SOMMERFELD: Ergänzungsband, 76—77. o.

Ezek után a megfelelő normáló tényező négyzete a következő:

$$\frac{1}{N_r^2} = \left(\frac{2}{r_0}\right)^3 \frac{(n-l-1)!}{2n[(n+l)!]^3}. \quad (33)$$

A jobboldali első integrál hasonló módon számítható ki. Értéke, elhagyva az integráljel előtt álló tényezőket és a normáló faktort:

$$\frac{[(n+l)!]^3}{(n-l-1)!}. \quad (34)$$

Ez értékek behelyettesítése után

$$I_1 = \frac{4n^2h}{2n} - nh = nh. \quad (35)$$

Térjünk át most a  $\vartheta$  szerinti integrációra:

$$I_2 = \int_0^\pi [P_l^m(\cos \vartheta)]^2 \frac{\sin \vartheta d\vartheta}{N_\vartheta^2} = \int_{-1}^{+1} [P_l^m(x)]^2 \frac{dx}{N_\vartheta^2}, \quad (36)$$

ha az

$$x = \cos \vartheta \quad \text{és} \quad dx = -\sin \vartheta d\vartheta$$

helyettesítést végezzük.

Az integráció elvégezhető, ha SOMMERFELD<sup>1</sup> szerint a  $P_l^m(x)$ -et alkalmas módon előállítjuk, majd a parciális integráció módszeréhez folyamodunk. Eredményül kapjuk, hogy

$$\int_{-1}^{+1} [P_l^m(x)]^2 dx = \frac{2}{2l+1} \frac{(l+m)!}{(l-m)!}. \quad (37)$$

Természetesen  $\frac{1}{N_\vartheta^2}$  egyenlő ennek a mennyiségnek a reciprokéval. Így azután

$$I_2 = 1. \quad (38)$$

Végül a  $\varphi$  szerint vett integrállal kell foglalkoznunk.

$$I_3 = \int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{N_\varphi^2} = \frac{2\pi}{N_\varphi^2}. \quad (39)$$

<sup>1</sup> A. SOMMERFELD: Ergänzungsband, 63. o.

Ha már most

$$\frac{1}{N_\varphi^2} = \frac{1}{2\pi},$$

akkor

$$I_3 = 1. \quad (40)$$

Vagyis mondhatjuk, hogy a KEPLER-ellipszis esetében

$$I = K\tau \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv = nh. \quad (41)$$

Ugyanezt az eredményt adta a  $\frac{\Delta\psi_n}{\psi_n}$  hányadosnak időbeli integrálja is, ha azt  $K$ -val szoroztuk. (Korábbi dolgozat (32) egyenlete.)

A kimondott tétel arra az esetre vonatkozik, mikor a SCHRÖDINGER-féle differenciálegyenletben szereplő potenciális energia a koordinaták homogén függvénye. E korlátozás mellett is az eredmények elég széles körben érvényesek. A tételnek arra az esetre való kiterjesztéséről, mikor a potenciális energia általánosabb jellegű, például különböző fokú homogén függvények összege, valamint az itt szereplő középértékeknek a perturbáció-elméletben való alkalmazásáról egy következő dolgozatban óhajtok beszámolni.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. november 17.-én tartott üléséből.)



## ZEITLICHE UND WELLENMECHANISCHE MITTELWERTE.

Von E. CSÁSZÁR, korr. Mitglied der Akademie.

Wenn  $\psi_n$  die  $n$ -te normierte Eigenfunktion der wellenmechanischen Fundamentalgleichung für einfach periodische Bewegungen eines materiellen Punktes bedeutet und  $\psi_n^*$  die entsprechende konj. komplexe Eigenfunktion, dann gilt vorläufig bei homogener Form der potenziellen Energie der folgende Satz

$$\frac{1}{\tau} \int_0^\tau \frac{\Delta\psi_n}{\psi_n} dt = \int \Delta\psi_n \psi_n^* dv,$$

wo das Zeitintegral über eine Periode  $\tau$  des Bahnlaufes genommen wird und die Koordinaten des Punktes in ihrer klassischen Zeitabhängigkeit gedacht werden; das rechte Integral wird über den ganzen Raum erstreckt. Die linke Seite ist eigentlich dem zeitlichen Mittelwert der kinetischen Energie für die klassische Bahn proportional, die rechte Seite dem wellenmechanischen Mittelwert derselben für den ganzen Raum. — Der obige Satz wird auf den linearen harmonischen Oszillator und die Kepler-Ellipse angewendet. Auch einige Folgerungen des Satzes werden discutiert.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. Nov. 1930.)

# HALOGÉNHYDROGÉNEK ÉS ALKÁLIFÉMGOZÓK REAKCIÓI, NAGYHIGÍTÁSÚ LÁNGOKBAN VIZSGÁLVA.

SCHAY GÉZÁ-tól.

A nagyhigítású lángokról eddig megjelent közlemények a chemiluminescenciával egybekötött gázreakcióknak két csoportjával foglalkoznak behatóan.<sup>1</sup> Egyik csoport alkálifémgozók és halogének, másik alkálifémgozók és illó higanyhalogenidek ( $HgCl_2$  stb.) reakciója egymással. Ez a közlemény kiterjeszti a vizsgálatokat egy harmadik csoportra, melybe az alkálifémgozók ( $Na$  és  $K$ ) és halogénhidrogének ( $HCl$ ,  $HBr$  és  $HJ$ ) között végbemenő reakciók tartoznak.

A nagyhigítású lángok kísérleti módszerét az jellemzi, hogy a reagáló gázok oly alacsony nyomáson találkoznak, amelynél a molekulák közepes szabad úthossza nagyobb, vagy csak lényegtelenül kisebb az edény átmérőjénél, amelyben a lángot előállítjuk. Éppúgy mint az előző vizsgálatoknál, a láng előállítása ezúttal is körülbelül 3 cm átmérőjű jeni üvegsőben történt, amely esetben fenti követelményünk a kísérleteknél betartandó nyomás felső határául mintegy 0.01 mm  $Hg$ -t szab meg. Ezen és a nála kisebb nyomásokon a gázmolekulák szabad úthossza több centiméter, aminek következtében a reakciócsőben egymással

---

<sup>1</sup> BEUTLER és POLÁNYI, *Naturw.* **13**, 711, 1925; BEUTLER, BOGDÁNDY és POLÁNYI, *Naturw.* **14**, 164, 1926; BEUTLER és POLÁNYI, *Z. Physik*, **47**, 379, 1928; BOGDÁNDY és POLÁNYI, *Z. phys. Chem. B.* **1**, 21, 1928; POLÁNYI és SCHAY, *Z. phys. Chem. B.* **1**, 30, 1928; OOTUKA és SCHAY, *Z. phys. Chem. B.* **1**, 62, 1928; OOTUKA és SCHAY, *Z. phys. Chem. B.* **1**, 68, 1928; OOTUKA, *Z. phys. Chem. B.* **7**, 407 és 421, 1930.

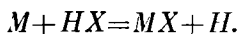
szembe áramló két gáz nagyobb darabon behatol egymásba, mielőtt a reakcióban teljesen elfogyna. Ez a darab több centiméter hosszú még abban az esetben is, ha a reakció az elképzelhető legnagyobb sebességű, ha t. i. minden összeütközés a reagáló gázok molekulái között átalakulással jár. Ha csak az ütközések egy törtrésznél következik be a reakció; akkor a láng ennek megfelelően hosszabb lesz, úgy hogy a láng hosszának a kimérése módot nyújt a leggyorsabb gázreakciók sebességének is a megmérésére. Közleményünk első része a vizsgált reakciócsoport sebességének ilyen módon való meghatározásával foglalkozik.

A nagyhigitású lángok formájában eddig megvizsgált reakciókat az a sajátságuk is jellemzi, hogy világítanak a legnagyobb higitásokban is. Minthogy a nagy higitásoknál a lángok hidegek (a hőmérsékletük alig magasabb a környezeténél), fényük közvetlenül a kémiai energia átalakulásából származik, vagyis chemiluminescencián alapszik. A fénytermelés éppen a nagy higitásoknál a legerősebb, mert a reakcióban keletkező gerjesztett részecskéknek elég idejük áll rendelkezésre, hogy kisugározhassanak, mielőtt energiájukat ütközés útján vesztenék el. Az itt tárgyalandó reakciócsoport is chemiluminescenciával jár; ezeknek a fényjelenségeknek és a belőlük a reakciómechanizmusra nézve levonható következtetéseknek a vizsgálatával a második részben fogunk foglalkozni.

Megemlítendő, hogy reakcióink egyikét ( $Na + HCl$ ) már megelőzően futólag leírták BEUTLER és POLÁNYI,<sup>1</sup> de eredményeik sok tekintetben hézagosak és nemcsak kiegészítésre, de helyesbítésre szorultak.

### I. A reakciósebesség.

Jelöljük a következőkben az alkálifématomot  $M$ -el, a halogénatomot  $X$ -el. Reakcióink általános egyenlete ekkor:



A  $H$ -atomok, melyek e szerint az egyenlet szerint keletkeznek, természetesen nem maradhatnak meg szabad állapotban, hanem

<sup>1</sup> BEUTLER és POLÁNYI, Naturw. 13, 711, 1925 és Z. Phys. 47, 379, 1928.

valamiképpen tovább reagálnak, mégpedig főképpen  $H_2$ -t képeznek. A  $H$ -atomok további sorsára azonban csak a második részben fogunk rátérni, itt csak az éppen felírt első elemi folyamattal kell törődnünk. Ezt azért tehetjük, mert csak ez a reakció képez a cső falára szilárdan lecsapódó alkálihalogenidet, úgy, hogy a csapadék eloszlásából ennek az egy részletfolyamatnak a sebességét külön határozhatjuk meg.

A reakciósebesség meghatározása itt is ugyanazok szerint az elvek szerint történt, mint az előző közleményekben. A reagáló gázok nyomása mindig az ú. n. KNUDSEN-féle tartományba esett, amelyben valamilyen egységes gáznak egy csőben történő áramlásakor a nyomásnak a csőhossz szerinti gradiense ( $dp/dx$ ) és a másodpercenként átáramló gázmennyiség ( $Q$ ) között lineáris összefüggés érvényes:

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{dp}{dx} = Q. \quad (1)$$

$K$  a csőnek az áramlással szemben kifejtett ellenállása. Ha a nyomást ( $p$ ) bar-okban mérjük ( $1 \text{ bar} = 1 \text{ dyn/cm}^2$ ), a csőhosszat ( $x$ ) centiméterekben és a csőnek a keresztmetszetén másodpercenként átáramló gázmennyiséget ( $Q$ ) mólokban, akkor  $q$  keresztmetszetű hengeres csőnek  $T$  abszolút hőmérsékleten az ellenállása:

$$K = \frac{6}{d^3} \sqrt{\frac{MRT}{2\pi}}. \quad (2)$$

ahol  $M$  a gáz molekulásúlyát,  $R$  pedig az egytetemes gázállandót ( $83 \cdot 15 \cdot 10^6 \text{ erg/fok}$ ) jelenti.

Ha a gáz, áramlása közben, egy másik gázzal reagál, úgy, hogy egy stacionárius reakciózóna alakul ki, akkor az átáramló gázmennyiség  $Q$  keresztmetszetről keresztmetszetre változik, mert hiszen két szomszédos keresztmetszet között a gáznak egy része a reakcióban elhasználódik. Ha a másodpercenként átalakuló mennyiség valamilyen  $u$ -függvénye a csőhossznak, akkor:

$$\frac{dQ}{dx} = u, \quad (3)$$

és ezt (1)-be beveve, megkapjuk az áramlás differenciálegyenletét a reakciózónában:

$$\frac{1}{K} \cdot \frac{d^2 p}{dx^2} - u = 0. \quad (4)$$

Az  $u$ -függvényt a mi esetünkben közvetlenül megadja a csőfalón képződött alkálihalogenidverődék kísérletileg meghatározott eloszlási görbéje. Az egyenlet szerint a nyomás a reakciózónán kívül a csőhossznak lineáris függvénye, míg a reakciózónában a nyomás görbéjének görbülete van, melyet a cső minden hossz-elemében a hozzátartozó  $u$ -érték ad meg.

A kísérletileg talált  $u$ -függvényből kiszámítható a reakció sebességének az állandója, ha az eddigiekhez még hozzávesszük az elemi reakciósebességi egyenletet:

$$u = kqp_1p_2, \quad (5)$$

amelyben  $k$  a sebességi állandó (ezt itt mólokra vonatkoztatjuk, másodpercenként és  $1 \text{ cm}^3$ -ben, a nyomást bar-okban mérve),  $q$  a reakciócső keresztmetszete,  $p_1$  az  $M$ -atomok,  $p_2$  pedig a  $HX$ -molekulák parciális nyomása.

A lángok előállítására, éppúgy, mint az előző közleményekben is, kétféle alakban történt: 1. egyszerű csőben, amelyben mind a két gáz a reakciócső egész keresztmetszetét kitöltve áramlik szembe egymással a cső két vége felől, a reakciózónában aequivalens mennyiségben találkoznak és teljesen felemésztik egymást; 2. bevezető csővel, amikor csak az alkálifémgőz áramlik a reakciócsőben, annak egyik végétől a másikig, és a vele reagáló  $HX$ -gázt szűk csővön vezetjük ennek a gőzáramnak a közepébe, kisebb, mint aequivalens mennyiségben, úgy, hogy az alkálifémgőznek csak egy törtrésze használódik el.

Az egyszerű csőben égő lángok elméletét BEUTLER és POLÁNYI fejtették ki először; (4) egyenletünk itt mindegyik reagáló gázra külön felírandó; ha  $u$  helyébe mindjárt (5)-ből az értékét helyettesítjük, a következő egyenletrendszeret kapjuk:

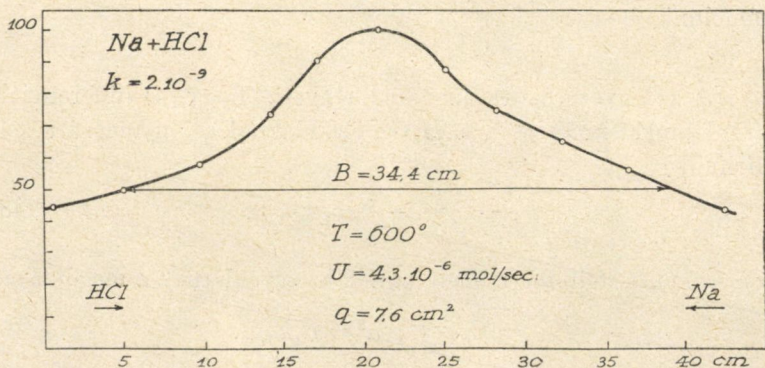
$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{K_1} \cdot \frac{d^2 p_1}{dx^2} - kqp_1p_2 &= 0 \\ \frac{1}{K_2} \cdot \frac{d^2 p_2}{dx^2} - kqp_1p_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$



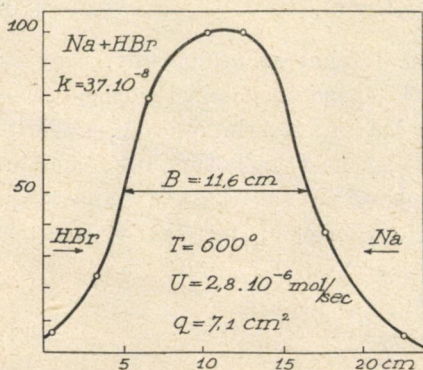


Ez a differenciálegyenletrendszer analitikusan nem oldható meg, BEUTLER és POLÁNYI azonban grafikus közelítéssel arra az eredményre jutottak, hogy  $k$ -t megadja a következő egyenlet:

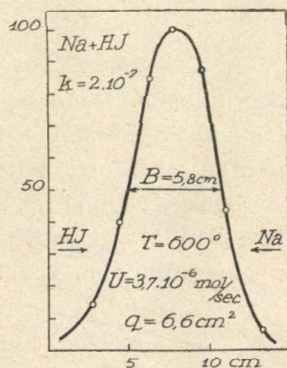
$$k = \frac{27}{B^3} \cdot \frac{1}{qUK_1K_2}, \quad (7)$$



1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.

1—3. ábra. Egyszerű csőben égő lángok csapadékának eloszlása, önkényes egységekben. Az ábrákból világosan látható a görbék szélességének nagy különbsége, mely a különböző reakciósebességeknek felel meg.

ahol  $B$  a csapadék kísérletileg talált eloszlási görbéjének (mely mindig harangalakú görbe, l. az 1—3. ábrát) szélessége, a fél magasságának a helyén,  $U$  az egy másodperc alatt átalakult



összes agyagmennyiség,  $K_1$  és  $K_2$  pedig a (2) szerint számítható csőellenállások.

A bevezető csöves lángok matematikai analízise POLÁNYI és SCHAY-tól származik. Az alkálifémgőz nyomásának az eloszlása itt is (4) szerint számítható, azonban kielégítő közelítéssel állandónak vehetjük a keskeny reakciózóna egész hosszában, vagyis úgy számolunk, hogy:

$$p_1 = \text{konst.}$$

Ez az egyszerűsítés azt eredményezi, hogy (4) differenciálegyenletünket most csak a  $HX$ -molekuláknak  $p_2$  nyomására kell felírunk:

$$\frac{1}{K_2} \cdot \frac{d^2 p_2}{dx^2} - k q p_1 p_2 = 0. \quad (8)$$

A  $p_1 = \text{konst.}$  feltétel mellett ennek az egyenletnek a megoldása:

$$p_2 = C \cdot e^{-ax}; \quad a^2 = K_2 k q p_1. \quad (9)$$

Ezt a megoldást (5)-be helyettesítve:

$$u = C \cdot a^2 \cdot e^{-ax}. \quad (10)$$

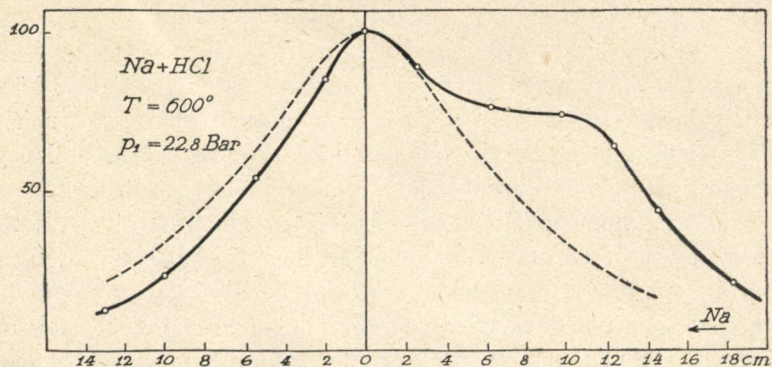
A bevezető csöves lángoknál tehát az  $u$ -függvény, vagy az alkálihalogenidverődéknek ezt leképező megoszlási görbéje a bevezetőcső nyílásától kétfelé  $e$ -hatvány szerint esik le. Logaritmikusan ábrázolva tehát két egyenest kell kapnunk, amit a kísérletek igazolnak is. Ezeknek az egyeneseknek a hajlásszöge közvetlenül megadja az  $a$  kitevő értékét, melyből a reakciósebesség állandója kiszámítható a:

$$k = \frac{a^2}{K_2 q p_1} \quad (11)$$

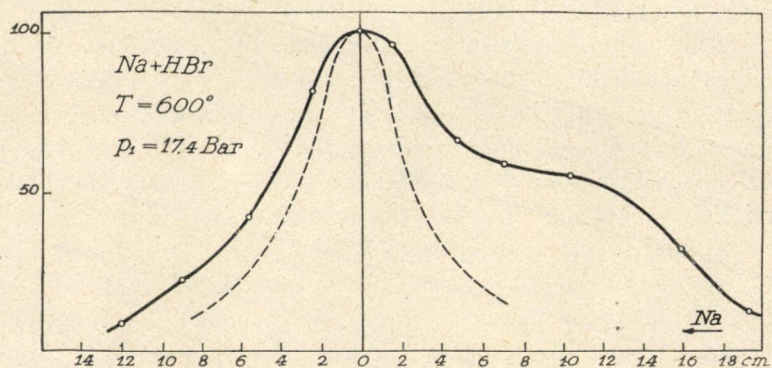
egyenlet szerint.

A végzett kísérletek eredményeit az 1. és 2. táblázat tartalmazza, az 1—6. ábra néhány verődékgörbét mutat be. Az 1. táblázat a bevezetőcsöves lángokra, a második az egyszerű csőben égőkre vonatkozik. Látható, hogy a kétféle módon nyert  $k$ -érték csak a  $Na + HCl$ ,  $Na + HBr$  és  $K + HCl$  reakcióknál egyezik kielégítően, a másik három reakciónál az egyszerű csőben kapott értékek jóval nagyobbak. Ennek a magyarázatát abban a körül-

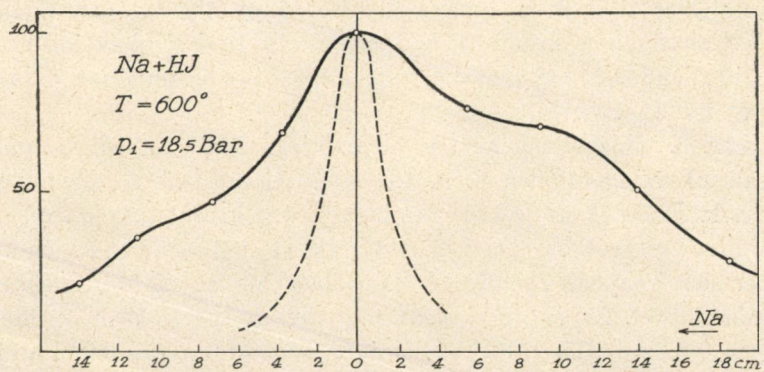




4. ábra.



5. ábra.



6. ábra.

4—6. ábra. A bevezetősöves lángok fényének (kihúzott görbe) és csapadéknak (vonalkázott görbe) eloszlása a reakciózóna mentén, önkényes egységekben. Az abszcisszatávolságok a bevezetőső nyílásától vannak számítva, két irányban. A csapadékgörbék igen különböző szélessége itt is mutatkozik, míg a fénygörbék gyakorlatilag egyformák. A jobb alsó sarokban nyíl jelzi a nátriumgőz áramlásának az irányát.  $p_1$  a nátriumgőz nyomása a reakciózónában.

ményben találhatjuk meg, hogy a bevezetőcső nyílásának a közvetlen közelében általában még nem alakult ki a differenciálegyenleteinknek megfelelő nyomáseloszlás (ehhez körülbelül egy szabad úthossznyi darab szükséges), úgy, hogy a görbéknek ez a szakasza nem alkalmas a sebesség meghatározására. Az eltérést mutató három reakciónál, a leggyorsabbak lévén, úgy szólván az egész csapadékgörbe belesik ebbe a szabálytalan szakaszba, minek következtében ezeknél a reakciónál csak az egyszerű csőben kapott értékeket tekinthetjük megbízhatóknak. Ezt a tapasztalatot már annakidején a halogénlángok vizsgálatánál is tettük.

Teljesen más kísérleti berendezésben, olyan feltételek között, melyek feltétlenül biztosítanak arról, hogy a mért reakciósebesség nem az edényfalon végbemenő átalakulásnak felel meg, hanem a homogén gázreakciónak, H. v. HARTEL legközelebb közlendő vizsgálatainál ugyanezeket a sebességi állandókat kapta, ami helyességüknek független bizonyítéka.

A talált  $k$  értékekből fontos következtetéseket vonhatunk le, ha összehasonlítjuk őket a maximális gázelméleti reakciósebességekkel, melyeket akkor nyerünk, ha feltételezzük, hogy egy  $M$ -atom és egy  $HX$ -molekula minden összeütközésénél bekövetkezik az átalakulás. Ezt az egybevetést a 3. táblázat adatai alapján végezhetjük el, mely a  $k$  alatti oszlopban a valóban talált, a  $k^+$  alattiban a számított maximális gázelméleti reakciósebességi állandókat tartalmazza, míg a  $q$ -oszlop a két érték viszonyát mutatja.

A 3. táblázat adatai azt bizonyítják, hogy az itt vizsgált reakciók valamennyien ú. n. tehetetlenség nélküli elemi folyamatok. Ezeknek az a kriteriumuk, hogy az exothermás irányban minden összeütközésnél bekövetkezik az átalakulás, az endothermás irányban pedig az aktiválási hő egyenlő a negatív reakcióhővel. Az eddig vizsgált nagyhigítású lángokban számos ilyen tehetetlenség nélküli elemi folyamatot sikerült kimutatni, ezek azonban mind erősen exothermásak, úgy, hogy mindeddig hiányzott az endothermás irányra vonatkozó elméleti követelésnek a kísérleti beigazolása. Ez most az  $Na + HCl$  reakciónál megtörténhetik.

## 1. táblázat.

*Reakciósebességi állandók (k), a bevezetőcsöves lángok csapadékgának eloszlásából számítva.*

Reakció	Kísér. száma	T	$p_1$	k
Na+HCl	9	600° abs	22·6 bar	0·88·10 <sup>-9</sup>
	10	600° «	15·8 «	1·20·10 <sup>-9</sup>
	11	600° «	9·5 «	1·44·10 <sup>-9</sup>
	12	600° «	16·2 «	1·23·10 <sup>-9</sup>
	13	600° «	32·0 «	0·91·10 <sup>-9</sup>
	14	600° «	22·8 «	0·91·10 <sup>-9</sup>
	15	600° »	25·5 «	0·85·10 <sup>-9</sup>
				Közép: 1·10 <sup>-9</sup>
	16	700° «	17·3 «	1·33·10 <sup>-9</sup>
	18	700° «	25·3 «	2·63·10 <sup>-9</sup>
19	700° «	12·9 «	3·56·10 <sup>-9</sup>	
20	700° «	18·9 «	4·03·10 <sup>-9</sup>	
			Közép: 3·10 <sup>-9</sup>	
Na+HBr	25	600° «	17·4 «	1·63·10 <sup>-8</sup>
	26	600° «	8·7 «	1·61·10 <sup>-8</sup>
Na+HJ	38	600° «	18·5 «	5·35·10 <sup>-8</sup>
K+HCl	—	600° «	6·7 «	2·96·10 <sup>-8</sup>
K+HBr	40	600° «	9·5 «	4·10·10 <sup>-8</sup>
K+HJ	37	600° «	10·2 «	5·10 <sup>-8</sup>

## 2. táblázat.

*Reakciósebességi állandók, az egyszerű csőben égő lángok csapadékgörbéjének felezési szélességéből számítva.*

Reakció	Sorszám	T	q	U	B	k
Na+HCl	41	600°	7·6 cm <sup>2</sup>	4·3·10 <sup>-6</sup>	34·4 cm	2·10 <sup>-9</sup>
	42	700°	7·6 «	5·5·10 <sup>-6</sup>	27·2 «	3·10 <sup>-9</sup>
Na+HBr	30	600°	7·1 «	4·6·10 <sup>-6</sup>	8·5 «	3·5·10 <sup>-8</sup>
	32	600°	7·1 «	2·8·10 <sup>-6</sup>	11·6 «	3·7·10 <sup>-8</sup>
Na+HJ	33	600°	6·6 «	3·7·10 <sup>-6</sup>	5·8 «	2·0·10 <sup>-7</sup>
	34	600°	7·1 «	4·0·10 <sup>-6</sup>	4·8 «	2·8·10 <sup>-7</sup>
	43	600°	7·6 «	4·4·10 <sup>-6</sup>	6·0 «	2·1·10 <sup>-7</sup>
K+HCl	22	600°	7·1 «	5·5·10 <sup>-6</sup>	8·0 «	4·6·10 <sup>-8</sup>
K+HBr	29	600°	6·6 «	3·7·10 <sup>-6</sup>	6·3 «	1·7·10 <sup>-7</sup>
	31	600°	6·6 «	5·5·10 <sup>-6</sup>	5·8 «	1·5·10 <sup>-7</sup>
K+H J	35	600°	6·6 «	3·3·10 <sup>-6</sup>	3·7 «	8·0·10 <sup>-7</sup>
	36	600°	6·6 «	3·1·10 <sup>-6</sup>	3·7 «	8·5·10 <sup>-7</sup>



Ha a BOLTZMANN-féle elvből következő:

$$q = \frac{\text{Eredményes ütközések száma}}{\text{Összes " "}} = e^{-\frac{A}{RT}}$$

összefüggés szerint ( $A$  = aktiválási hő) a 3. táblázat adataiból kiszámítjuk az  $Na+HCl$  reakciónál  $A$ -t, akkor:

$$600^\circ \text{ abs-on: } A = 5.1 \text{ kcal,}$$

és

$$700^\circ \quad \text{ " } \quad A = 4.3 \quad \text{ "}$$

értékeket kapunk. Tekintetbevéve, hogy a számítás olyan kis különbségnek a megállapításán múlik, hogy  $600^\circ$ -on minden 70-edik,  $700^\circ$ -on pedig minden 20-adik ütközés ad reakciót, az egyezés igen kielégítő, és ezenfelül a talált  $A$ -érték valóban megegyezik a reakcióhővel (5.1 kcal).

A többi itt megvizsgált reakció annyiban érdekes, hogy a legkülönbözőbb fokozatokban megvalósítják az átmenetet a negatívól a határozottan pozitív reakcióhőhöz. Kitűnik, hogy az egészen gyengén endothermás  $Na+HBr$  és  $K+HCl$  reakciónál  $600^\circ$ -on már majdnem minden ütközés eredményes, úgy, hogy az aktiválásnak a szükségessége még éppen észrevehető. Amint a reakcióhő átsap pozitív értékbe ( $Na+HJ$  és  $K+HBr$ ), rögtön minden ütközés eredményes lesz, és ha végül a reakcióhő határozottan pozitív ( $K+HCl$ ), akkor nemcsak hogy minden ütközés eredményes, hanem a reakciósebesség nagyobb a maximális gázelméleti értéknél. Ez azt jelenti, hogy az ütközésnél hatásos keresztmetszet a normálisnál nagyobb. Az utóbbi sajátosság minden eddigi tehetetlenség nélküli reakciónál is mutatkozott.

### 3. táblázat.

*A talált reakciósebességi állandók összehasonlítása a gázkinetikus ütközésszámokból számítottakkal.*

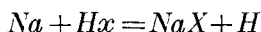
Reakció	$T$	Reakcióhő	$k$	$k$	$q$
$Na+HCl$	$600^\circ$	-5.1 kcal	$1.10^{-9}$	$7.10^{-8}$	1/70
$Na+HCl$	$700^\circ$	-5.1 "	$3.10^{-9}$	$6.10^{-8}$	1/20
$Na+HBr$	$600^\circ$	-1.6 "	$2.5.10^{-8}$	$6.10^{-8}$	1.2.4
$Na+HJ$	$600^\circ$	0 "	$2.10^{-7}$	$6.10^{-8}$	3
$K+HCl$	$600^\circ$	-2.2 "	$4.10^{-8}$	$6.10^{-8}$	1/1.5
$K+HBr$	$600^\circ$	+1.6 "	$1.5.10^{-7}$	$5.10^{-8}$	3
$K+HJ$	$600^\circ$	+5.0 "	$8.10^{-7}$	$5.10^{-8}$	16

## II. A fényjelenségek.

Itt csak a nátriumlángoknál mutatkozó fényjelenségekkel kívánunk foglalkozni, mivel a káliumlángoknak ebben az irányban való vizsgálata egyelőre nem volt keresztülvihető.

Mind a három nátriumláng erős intenzitással emittálja a nátrium *D*-vonalait, amely jelenséget ugyanazokból az okokból, mint az eddig vizsgált esetekben, chemiluminescenciának kell tekintenünk. A *D*-vonalaknál magasabbrendű vonalak emissziója nem volt észlelhető.

A fénygerjesztés mechanizmusának itt másnak kell lenni, mint a halogénlángoknál, ahol energiadús *NaX*-molekulák keletkeznek, melyek azután *Na*-atomokat ütközés útján gerjesztenek. Az



reakcióban keletkező *NaX*-molekulák nem energiadúsak, mert endothermásan állnak elő, a fényjelenséget tehát csak a *H*-atomok további reakciója okozhatja. Leginkább kézenfekvő feltevés volna, hogy a *H*-atomoknak  $H_2$ -vé való egyesülése hármass ütközésekben gerjeszti a *Na*-atomokat. Ez annál valószínűbbnek látszik, mert BONHOEFFER tapasztalatai szerint a *Na*-atomok ugyanúgy világitanak, mint a mi esetünkben, ha atomos hidrogénhez keverjük őket.

Ennek a feltevésnek a helyességét megvizsgálandó, szükségesnek mutatkozott itt is ugyanazokat a méréseket elvégezni, mint a halogénlángoknál, nevezetesen meghatározni: 1. a fénykitermelés nagyságát különböző nátriumgőznyomások mellett, 2. a fényintenzitás eloszlását a lángzóna mentében, 3. a fényerősségnek a reakciózóna hőmérsékletétől való függését. Ajánlatos a mérési eredményeket először összességükben áttekintenünk, mielőtt belőlük valamilyen következtetést vonnánk le.

1. *A bevezetőcsöves lángok fénykitermelése.* Azzal a feltevéssel élve, hogy a fény két *H*-atom egyesülésétől származik, a fénykitermelés azon az alapon számítandó, hogy egy *D*-quantum gerjesztéséhez két primér elemi folyamat szükséges. A fényerőt tehát, éppúgy, mint a halogénlángoknál is, a másodpercenként átalakuló mennyiség felére kell vonatkoztatni, vagyis 100%-os

a fénykitermelés akkor, ha  $2 \cdot 4 \cdot 10^{-7}$  mol/sec átalakulásnál a kisugárzott *D*-fény egy Hefnergycső.  $600^\circ$  abs.-on mind a három halogénhydrogénnél a bevezetőcsöves lángok ilyen módon számított fénykitermelése egy százalék körül van, a *Na*-gőznyomás emelkedésével a fénykitermelés is kevésbé emelkedik, azonban nem olyan mértékben, hogy a nyomásfüggvény pontosabban megállapítható lett volna. Az egyszerű csőben égő lángok fénykitermelése nem sokkal kisebb, még mindig néhány tized százalék.

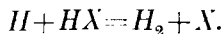
2. *A fényerősség megoszlása a reakciózóna mentén.* Ez mind a három lángnál igen hasonló, amint a 4—6. ábrából kitűnik. Minthogy a csapadékgörbék, az igen különböző primér reakciósebességnek megfelelően, igen különböző szélességűek, a fénygörbe az *Na*+*HCl* esetében a csapadékgörbével nagyjából egyenlő szélesnek, a *HBr*-nél valamivel és a *HJ*-nél sokkal szélesebbnek látszik. A fénygörbék feltűnő sajátysága az ábrákból látható kitüremelő maximum a bevezetőcső nyílásánál. Az egyszerű csőben égő lángoknál a fénygörbe igen széles, lapos maximuma van, mely a csapadékgörbe maximumához képest messze eltolódott a lángnak a nátriumoldala felé.

3. *A bevezetőcsöves lángok fényének a viselkedése a reakciózóna túlhevítésekor.* A túlhevítés hatása jellemző módon különböztette meg az eddig vizsgált két reakciótípust, amennyiben a halogénlángoknál (I. típus) a fényerő nagy mértékben eszik, ha a reakciócső hőmérsékletét a normálisnál (körülbelül  $300^\circ$  C) magasabbra emeljük, míg a szublimátlángoknál (II. típus) a hőmérsékletemelést hatástalan. A túlhevítés hatása az I. típusnál abban leli magyarázatát, hogy a reakcióban keletkező halogénatomok a gáztérben csak a nátriumgőznek a molekuláris (*Na*<sub>2</sub>) részével reagálnak, és ez a reakció gerjeszti a fényt. A fénycsökkenés nagyságából ki volt számítható az *Na*<sub>2</sub>-molekulák disszociációhője. A II. típusú reakcióknál nem keletkeznek szabad halogénatomok, a túlhevítés ennél fogva hatástalan. A halogénhydrogének lángjai is mutatják, az I. típushoz hasonlóan, a fénycsökkenés jelenségét túlhevítéskor. A gyengülés mértéke azonban kisebb, és az egyes lángoknál különböző. Ugyanaz a hőmérsékletkülönbség, amely a halogénlángoknál a fényt tizedrészére csökkenti, a *HCl*-lángnál átlag felére, a *HBr*- és *HJ*-lángnál

pedig  $\frac{1}{5}$ -ére szállítja le. A túlhevítés nemcsak az összes fényerőt befolyásolja, hanem megváltoztatja a fényeloszlási görbe alakját is: míg a peripherikus részek fényintenzitása változatlan marad, a bevezetőcső nyílásánál jelentkező maximumot a túlhevítés egészen elmosódottá teszi, úgy, hogy a fénygörbének a jellegzetes alakja, mely két különböző görbe superponálására mutat, a magasabb hőmérsékleteken eltűnik.

Az itt leírt kísérleti tapasztalatok alapján a fénygerjesztés mechanizmusát a következőképpen tárgyalhatjuk. Először is megállapíthatjuk, hogy a fény nem származhatik a primér reakcióban keletkező *H*-atomoknak az egyesüléséből, hármas ütközésekben nátriumatomokkal. Egy konkrét esetben pl. a fénykitermelés 0.77%, ami  $6.4 \cdot 10^{-7}$  mólnyi másodpercenkénti átalakulás mellett  $1.5 \cdot 10^{15}$  *D*-quantum másodpercenkénti emissziójának felel meg. Ezzel szemben az adott esetben a hármas ütközések száma két *H*-atom és egy *Na*-atom között, normális ütközési keresztmetszetet feltételezve, a legkedvezőbb becslés szerint is csak mintegy  $10^{12}$ -re tehető a reakciózónában. Tehát ha minden hármas ütközés fényt gerjesztene, még akkor is a hármas ütközéseknél legalább a normálisnál ezerszer nagyobb ütközési keresztmetszetet kellene számításba venni: ez pedig tudásunk mai állása szerint kizártnak tekinthető.

A *H*-atomoknak egy másik reakciója, amelyre a fénygerjesztésnél gondolni lehet, a következő:



Ezek a reakciók, ha talán nem is következnek be minden összeütközésnél, mindenesetre igen nagy sebességgel mennek végbe, úgy, hogy lángjainkban feltétlenül elő kell fordulniok. A kísérletek is határozottan ebbe az irányba utalnak: elsősorban a túlhevítés hatását igen egyszerűen magyarázhatjuk, úgy, hogy a fény egy része az ezen reakciókban keletkező szabad halogénatomoktól származik, ugyanazon mechanizmus szerint, mint a tiszta halogénlángoknál. Hogy a túlhevítés hatása a *HCl* esetében kisebb, mint a *HBr* és *HI* esetében, arra vezetendő vissza, hogy a *Cl*-atomok nemcsak a nátriummal, hanem a  $H_2$ -molekulákkal is reagálhatnak, míg a *Br*- és *I*-atomoknál ez csak el-

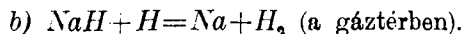
hanyagolhatóan kis sebességgel történhetik. A szabad halogénatomok keletkezésére mutat az a megfigyelés is, hogy az egyszerű csőben égő lángoknál a reakciócső mögött elhelyezett kifagyasztóedényben mindig molekuláris halogén volt kimutatható, amely nyilván csak a halogénatomok rekombinációjából származhatott. Végül a fényeloszlási görbék furcsa alakját is a halogénatomoknak a fénygerjesztésben való részvételével magyarázhatjuk, amennyiben az alacsonyabb hőmérsékleteken mutatkozó, magasabb hőmérsékleteken eltűnő kitéremlő maximumot a halogénatomoktól származó fényrésznek tulajdoníthatjuk.

A túlhevítés hatásának a nagyságából, ha azt a tiszta halogénlángoknál mutatkozóval összehasonlítjuk, kiszámítható a fénykitermelésnek az a része, mely a halogénatomoktól ered. Ez minden esetben csak néhány tized százalékot tesz ki, a fennmaradó néhány tized százalék keletkezésére más magyarázatot kell keresnünk.

Ezt a fennmaradó részt éppúgy nem magyarázhatjuk a  $H$ -rekombinációval, mint az egész kisugárzott fényt. Mindent egybevetve, legvalószínűbbnek látszik az a feltevés, hogy a  $H$ -atomok rekombinációja nátriumhydriden keresztül megy végbe, a következő fokozatokban:



és



Ezek a részfolyamatok minden eddigi tapasztalat szerint bizonyára a szükséges sebességgel bírnak, és a nátriumhydridképződés a falon igen valószínűnek is látszik, ha tekintetbe vesszük, hogy a reakciócső fala adszorbeált nátriumgőzréteggel van bevonva, amellyel a beléje ütköző  $H$ -atomok reagálhatnak. A nátriumhydrid a kísérleteknél betartott hőmérsékleteken és nyomásokon nem maradhat a falon tapadva, hanem mint instabilis közbeneső termék, a gáztérben azonnal tovább kell hogy reagáljon  $b$ ) egyenletünk értelmében. Ha a  $NaH$  képződéshőjét kerekén 40 kcal-nak vesszük, akkor a  $b$ ) reakcióban 60 kcal szabadul fel, amely energia teljesen elég a  $D$ -vonalak gerjesztésére, viszont érthetővé

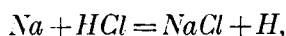


válík az is, hogy a magasabb vonalak, melyeknek a gerjesztéséhez több energiára van szükség, mért nem jelentkeznek.

A fénygerjesztés mechanizmusára vonatkozó ezen feltevés a rendelkezésre álló kísérleti adatok alapján nem tekinthető szigorúan bizonyítottnak, azonban annyi megállapítható, hogy ez az egyedüli magyarázat, mely seholsem keveredik ellentmondásba a megfigyelésekkel.

### Összefoglalás.

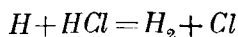
1. A  $HCl$ ,  $HBr$  és  $HJ$  halogénhidrogéneknek nátrium- és káliumgőzzel való reakciói, pl.:



tehetetlenség nélküli elemi folyamatok, melyek az exothermás irányban a reagáló anyagok molekuláinak minden ütközésénél bekövetkeznek, míg az endothermás irányban az aktiválási hő egyenlő a negatív reakcióhővel. Ez az utóbbi állítás az  $Na + HCl$ -láng példáján itt első ízben igazolódik be kísérletileg.

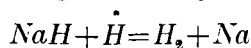
2. A primér folyamatban keletkező  $H$ -atomok további reakcióikkal chemiluminescenciákat gerjesztenek, melyek a nátriumlángoknál a  $D$ -vonalak emissziójából állnak. A fénykitermelés  $300^\circ C$ -nál 1% körül mozog.

3. A kisugárzott fény egy része szabad halogénatomokra vezetendő vissza, melyek a:



egyenlet szerint keletkeznek és azután a nátriumgőzzel ugyanúgy reagálnak tovább, mint a tiszta halogénlángoknál.

4. A kisugárzott fény másik részét nem gerjesztheti a  $H$ -atomok egyesülése hármas ütközésekben, amint azt régebben feltételezték, mivel a talált fénykitermelés magyarázatára a hatásos hármas ütközéseknél a normális gázkinetikusnál több tízes egységgel nagyobb ütközési keresztmetszetet kellene feltételezni. A kísérleti tapasztalatok valószínűvé teszik, hogy a csőfalba ütköző  $H$ -atomok ott az adszorbeált nátriumgőzzel nátriumhidridet képeznek, amely azután a gáztérben újra  $H$ -atomokkal reagál, a:



egyenlet értelmében, és hogy az ebben a reakcióban felszabaduló mintegy 60 kcal-nyi energia létesíti a chemiluminescenciát.

\*

Köszönettel tartozom a berlini Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie igazgatóságának, hogy kísérleteim elvégzésére munkahelyet és minden szükséges felszerelést adott, továbbá POLÁNYI MIHÁLY professzor úrnak, akivel való megbeszéléseim számos értékes ösztönzést nyújtottak.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. november 17.-én tartott üléséből.)

HOCHVERDÜNNTE FLAMMEN  
VON ALKALIMETALLDÄMPFEN MIT  
HALOGENWASSERSTOFFEN.

Von GÉZA SCHAY.

Die Arbeit ist mittlerweile unter obigem Titel in Z. physikal. Ch. (B) **11**, 291. 1931 erschienen.

---

## TIHANY.

### MORFOLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK.

CHOLNOKY JENŐ-től.

A Balaton tudományos tanulmányozásának nagy eredményeiről a Balaton-Bizottság eddig megjelent közlései nem számolnak be teljesen, mert boldogult Lóczy Lajos utolsó, befejező kötetnek szánta a Balaton tudományos, földrajzi leírását. Sajnos, ezt a várva-várt nagy művet már nem írhatta meg s a nehéz munka reám maradt.

Lóczy Lajos halála óta állandóan behatóan tanulmányozom a Balaton környékének földrajzát, különösen a földrajz modern irányainak követelményei szerint is. Leginkább a morfológia fejlődött azóta óriási lépésekben s ebből a szempontból teljes reambulálásra szorul a Balaton vidéke.

Tanulmányaim közben külföldi szakférfiakat is vezettem a Balaton vidékére s ott elmondtam szóval sok olyan eredményemet, amelyek még nincsenek közölve. Bizonyos okokból félnem kell attól, hogy esetleg valamelyik külföldi látogató a helyszínen megismert tényeket idegen nyelven, a forrás megnevezése nélkül közölhetné, azért kérem a Tekintetes Akadémiát, szíveskedjék helyet adni ennek a rövid jelentésemnek, amely morfológiai eredményeimet Tihany félszigetére vonatkozólag összefoglalóan ismerteti s ezzel a prioritást a Magyar Földrajzi Társaság Balaton-Bizottsága részére biztosítja.

Egyébként is az eredmények annyira érdekesek, hogy minél előbb való megismertetésüket szükségesnek vélem, már csak azért is, mert jelenleg a Tihany iránt fölkeltett érdeklődés nagyon megerősödött s temérdek idegen keresi föl ezt a néhány év-

tizeddel ezelőtt még egészen elhagyatott, poétikusan csendes, magányos kis világot. Mindenfelé meg is bolygatták a formákat. Villaépítéssel tönkretették a világhírű visszhangot, meggondolatlan útépitéssel veszedelmes suvadást indítottak meg, az elhagyatottságukban mintegy bántatlanul rejtőzködő barátlakásokat mindenki számára hozzáférhetővé tették, kezdenek apró kis kunyhószerű vikendházakat építeni, a legidillikusabb helyeket esúfitva el stb. stb.; szomorúság felsorolni, mint a különben dicsérendő fejlesztés súlyos árnyoldalait. Mielőtt még ez a romboló átalakulás teljesen ki nem forgatja a félsziget formáit, szükséges azok értelmezését és tudományos jelentőségét megörökíteni.

Tihany irodalma elég tekintélyes, hisz a geológusok és a történészek figyelme elég korán ráterelődött erre a kivételesen érdekes félszigetre. Legfontosabb geológiai leírásunk LÓCZY LAJOSTÓL származik.<sup>1</sup>

A tihanyi pannóniai rétegekről és a bazalttufákról különösen VITÁLIS ISTVÁN adott igen részletes leírást.<sup>2</sup> A pannóniai rétegek sztratigráfiája alapos feldolgozást nyert HALAVÁTS GYULA és LÖRENTHEY IMRE részben polemikus munkáiban. A felsorolt művek bőségesen megadják a régibb irodalmat is, úgyhogy ezzel itt nem kell foglalkoznom.

A pontos geológiai vizsgálatok alapján ma már kétségtelenül tudjuk, hogy Tihany bazalttufákkal és gejziritekkal védel-

<sup>1</sup> LÓCZY LAJOS: A Balaton Tud. Tan. Eredményei. I. kötet, I. rész. A Balaton környékének geológiája és morfológiája. I. szakasz: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése, 320—340. oldal. — Tihany: 1:25,000-es mértékű geológiai térképe a XIII. táblán, öt geológiai szelvény a XIV. táblán látható.

<sup>2</sup> VITÁLIS ISTVÁN: A balatonvidéki bazaltok. A Bal. Tud. Tan. Eredm. I. k. I. rész. Geológiai, petrográfiai, mineralógiai és ásványkémiaili függelék, II. rész. — A tihanyi bazalttufákról a 42—45. oldalakon szól. — A pannóniai rétegek faunájára és sztratigráfiájára vonatk. VITÁLIS ISTVÁN: A balatonvidéki kecskekörmök és lelőhelyeik. U. o. Palaeontológiai függelék, IV. kötet, IV. rész. — A tihanyi Fehérpart pliocénkorú rétegsora és faunája. Földtani Közöny XXXVIII. k. 1898. 665—678. old. Ide vonatkozik még HALAVÁTS GYULA és LÖRENTHEY IMRE sok munkája.



mezett, teljesen vízszintesen települt pannóniai rétegekből álló meza.

A pannóniai rétegek egyáltalában nincsenek megzavarva, sem vetődés, sem gyűrődés nem érte őket. Csak a bazalttufák erupciós kürtői és a gejzirkürtők nyomultak rajta keresztül s a Balaton hullámainak alámosása következtében jellegzetes és nagyarányú suvadások képződtek a tó felé néző lejtőkön.

A pannóniai rétegek teljesen zavartalan fekvését Lóczy beható tanulmányai különösen igazolták s minden közölt metszeten ez élénken feltűnik. Azért kell ezt különösen hangsúlyoznom, mert a bazalttufák, mint sárvulkánok erupciós termékei, már egyenetlen, denudált térszínre ömlöttek ki, tehát sok helyen ferde, sőt elég meredek rétegzést is mutatnak, különösen a Kiserdőtető déli oldalán. Ez a rétegfekvés a felületes szemlélőben azt a hitet kelthetné, hogy itt tektonikus rétegzavarok történtek. Erről pedig szó sem lehet. Ugyancsak igen fontos tudnivalónk, hogy a pannóniai rétegek teljesen zavartalanul fekszenek a két, eredetileg lefolyástalan tómedence, a Belső-tó és Külső-tó területén is. Ezzel a ténnyel szemben teljesen elvetendő az a feltevés, mintha a két tómedence erupciós kráter lenne. Ilyennek fogják föl az Eifel-hegységben levő Laachi-tó medencéjét s ilyenek írja le HOFMAN KÁROLY is a két tómedencét.<sup>1</sup>

Együttal ez a zavartalan, vízszintes talapzat azt is teljesen kizárja, hogy a két tómedencét utólagos besüllyedésnek tekintsük. Ez teljesen ki van zárva.

Így már most a két medence eredete rejtélyesnek tűnik fel, magyarázatukat csak Lóczy kísérte meg,<sup>2</sup> mondván: «...míg a tihanyi mocsaras tavak medencéit a köröskörül kitérdült tufaömlések duzzasztották fel».

Ezt a magyarázatot csak odavetőlegesen veti fel Lóczy s amint szóbeli közléséből tudom, nem tulajdonít neki semmi fon-

<sup>1</sup> HOFMAN KÁROLY: A déli Bakony bazaltkőzetei. A m. kir. Földtani Intézet Évkönyve. III. k. 1875—78. 431 s köv. lapok. — Ezt a régi fel-fogást Lóczy és VITÁLIS is teljesen megdöntötték. L. VITÁLIS: A balatonvidéki bazaltok, 45. old.

<sup>2</sup> Id. m. 335. old.

tosságot, nem is ragaszkodik hozzá. Ezt a feltevést nagy munkájához csatolt, 1 : 25,000 mértékű Tihany térképe azonnal megcáfolja, mert a Kiserdőtető bazalttakarója és az úgynevezett Hosszúhegy északi végének bazalttakarója közt, tehát a Belső-tó nyugati oldalán mintegy 650 méter szélességben tisztán pannóniai rétegekből álló magaslat emelkedik s elválasztja a Belső-tó medencéjét a Külső-tó medencéjétől. A magaslat legalacsonyabb nyeregpontja 10 méter magasan van a Belső-tó szintje fölött s csak három kis gejzirkúp ékesíti. Ez az agyagos rétegekből álló hátság helyben áll, ez nem utólagos képződmény. Lóczy a XIV. táblán közölt C szelvényében feltünteti ezt a két tavat egymástól elválasztó hátat, de térképével ellentmondásban, igen nagy erupciót rajzol oda, mert hisz a metszetben kénytelen volt túlozni, vagy talán ezzel a Kiserdőtetőt akarta feltüntetni. De még ez a kismértékű metszet is kétségtelenül mutatja, hogy a Belső-tó medencéje pannóniai rétegekbe van belemélyítve.

Hasonlóképpen áll ez a megállapításunk a Külső-tóra, mert ennek medencéje két vagy három helyen is elérhető a nélkül, hogy bazalttufán kellene keresztül mennünk, tehát ez is a pannóniai rétegekbe van belemélyítve s szintje jóval mélyebben van a Belső-tóénál. A Belső-tó magassága 131 m a tenger szintje fölött, tehát 25 méter a Balaton fölött, a Külső-tó 116 m magasan van a tenger fölött, tehát 10 m magasan a Balaton fölött.

Sőt van a félszigeten még egy lefolyástalan mélyedés. Ez a Külső-tótól délre van, a falusiak Rátai-csáva néven nevezik. Ez mintegy öt-hat méter mélyen van beleásva, tisztán pannóniai rétegekbe.

Ennek a három lefolyástalan medencének magyarázatát kell adnunk s a Balatonfelvidék beható ismerete után könnyen és biztosan megtaláljuk a magyarázatot. Nem mások ezek, mint *deflációs mélyedések*, vagyis a szél vájó munkájával keletkeztek.

A szél munkája a Balatonfelvidéken igen nagy arányokban bontakozik ki a tanulmányok folyamán. Ma már kétségtelennek kell tartanunk, hogy a pannóniai tenger eltávoztása után hazánkban sivatagi, vagy legalább igen száraz pusztai éghajlat uralkodott. Pliocén-sivatagnak neveztem el ezt egyéb helyeken s bizonyítékai számtalanok, az egész Magyar-medence minden

részből. Ebben az időben a növénytakaróval nem védett, pannóniai rétegekből felépített fennsík teljesen ki volt szolgáltatva a szél uralmának. A kérdés részletes megvilágítása nem tartozik ide, de fel kell említenem, hogy a Kis-Alföldről a szél 100—200 méter vastag rétegszletet hordott le s tökéletlen síkságot, típusos penepént hozott létre az Alföld tökéletes síkságával szemben. A Kis-Alföldön a Duna nagy törmelékkúpjának kivételével mindenütt a pannóniai rétegeket, helyenkint még az ezeknél is régibb miocénkori rétegeket találjuk a felszínen. Mai morfológiai tudásunk szerint minden olyan terület, ahol jóval régibb folyamatból származó képződmények vannak a felszínen, ott okvetetlenül lepusztulás van folyamatban. Mert a térszín vagy lepusztul, vagy felhalmozódik, nyugalom nincs sehol. Ha nem pusztulna le a térszín, akkor a felszínen látható rétegek fölött folytonos felhalmozódásból származó takarót kellene találnunk. Ahol ilyen, a geológiai képződések folytonosságát jelentő takaró fedi a térszín, ott meg is maradtak a Kis-Alföld felszínét borító rétegek. Ilyen maradványok vagy tanuhegyek a pliocén- (Belvedere-) kavicsal borított pándorfalvi plató, meg a talán ugyanilyenkori kavicsal borított Kemenes-plató. Bazalttakarók védelmezték még a Somlyó és Ság hegyeket, mint a legtípusosabb tanuhegyeket. Messzeföldön hiába keressük olyan pompás példáit a tanuhegyeknek, bazalt-mezák alakjában, mint amilyenek ezek és a gyönyörű balatonvidéki bazalt-mezák: a Badacsony, Szent-György, Haláp, Csobánc, de különösen a Kovácsi-plató. Sajnos, a Ság-hegyet már egészen megfosztották bazalttakarójától, rettenetesen elcsúfítva hazánknak ezt az egyik legszebb természeti emlékét. Ugyanez a barbár pusztítás folyik a Badacsonyon, Halápon, Gulácson. Szerencse, hogy a Szent-György bazaltja nem jó minőségű, ezt a valamennyi közt legszebb és legérdekesebb hegyet csak megsebeztek, de aztán abbahagyták a kíméletlen destrukciót.

A Kis-Alföldön még tanuskodik a szél munkájáról a pannónhalmi három «jardang», vagyis szélbarázdák közt megmaradt maradékgerinc.

A Kis-Alföld ilyen óriási mértékű felületi lepusztítását lehetetlen másnak tulajdonítani, mint a sivatagi deflációnak, mert hisz a normális lepusztulás formái könnyen felismerhetők s

minden kétséget kizárólag kimutathatók volnának. A normális lepusztulásban az erózió viszi a főszerepet, márpedig ebben az esetben normális hidrográfiai hálózat keletkezett volna s ezzel a terraszképződés, a fluviális lerakódások, a szubszekvens és inszekvens völgyek egész rendszere olyan biztossággal felismerhető volna, mint pl. az Erdélyi-medencében. Ezzel szemben a Kis-Alföldön egészen jelentéktelen, bonyolultan tétovázó, lefolyástalan mélyedésekkel váltakozó hidrográfiai hálózatot látunk. Az így keletkezett típusos peneplénen egészen idegenszerűen új fejlődésfolyamat indul meg a Duna betörésével, mert ez a folyam itt alsó-szakasz jellegével kétségtelenül bizonyítja az ugrásszerűen megváltozott fejlődésfolyamat megindulását. A Duna óriási törmelékűje a már letarolt penepλέnre települt reá, lefolyástalanná téve a Hanságot és a Sur-mocsarat.

A Kis-Alföld tehát olyan nagyszerű deflációs terület, amilyent eddig csak a sivatagon lehetett kimutatni. Első eset, hogy tudományunk egy fosszilis sivatagi formacsoportot ismert fel, a recens normális denudációs folyamat rátelepült formáival.

A második nagyszerű deflációjelenség a zalai és somogyi meridionális irányú völgyek rendszere. Még kismértékű térképen is azonnal feltűnik ezeknek a völgyeknek rendkívül szabályos futása és minden hidrográfiai hálózattól független elhelyezkedése. Ezeknek deflációs eredetét a Balaton hidrográfija című munkámban kimutattam.<sup>1</sup>

Ezek minden kétséget kizárólag tektonikus hasadások mentén támadt szélbarázdák.

A Balatonfenékről is ki lehetett mutatni, hogy széltarolással keletkezett felszín s mélyedése a letarolás után bekövetkezett árkos süllyedés eredménye. Az előbbire nézve, hogy a somogyi és zalai meridionális völgyek szélbarázdák, LÓCZY LAJOS is teljes mértékben elfogadta felfogásomat. Az utóbbira nézve részleteiben bizonyos eltérés volt kettőnk felfogásában, mert ő az árkos besüllyedést egyes részletekre tagolódottnak gondolta, de egyébként, ami különösen a deflációra vonatkozik, teljes mértékben magáévá

<sup>1</sup> CHOLNOKY J.: A Balaton hidrográfija. A Bal. Tud. Tan. Eredményei. I. kötet, II. rész. 129. oldal.

tette. Nem tekintem ezt bizonyítéknak, csak megnyugtatónak, mert hisz senki sem ismerte a Balatont olyan alaposan, mint ő.

Minthogy a deflációnak ilyen rendkívül nagy hatása volt a mai térszíni formák kialakulására, ennek következményeit is keresnünk kell. Ha valóban ilyen erősen hat a defláció, akkor másutt is meg kell mutatkoznia. Elsősorban a Balatonfelvidéken minden olyan helyen, ahol lazább kőzet volt a felszínen a pliocén-korszakban, ott kimélyítésnek kellett keletkeznie. Eszerint tehát a pannóniai rétegeket el kellett távolítania mindenhol, ahol nem voltak védelmezve. Fényes példája ennek a Kállai-medence. Ennek fenekén mindenütt a werfeni palák vannak a felszínen, minden takaró nélkül, tehát okvetlenül lepusztult térszín. A lepusztító erő nem lehetett az erózió, mert határozott folyórendszer nem fejlődött ki, hanem csak lefolyástalan kis medencék rendetlen csoportja, tétovázó árvízlefolyásokkal. Lefolyástalan a Kornyi-tó, ez a tengerszemekhez annyira hasonló, sziklamedencés mélyedés. Ha glaciális jelenségek volnának a közelben, mindenki, minden kétség nélkül a tengerszemek közé sorozná. De erről szó sem lehet!

Ugyancsak deflációnak kellett letarolnia az olyan helyeket is, amelyeken a puha, törmelékes márga, védő növényi takaró nélkül van kitéve a deflációnak. Ilyen mélyedés a Pécsöli-medence, ugyancsak lefolyástalan medencecsoport, közben kiemelkedő kőbörcökkel. Mintha skandináviai típusú, glaciálisan lepusztult területet látnánk, tómélyedések közt emelkedő vásott-sziklákkal. A defláció is nagy felületre kiterjedő, szelektívus denudáció, éppen mint a glaciális, nem csoda, ha formakincsükben is igen feltűnő hasonlóságok mutatkoznak.

A Pécsöli-medence deflációs eredetét LÓCZY LAJOS kételkedéssel fogadta, azért mindent elkövetett, hogy benne a pannóniai rétegeknek csak a legcsekélyebb foszlányait is megtalálja. A keresés teljesen eredménytelen volt, a pannóniai rétegeknek leghitványabb foszlányát sem lehetett benne találni, holott sokkal kevésbé védett helyeken tisztán megmaradtak széltől védett foszlányai, a medencét határoló hegytetők balatonparti lejtőjén.

A defláció nemcsak a pliocénben, hanem a pleisztocén-korszakban is folytatódott olyan területeken, amelyek ebben a rész-



ben még steppe-éghajlatú, majd meleg, majd hideg időben nem voltak eléggé védelve. Sőt még ma is találunk olyan részleteket, ahol a defláció most is folyó működése feltűnő.

Ebben a tekintetben különösen feltűnő a *dolomit* magaviselete. Ez a kőzet a légköri erők hatása alatt nem mállik el, vagyis kémiaiilag nem változik. Csak elaprózódik. SCHERF EMIL<sup>1</sup> kémiai vizsgálatai pontosan kimutatták, hogy az elporlott dolomit minden legkisebb szemecskéje ép dolomit, azaz  $CaCO_3$  és  $MgCO_3$  körülbelül egyenlő arányú elegye.

Mint hogy a dolomit tehát nem mállik el, ennek következtében nem is képződik rajta termőtalaj, hacsak idegen helyről származó, valamiféle szubaerikus vagy fluviális hordalék nem lepi be. E miatt a dolomit nagyon kopár szokott lenni. Növényi takaró nem igen védelmezi, a mellett nagyon könnyen aprózódik s így a szél igen könnyen elbánik vele. Ezért a dolomit formái a sivatagi formákra emlékeztetnek, *mert a dolomit a mi éghajlatunk alatt is úgy viselkedik, mint minden más kőzet a sivatagon.*

A dolomit sajátosságos viselkedése miatt minden völgy asszimmetrikus, amelyik dolomitba van bevágódva, olyan vidéken, ahol egyirányú, domináló, száraz szél uralkodik. A mi Balatonfelvidékünkön pedig az észak-északnyugati szél, a Bakonyról lezuhanó, főjellegetű szél rendkívül erős, gyakori és túlnyomóan száraz, viharos szél, tehát deflációs formák alakítására kiválóan alkalmas.

Ezért a Balatonfelvidéken minden, dolomitba vágódott völgy asszimmetrikus, legyen a rétegfekvés akár ilyen, akár amolyan. Ferde rétegekbe, a csapás irányában bevágódott völgynek rendszeren meredek az az oldala, amely ellenkező lejtésű, mint a rétegdőlés és lankás az a lejtő, amelyik ugyanolyan értelmű, mint a rétegdőlés. A dolomitba vágódott völgyekre nézve mindegy. Mindig a déli lejtő, tehát az északra néző lejtő a meredek s a másik lankás, lösszel borított. Rendkívül szépen feltűnik ez

---

<sup>1</sup> SCHERF EMIL: Hévíforrások okozta kőzetváltozások (hidrotermális kőzetmetamorfózis) a Buda-Pilisi-hegységben. Hidrológiai Közl. II. k. 19 s. old.

Pétnél, Hajmáskérnél, Öskүнél, Kádártánál, különösen Veszprém vidékén a Séd völgyében, aztán a Séd mellékvölgyében, az úgynevezett Tekerés-völgyben, majd az arácsi Koloska-völgyben, de a Dunazug-hegység dolomitos részeiben is.

A recens defláció gyönyörű példáját látjuk a dolomitsziklákon, de talán legszebben azon a vízválasztó hátságon, amelyik elválasztja a Tapolcai-medencét a Kis-Alföldtől. Ez a hát az Agártető bazalttal fedett dolomit fennsíkjának folytatása. Ez a fennsík eredetileg átszolgált a Keszthelyi-hegységig, de itt a szélnek erősen kitéve, lepusztult. Csak egyes keményebb részek maradtak meg. Modern terminológiánk szerint ezeket kőbörcöknek nevezzük, az idegen eredetű monádnokk elnevezés helyett. Ilyen kőbörce a Csekethegy meg a Kis-Bakony. De megmaradt a bazalttal védett rész is az Agártetőben. Kevés olyan megkapó látványt ismerek, mint az Agártető sűrű erdővel fedett bazalttakarója alól előbukkanó, fehér dolomit, Sáska vidékéről tekintve. A szél munkájának ezen a meredek lejtőn is, meg az említett kőbörcökön is olyan félreismerhetetlen jeleivel találkozunk, hogy ebben a tekintetben minden kétségünk eloszlik. De még inkább meggyőznek bennünket a letarolt dolomithát igen szép kifejlődésű szélbarázdái. A szél nagy munkájáról tanuskodik még itt az a sok sarkos kavics (Dreikanter), amit a tapolcai szármáciai fennsíkon, meg a Billegei-erdő pliocén kavicsstelepében lehet találni. A sivatagról nem hozhatunk szebb példányokat. A fosszilis pliocénsivatag valóságos vezérkövületei ezek.

Minthogy a dolomiton mind a mai napig ilyen feltűnő és ilyen igen nagyarányú a defláció, fel kell tennünk, hogy más, alkalmas kőzeten is fel fogjuk ismerni ugyanezt a tüneményt. És csakugyan, a Kállai-medencében található nagyszerű, petrifikált pannóniai turzás igen kemény homokkövein ez a tünemény feltűnő tökéletességben mutatkozik. A pannóniai rétegek alól kiperarált turzás kemény homokkötőmbjei igen alkalmasak a szélmarás hatásának felismerésére. Kisörsnél, a falu temetője mellett a kifuvásjelenség olyan csodálatosan élénk, hogy érdemes volna a megfelelő területet elkeríteni, a pusztulástól megóvni, mert a sivatagokba kell mennünk, hogy hasonló jelenséget láthassunk. A német földrajzi irodalom minduntalan hivatkozik

arra a néhány csekély nyomra, amit a heidelbergi vár szikláin és falain lehet látni. Teljesen eltörpülnek ezek a nyomok a kiserői közéző deflációs formái mellett.

Ehhez a páratlanul szép tüneményhez méltán csatlakoznak azok a deflációs jelenségek, amelyeket Tihanyban lehet látni.

A defláció hatását itt természetesen a bazalttufa mutatja, mert hisz más, erre alkalmas kőzetünk itt nincs. Az első hely, ahol feltűnik, a Kiserődötető a Külső- és Belső-tó közt. Éles gerinc ez, kelet-nyugati irányban. Alul olyan tufarétegek vannak, az északi lejtőn, amelyek észak felé dőlnek, tehát a Külső-tóra lejtnek. A déli oldalon dél felé lejtő tufarétegek vannak s ezek felnyúlnak a gerinc élére is és ott mint merész sziklaformák emelkednek az erdő lombja fölé. A déli dőlésű rétegek észak felé rétegfejekben végződnek s ezek az itt különösen heves északi szélnek vannak kiszolgáltatva.

A bazalttufarétegek változatosak. Keményebb, ellenállóbb rétegek lazábbakkal váltakoznak, de ezek is elég kemények, építőkönek is használhatók. A deflációval szemben a rétegek igen különböző ellenállást tanúsítanak. Ezért a szél vízszintesen futó, mély barázdákat fújt ki a rétegfejekben. Néhány deciméter kemény réteg mint párkány fut végig, két, kevésbé ellenálló kőzeten képződött, szintén néhány deciméter vastag barázda közt. Ezek a barázdák néha olyan mélyek, hogy az eredeti felszíntől 0.5 m, 1.0 m mélyen is benyúlnak. A víz munkája teljesen ki van zárva, mert hisz a kőzet majdnem oldhatatlan, a vízszintesen futó barázdák pedig felszíni erózió munkái nem lehetnek. Mellékelt képünk mutatja a deflációs barázdákkal tagozott szikláknak egyik részletét (1. ábra).

Nem lehet eróziós jelenség azért sem, mert a sziklatarajról a víz nem erre, hanem a másik, a déli oldalra fut le, tehát mindenféle erózióhatást ki kell zárni.

A mállás hatására ez a bazalttufa morzsalékos, könnyen letördelhető darabokból álló, laza kőzet lesz. A szélárnyékos oldalon, tehát ahol a mállott részleteket a szél el nem hordhatja, ott mindenütt ilyen a kőzet felszíne. Itt azonban, a szélnek annyira kitett sziklafalon semmiféle fellazult részlet nincs, min-

denütt kemény, friss a kőzet, akár az előugró párkányokon, akár a közjük benyúló mélyedésekben.

A barázdák mélyítése ma is folyamatban van. Ennek az a következménye, hogy egy-egy párkánydarab túlságosan szabaddá lesz, nagyon nagy hajlító igénybevételt szenved önsúlya következtében. Ezért egy-egy darab valószínűleg a fagy, esetleg a hőteher hatása alatt eltörik, természetesen a tövében, mert hisz ott lesz a legnagyobb a keresztmetszet igénybevétele s a darab



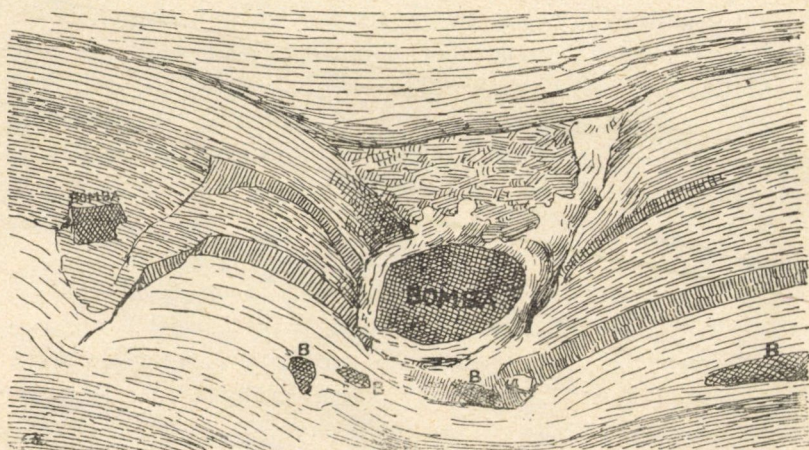
1. ábra. A tihanyi Kiserdőtető deflációval kimart, bazalttufa szikláinak általános típusa.

lezuhanik. Ritkán ismétlődhetik ez a jelenség, mert a lejtőn az ilyen letört darabok meglehetősen nagy korkülönbséget árulnak el. A legrégiebbek már mindenféle törmelékbe, málladékba mélyen el vannak temetve, tetejükön az erdő virul, csak a gyökerek közül néz ki a felismerhető formájú kőlap. A következő még nincs eltemetve, de a lombok már eltakarják, a harmadik végül a letört fák, bokrok még zöldelő, vagy elszáradt törzsén, ágain fekszik, bizonyosan még igen labilis helyzetben. Ez a fokozatos letördelés olyan rendkívül fontos tünet, amely a legbátrabb megfontolást igényli. Ilyen szakaszos, ép darabokban való letördelés csak a sivatagról ismert jelenség.



Mindez a Kiserdötetön olyan feltűnő, szépen tanulmányozható jelenség, hogy a sivatagokat ismerő külföldi vendégeim mindig elragadtatással szemlélik.

Ennél azonban még sokkal nagyszerűbb formában mutatkozik ugyanez a tünemény az Óvár északi és északkeleti sziklafalán, a Barátlakások fölött. Ezen a tekintélyes, 20—30 méter magas sziklafalon azért még megkapóbb a jelenség, mert itt a felülről lecsurgó víz normális, eróziós kanellurái is nagyon jól láthatók, tehát összehasonlíthatók s a lényeges különbség a kettő között könnyen felismerhető.



2. ábra. Vörös homokkő bomba a tihanyi bazalttufa rétegekben. (Helye a 6. ábrán látható.) A nagy bomba a valóságban fejnagyságú.

Ez a sziklafal már rétegzése miatt is nagyon érdekes. A vulkáni eredetű kőzet egyes rétegei agyagosak, homokosak. A valószínűleg meleg vízzel felhígítva szétterült törmelék felszínére néha-néha egy-egy mázsás bomba hullott. Ezeknek láttán el kell vetnünk azt az elméletet, hogy ezek tisztán sárvulkánok lettek volna. Valódi paroxizmusok játszódhattak le, robbanással szét-hajigált szikladarabok. Mert a lehullott darab jólláthatóan benyomta a már leülepedett, még plasztikus rétegeket. Az egyik ilyen vörös homokkőbombának ezt az elhelyezkedését mellékelt képünk mutatja (2. ábra). Kétségtelen, hogy a bombának magas-

ról kellett hullania s meglehetősen nagy mélységből kerülhetett fel. Számptalan ilyen bombát lehet látni, majdnem túlnyomóan vörös homokkőből, de látni néhány pala, illetőleg arkóza darabot is.

A vízszintesen végigfutó szélbarázdák, a vertikálisan lefutó eróziós kanellúrákkal együtt igazán csodálatosan tagolják a sziklafal felszínét s hazánk egyik legérdekesebb és legfontosabb természeti emlékei közé tartozik. Amint a sziklafalnak olyan oldalára kerülünk, amely nincs az uralkodó észak-északnyugati szélnek kitéve, azonnal eltűnnek a szélbarázdák, zuzmó lepi el a sziklákat s a mállás is felismerhető.

Ugyanilyen ellentét mutatkozik minden gejzirkúpon is, ha az olyan helyen fekszik, ahol nem lepi el növényzet és nem bontotta meg az oktalan rombolás. Sajnos, a 110 gejzirkúp közül már mintegy hetet leborítottak. Az északi és déli oldal ellentéte a Csúcshegy hatalmas gejzirkráterén a legszebben látszik.

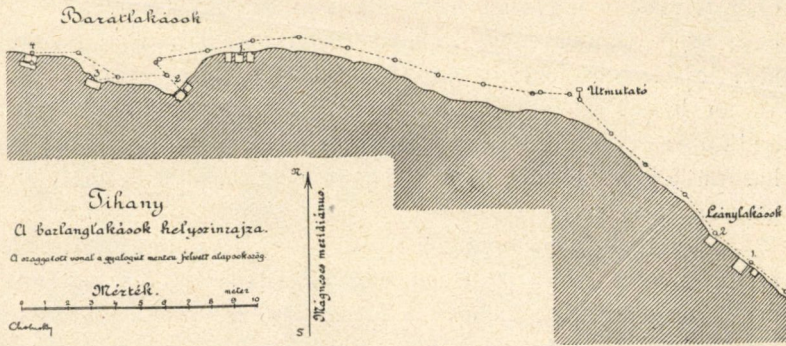
Hogy a viharerős, uralkodó északi szél még ma is milyen erős hatású, azt három feltűnő ténnyel lehet kézzelfoghatóan bizonyítani.

Először is mindenki láthatja, hogy azon a kis hágón, amelyen az országút vezet át a Külső-tó medencéjéből a Belső-tó medencéjébe, nagy terület be van ültetve mandulafákkal. A mandulafák mind délfelé dőlnek, mégpedig némelyik majdnem lefekszik, annyira el van ferdülve.

A második tünemény az úgynevezett Diósi-dűlőn látható. Ez a dombtető az Óvártól északra terül el. A filloxera-pusztítás előtt itt jó szőlők voltak a bazalttufatakarón. A szőlők ki-pusztulása után semmi sem védelmezte többé a termőföldet, azért elvitte róla a szél. Ma a bazalttufa van a felszínen, igen gyér fű borítja. Csak a hajdani határmeleggyék mutatják még a régi kertet.

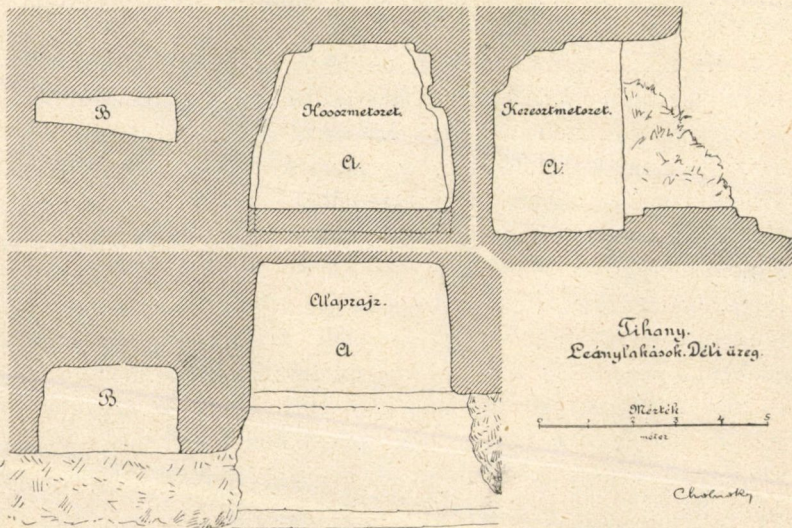
A harmadik tünemény a legmegkapóbb. Az egyik hideg télen a befagyott Balatonon átjöttem Szántódról Tihanyba. Előző nap erősen havazott, mindent félméter, vagy 60 cm vastag hó borított, A tihanyi révhez érkezve, erős északi szélvihar tört ki. Azon a hágón, amelyik a révtől a Belső-tó medencéjébe vezet s ahonnan szép kilátás nyílik a Belső-tó medencéjére és





3. ábra.

a falura, alig lehetett megállni a kegyetlen, hideg viharban, de még kellemetlenebb volt az, hogy bár nem esett a hó, itt olyan tömegben vágta a havat az ember szeme közé, hogy alig lehetett a szemet nyitva tartani. A Belső-tó jege már hómentesen csillogott, kisépért onnan mindent a szél s gomolygó felhőkhöz hasonló tömegekben ragadta magával a havat s vitte keresztül a hágón, meg a Kerékdomb és a Hálóeresztő, meg a Hármas-



4. ábra.

hegy tetején le a révhez. Ott szélárnyékban úgy felhalmozódott, hogy az országutat egészen eltorlaszolta. De a Tihany és Szántód közt levő szoros jegéről megint mindent tisztára lesöpört.

A hónap ez a kifívása szépen elénk idézi azt a képet, amikor a pliocén sivatag növénytelen pusztaságairól a szél hasonlóképpen hordja el a homokot s egymásután tünteti el a pannóniai tengeri rétegeket.

A szélnek ilyen kivájó, mélyítő munkáját néhány évtizeddel ezelőtt még a sivatagokon sem akarták elismerni. Ma már minden kétségen felül áll, hogy a Libiai-sivatag északkeleti részén levő Sziue, Kargeh, Farafrah, Dáhel stb. oázisok mélyedését, azután a Fájum-tó lefolyástalan mélyedését a szél vájta ki. Nagyarányú deflációt mutat ki STEIN AURÉL és SVEN HEDIN is a Lop-nor-tó medencéjében. De a tünemény első felismerése kétségtelenül JOHANNES WALTHER érdeme.<sup>1</sup> Tőle származik a defláció elnevezés is,

Kétségtelen, hogy az északamerikai Badlands-területen vagy a Garden of Gods kőbörcei közt, azután a Colorado-plató felszínén mindenütt igen erős a defláció hatása, saját szememmel láttam a pompás tüneményeket, bár az amerikai geográfusok még mindig kételkedve fogadják a defláció ilyen nagymérvű értékelését.

Ma növényzettel borított területen az elmúlt sivatagi éghajlat megfelelő formáit ilyen mértékben, mint a Dunántúl, még sehol a világon nem mutatták ki. Ez az első eset, amikor a térszíni formák kialakításában egy korábbi denudációs folyamat sivatagi volta a mai formákra döntő mértékben szerepelt. Nagyon hasonlít ez a felismerés ahhoz az esethez, amikor az Alpokban először ismerték fel az elmúlt jégkorszak denudációs folyamatának formáit, a glaciális teknővölgyeket, vásott sziklákat, tengerszemeket, függő völgyeket stb. Amikor először merték ezekből a jégkorszak képét rekonstruálni, temérdek ellentmondás és vita kerekedett, de ma már nem lehet benne kételkedni,

Éppen ilyen bizonyos, hogy a szél döntő szerepét a szárazföldi mai formák kialakításában szintén fel fogjuk ismerni és

<sup>1</sup> JOH. WALTHER. Gesetz der Wüstenbildung.

kellőképpen fogjuk értékelni, ha elfogulatlanul vizsgáljuk a térszíni formákat és szem előtt tartjuk azokat a tapasztalatokat, amelyeket a Dunántúl, különösen a Balatonvidék szolgáltatott a tudománynak. Ezek közt a nevezetes jelenségek közt magasra kiemelkedik Tihany jelentősége s igazán megérdemli ez a félsziget, hogy rajta a civilizáció terjedésével együtt járó pusztítás a lehető legnagyobb mértékben korlátoztassék.

\*

Még más okunk is van, amiért Tihany félszigetet valamilyen képpen óvnunk kell a pusztulástól. A gejzirkúpok, bazalttufaképződmények, de különösen a deflációs jelenségek már is indokolttá teszik ezt a védelmet. De még inkább megkívánják azt azok a rendkívül érdekes barlanglakások, amelyek az Óvár bazalttufa takarójának meredek, legnagyobbbrészt függőleges sziklafalaiban vannak, az északra és északkeletre néző oldalakon.

A sziklafalak előtt mintegy felemagasságig omlások és suvadások lejtője ereszkedik le a tóra. Lóczy idézett munkájában elég behatóan ír ezekről a suvadásokról, omlásokról, de ezek itt, az Óvár lábánál megérdemlik a részletesebb tanulmányozást is. Ez most van folyamatban.

A mintegy 30–40 méter magas omláslejtő felső szélén sorakoznak a függőleges sziklafalba vágott barlanglakások. Csak egy részük van feltárva, egy részük bizonyosan még az omlások mögött rejtőzködik. Talán ezek lesznek a legérdekesebbek és legépebben megmaradtak.

A barlanglakásoknak hat csoportját különböztetjük meg. Ezt mutatja a mellékelt helyszínrajz (3. ábra). Ez a térkép egyszerű mágnes-tű-felvétel, poligonium-bázissal, a turista-út mentén. Sajnos, pontosabb felvételekre, különösen a magasságkülönbségek meghatározására, még eddig nem volt idő, de azt is el fogom készíteni.

A barlangok két főcsoportra oszlanak. Délkeleten vannak a Leánylakások, nyugaton a Barátlakások. A «Leánylakások» elnevezés eredetét ROMER FLÓRIS tisztázta, tudjuk, hogy valami

szerencsétlen, eszelős vén leány lakott bennük a mult század derekán.<sup>1</sup> A Leánylakások két üregcsoportból állnak.

A déli csoport két üreg egymás mellett, az egyiket a törmelék még majdnem egészen betemeti. A kibontott üreg egyszerű, kissé szabálytalan, mintegy négy méter széles, ugyanilyen magas és három méter mély üreg s felfelé keskenyedik. Oldalfalán elmosódott fülkék látszanak, a tufarétegek keménysége szerint elhelyezve. Az üreget az omladékletjtől három méter széles, 60—80 cm magas küszöb választja el (4. ábra).

Az északi csoport mintegy három méter magas, négy méter széles és három méter mély üreg (5. ábra). Bejáratának egy részét a sziklából kifaragott fal fedi el, de látszik, hogy a másik oldalon is volt ilyen, talán falazott fal, de ennek csak alapja van meg. Az oldalfalakban nagyobb és kisebb fülkék még jól látszanak, bár egy részük már lepusztult. A barlanglakás mellett az omladék alighanem még több üreget is takar, de ezeknek kibontását csak akkorra javasolnám, amikor már a barlanglakások, mint műemlékek, kellő védelemben részesülnek.

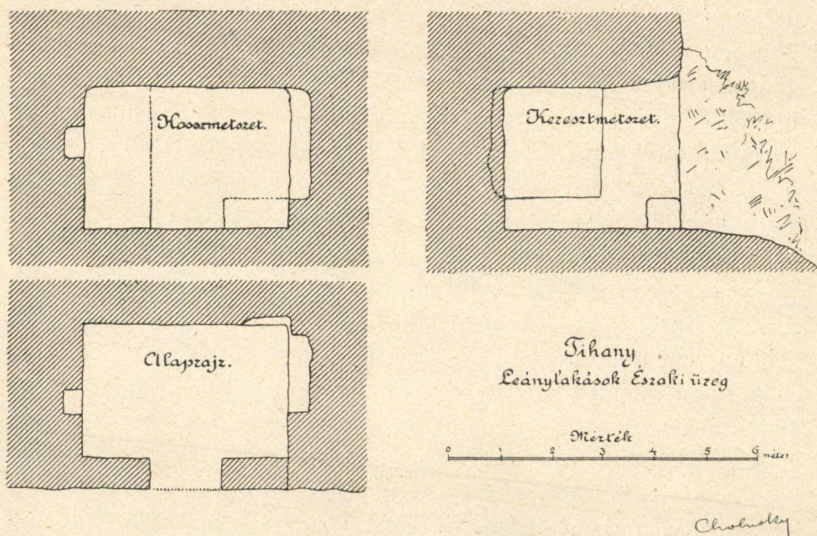
Innen most nagy darabon nincsenek üregek szabadon. Lehet, hogy egyesek egészen leomlottak a sziklafal folytonos omladozása következtében. De inkább azt hiszem, hogy itt még üregek vannak eltemetve a törmelékben.

A Barátlakások első csoportja sokkal érdekesebb és festőiebb, mint az előbbi kettő. Ez három nagy üregből áll, mindegyik fallal volt elzárva a külvilágtól. A falak nyomai, maradványai jól láthatók s mivel faragott kövek vannak bennük, tehát nem egészen kezdetleges építmények. A RÓMER FLÓRIS említett cikkéhez tartozó gyönyörű, acélmetszetű táblákon ennek a csoportnak nézetét is lehet látni s ezen még a középső üreg falazása, bár hézagosan, mégis fölér a mennyezetig. *Itt tehát már RÓMER ideje óta csunya pusztítás történt.* A helyiségek alaprajzát és hosszmetzetét a 6. ábra mutatja. Érdekes a harma-

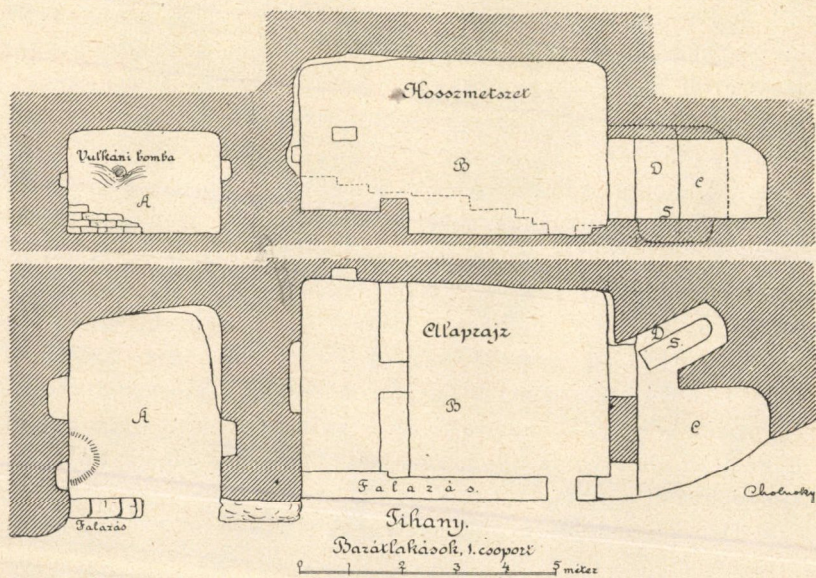
---

<sup>1</sup> ROMER FLÓRIS: A barlanglakókról, nevezetesen a magyarhoni lakott barlangokról. Archaeologiai Közlem. VII. kötet, II. füzet 138—145 l. A barlanglakások első leírója EITELBERGER: Jahrbuch der Central-Commission, I. 1856.





5. ábra.



6. ábra.



dik, a C fülke, mert ennek hátsó benyilójában alighanem kriptá, illetőleg sírhely volt, de ez nem egészen bizonyos, csak a sírgödör szerű mélyedésből lehetne erre következtetni. A barlangüregek külső képe igazán hasonlít valami egyszerűbb, indiai barlangtemplomhoz, vagy barlanglakásokhoz. De ne felejtjük, hogy ezek rendszeresen kemény bazaltba, vagy egyéb kemény kőzetbe vannak belefáradva, tehát jól megtartották formáikat. A tihanyi bazalttufa azonban könnyen pusztul, 900 év alatt, a viharos szélnek kitéve, sok elpusztulhatott a szebb részletekből.

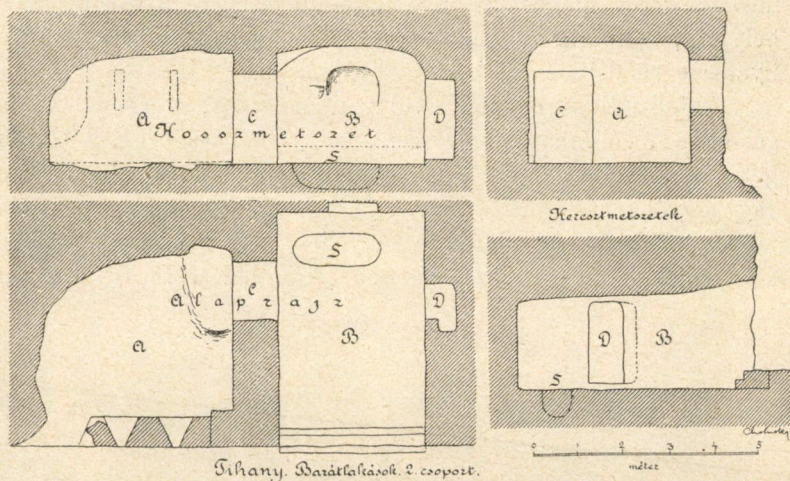
A Barátlakások 2. csoportját szerencsére az omlás talán jobban védelmezte, ennek egymásba nyíló két fülkéje aránylag elég épen megmaradt, de ne felejtjük, hogy az omladékeltető befásítása előtt itt pásztorfiúk legeltettek s éppen ezt az üreget használták fel tűzrakásra. Ennek a kettős üregnek belső üregét terméskőfalazás zárta el a külvilágtól s ezen három lőrés szerű ablak volt, kettő még ma is épen megvan s a barlanglakások egyik legérdekesebb látványa. A kívül keskeny rések befelé szétszélesednek, igazi lőrések, kétségtelenül mutatva, hogy a barátok ellenséges (talán pogány) támadásoktól félték (7. ábra).

A Barátlakások 3. csoportja azért érdekes, mert szerencsére azt nagyon eltemette a törmelék s így elég épen megmaradt a fal s azon ajtó és három kisebb lőrés. A falazás terméskő és még a lőrések oldal- és fedőkövei is csak jól kiválogatott kőlapok (8. ábra).

A 4. csoport valamennyi közt a legnagyobb helyiség lehetett. Ezt tartják a templomnak, mert ennek belső üregében oltárszerű emelvény van. Ebben az esetben az ajtókkal és két egyenlőtlen nagyságú ablakkal ellátott, vékony fal lehetett az ikonosztázion, mert ne felejtjük el, hogy a Barátlakások a Szent Miklósról nevezett perjelség volt s a lakások összefoglaló neve Oroszkó, tehát bizonyára görög-keleti barátok lehettek.<sup>1</sup> Valószínűvé teszi ezt az is, hogy ekkor már a tihanyi apátság létezett s bizonyára nem telepedett volna ide római katolikus perjelség, ha már benedekrendi apátság van.

Ennek a templomszerű helyiségnek előcsarnoka 8·3 m hosszú

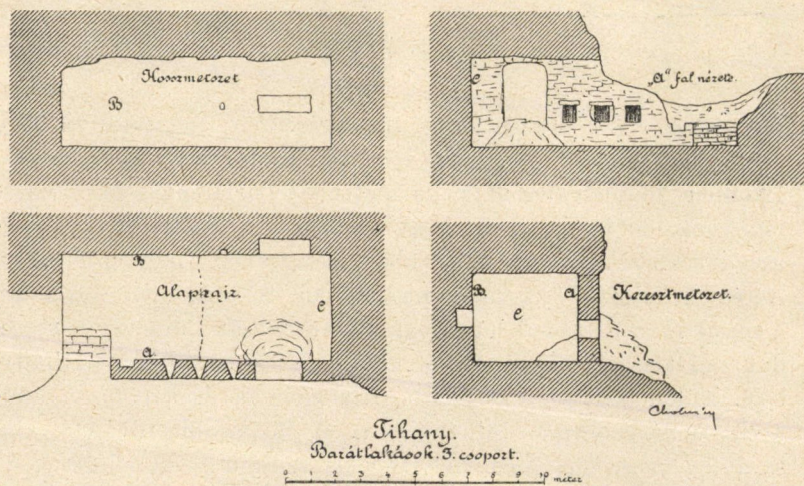
<sup>1</sup> L. RÓMER FLORIS id. h.



Tihany. Bazaltlakások 2. csoport.

7. ábra.

és 5,3 m széles. Kívül el volt falazva, de a fal hiányzik, a mennyezet nagy része is beomlott, sőt még ma is omladozik, veszélyes a benne való tartózkodás. Mintha a nagy csarnok nyugati oldalán, emeltebb helyen tán az énekkar kórusa volt volna,



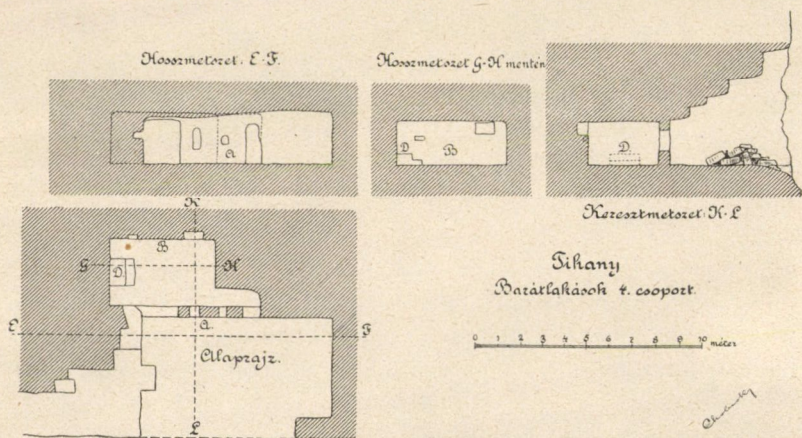
Tihany.  
Bazaltlakások 3. csoport.

8. ábra.



mindenesetre magasabb nivójú, belül szépen kivakolt, nagy helyiség, mert bár legnagyobb része beomlott, de maradványai ilyenféle rendeltetésről beszélnek (9. ábra).

A felsorolt üregeken kívül van még egy, elérhetetlen magasságban. Jól láthatóan egyszerű, négyszögletes üreg. A barlangok lakott volta idején sem lehetett ide a sziklák párkányain, vagy egyébként feljutni, mert akkor sem lehetett más a sziklafal képe. Ezt kétségtelenül bizonyítja, hogy a felső üreg körül a sziklafal deflációs formái teljesen érintetlenek. De így is kellett



9. ábra.

lennie. A felső barlangüreg mentsvár. Ide menekültek nagy veszedelem idején, mégpedig létrával s aztán a létrát felhúzták. Ilyenféle menedékbarlangokat buddhista barlanglakások közt is ismerünk, de igen jól értelmezi néhány Krim-félszigeti görögkeleti kolostor, szintén sziklákba vésett barlangokba elhelyezve. Az egyik kolostor Inkerman mellett van, Szevasztopoltól keletre, a másik még tovább keletre Bahcsiszár mellett. Mindegyik meredek sziklafalban van, a törmeléklejtő felső szélénél, mint Tihanyban. Különösen az inkermani barlang-cellák és kápolnák rendkívül emlékeztetnek a tihanyiakra. A magasabb nivójú, valószínűleg mentsvárjellegű helyiségeket szintén megtaláljuk.

Nagyon emlékeztetnek a tihanyiakra az indiai adzsantai

(ajuntai) barlangkolostorok és templomok a buddhista időkől. Csakhogy ezek művészi kőfaragványokkal ékesek. A Krimieken ilyenek nincsenek.

Mindezekből kétségtelenül látható, hogy igen nagybecsű történelmi emlékeink vannak Tihanyban. Ezeket okvetetlenül a műemlékek közé kell sorozni s a pusztulástól minden módon megvédelmezni. S ha biztosítottuk a barlangok fennmaradását és érintetlen megtartását, akkor hozzáláthatunk a törmeléklejtő további átvizsgálásához. Addig ne nyúljunk hozzá, hanem ha mi nem tudjuk megőrizni őket, hagyjuk egy műveltebb generációra, amelyik talán jobban megbecsüli amúgyis szegényes emlékeinket. Nagyon jó itt EITELBERGER szavait idéznem, mert már ő, a bécsi, osztrák régészprofesszor fölháborodott azon az elhagyatottságon és gondozatlanságon, amit itt talált.

EITELBERGER idézett munkájában, RÓMER fordítása szerint így hangzik:

«Hajdanta ezen mesterségesen tágított üregekből több volt; de ezek jelenleg azon szerföltti gondatlanságnál fogva, melyet majdnem egész Magyarországon a műemlékek irányában tapasztalunk, már bedültek. Azon keveset, mely még épségben van, ugyanazon sors fenyegeti, mások még meglehetősen állapotban vannak.» . . . «A tihanyi szikla-imolák kies fekvésűek. Naponkint az első napsugár őket világítja, körülöttük csöndesség van és szent nyugalom» . . . «Kell, hogy itt gazdagabb élet és jellemiesb mozgékonyosság mutatkozzék és azon műveltség fog e partokon emelkedni, mely egy királynak tiszteletreméltó sirját, az ájtatos papok kolostorát és a csendes sziklamagányt nagyobb áhítattal fogja tekinteni és őrizni, mint a jelen idő.» ;

Itt csak azt kell megjegyeznünk, hogy beomlással aligha pusztultak el üregek, ilyennek nyomát nem látni. De hogy egyesekek el vannak temetve, az lehetséges.

## TIHANY.

Von J. v. CHOLNOKY.

Die Halbinsel Tihany am Balaton-See ist sowohl aus geomorphologischem, als auch naturhistorischem und archaeologischem Gesichtspunkte ein höchst interessantes Gebiet. Die Halbinsel ist aus pannonischen Ton- und Sand-Schichten aufgebaut, welche ganz ungestört horizontal liegen und mit dicken Basalttuff-Schichten bedeckt sind. Die Basalttuffe sind harte Konglomerate, welche mit weicheren, tonigen Schichten abwechseln und mit ganz harten Geysiriten überlagert sind. Diese Schutzdecke verhinderte, dass die pannonischen Schichten ebenso abgetragen wurden, wie sie in dem ganzen Gebiete des Balaton-Sees und in noch viel grösserem Masse am Kleinen-Alföld (Tiefebene), meistens vom herrschenden NW Winde weggefegt worden sind, und zwar in der pliozänen Wüstenperiode, welche die Ausbrüche der echten Basalten folgte. Auf der Halbinsel Tihany findet man auffallende Merkmale der Deflation. Der sogenannte Innere- und Äussere-See, zwei ursprünglich abflusslose Vertiefungen auf der Halbinsel müssen als durch Deflation ausgekolkte Hohlformen betrachtet werden. Die wunderschönen Spuren der Windwirkung an den Basalttuff-Schichten gehören zu den schönsten diesbezüglichen Erscheinungen.

In die Basalttuff-Schichten eingeschnitten findet man verlassene Höhlen-Wohnungen, welche in dem 11. und 12. Jahrhundert griechisch-orthodoxen Mönchen als Zellen dienten, die dem nach St.-Nikolaus genannten Priorat gehörten und von der römisch-katholischen Benediktiner-Abtei daselbst unabhängig waren. Sie waren wahrscheinlich nur bis zur Mongolen-Katastrophe bewohnt.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Dezember 1930.)



## A KISCELLI AGYAG MÁLLÁSA.

VENDL ALADÁR 1. tagtól.

Régóta ismeretes, hogy a kékesszürkeszinű agyagok a levegő és nedvesség hatására sárgaszínűek lesznek. E sárgulást *oxidáció* idézi elő, melyről eddig nagy általánosságban csak annyit tudtunk, hogy a ferrovegyületeket többé-kevésbé ferrivegyületekké oxidálja és evvel a sárga színt idézi elő. Arról azonban úgyszólván semmi határozott részletet sem tudtunk, hogy ez oxidációs folyamatok folytán minő átalakulások mennek végbe az agyagokban. Ilyen irányú részletvizsgálatok eddig még hiányoztak.

E dolgozat célja: összefoglalni azokat a sajátságokat, melyekben az eredeti és a megsárgult kiscelli agyag és alkotó ásványai egymástól különböznek s a különbségek alapján megállapítani ez oxidációs mállási folyamatok lényegét. A vizsgálatokat a Budai-hegység keleti tövében jól feltárt, középső oligocénnek tekintett kiscelli agyagon végeztem.

A budai kiscelli agyag aránylag csak kevés, 0,002 mm-nél kisebb átmérőjű, kolloidnak tekinthető részt tartalmaz; általában többé-kevésbé homokos. Helyenként különösen sok benne a homok. Éppen ezért nagyon alkalmas arra, hogy nemcsak kémiai módszerekkel, hanem mikroszkópos úton is tanulmányozzuk. Néhol önálló homokrétegek, vagy homokkőpadok is előfordulnak az agyagban, melyekre szintén kiterjesztettem vizsgálataimat. A kiscelli agyag és a benne levő homokok s homokkövek mélyebb részletei, melyek a levegővel nem érintkeznek, bányanedvesen kékek vagy kékesszürkék, szárazon világosabb szürkék. A levegővel hosszabb időn át érintkező részeik ellenben sárgák vagy vöröses sárgák.

A Budai-hegység keleti tövének különböző részeiről származó kékesszürke kiscelli agyagokban a szokott közettani módszerekkel a következő ásványok ismerhetők fel:

*Kvarc*, melynek szemcséi a legtöbbször színtelenek; ezen

kívül azonban igen különböző színű kvarcfajták is gyakoriak. A szintelen kvarcok gyakori folyadékzárvényaiban sokszor mozgó libella fordul elő ( $CO_2$ ). *Földpátok*, mégpedig elég sok *plagioklász*, főleg az oligoklász — andezin — sorból, néha labrador is, elég sok *mikroclin*, kevesebb *ortoklász*. A földpátok általában üdék. Több-kevesebb *mész-kőtörmelék*, *kalcit*, *dolomit* mindig jellemző.

A *gipsz* egy része jól kifejlett kristályokban, más része hasadási lemezekben fordul elő. Az *amfibol* legnagyobb része zöld, kisebb része barnaszínű. A *magnetit* is általában elég gyakori.

A *muszkovit* teljesen üde lemezekben elég nagy számban fordul elő. A *biotit* üde, ép lemezkéinek egy része barna, más része zöldesbarnaszínű. A *klorit* is elég gyakori üde lemezek alakjában. A *glaukonitszemecskék* vagy sötétzöldek vagy világosabb zöldszínűek; mennyiségük változó: helyenként elég nagy mennyiségben, máshol csak igen alárendelten fordulnak elő. Egyes területeken a glaukonit teljesen hiányzik.

A kiscelli agyag fontos ásványa a mállás szempontjából a *pirit*. Szemecskéinek legnagyobb része xenomorf, szabálytalan alakú; néha vese-, fűrtalakú. A legkisebb szemek igen gyakran idiomorfok s vagy pentagondodekaederes, vagy sokszor oktaederes habitusúak. A nagyobb pirit szemek gyakran szabálytalan alakúak, néha megnyúltak, sokszor a felületükön szemölesszerű kidudoródások látszanak, néha szabálytalanul elágazók. Ezek a nagyobb szemek igen sokszor nemcsak piritből állanak, hanem igen apró homokszemekből is. És ez esetben az apró pirit- és homokszemecskék szorosan összefüggő tömeget alkotnak. A homokszemek kvarcból állanak, s felszínük limonittól vörös-barnaszínű, a köztük levő pirit szemecskék ellenben mindig üdék, fénylők. Ezek szerint egyes pirit szemecskék teljesen oxidálódtak s a képződött limonit a pirit- és kvarc szemeket csomókká ragasztotta össze. E csomók néha 0·5 cm, sőt 1 cm átmérőjű nagyságot is elérnek.

Az összes pirit szemek üde, élénken fémfényű felületűek. Az apró pirit szemecskék festik az agyagot kékesszürkeszínűre.

A pirit mennyisége az agyagban változó, amint ez alább a kémiai elemzések S-tartalmából is kitűnik.

A *gránátok* egy része világos rózsaszínű, másik része barnás rózsaszínű. A *zirkon* is gyakori szintelen- és halvány rózsaszínű

szemekben. A *rutil* szemecskéi világosabb és sötétebb árnyalatúak. A *turmalínszemecskék* is többfélék. A *disztén* szintelen szemekben fordul elő. Kevés *sztaurolit* is felismerhető.

Az *apatit* szemecskéi szintelenek. Az aránylag kevés *limonit* vörösbarna csomócskák alakjában fordul elő, melyek érdes felületűek. Vagy többé-kevésbé gömbalakúak vagy hosszúkásak, vagy szabálytalanul elágazók.

*Kalcedon*, *epidot*, *augit* és igen ritkán *titanit* és *korund*-varietások is előfordulnak.

A mikroszkóppal még felismerhető legkisebb részecskék főként *muszkovitból* (szericitből) és *kalcitból* állanak. A kalcit mennyisége igen különböző a különböző helyen levő agyagokban. A legkisebb kalcitszemek, melyek mikroszkóppal még meghatározhatók, gyakran gömbölydedek, vagy ellipszoidhoz hasonlók; keresztezett nicolok közt sokszor a BERTRAND-féle keresztet mutatják.

A kolloidok híg sósavban oldhatatlan maradékának egy része valószínűleg az allophan valamely nehezebben oldódó varietásának csoportjába tartozik.

Jellemző, hogy a kék agyagban levő foraminiferák gyakran *pirittel* kitöltöttek.

A *sárga* kiscelli agyag mindig a kék agyag fölött, a felszínen, kis mélységig fordul elő, tehát csak néhány méter vastagságban. Lényegében ez az agyag is ugyanazokból az ásványokból áll, mint a kék; de azért a kétféle agyag közt mégis igen lényeges különbségek vannak. Ezek a fontos különbségek a következők:

A sárga agyag ásványszemcséinek kisebb-nagyobb részét barnássárga *limonitkéreg* burkolja be. Ennek következtében a könnyebb ásványok sűrűsége nagyobb, mint a valóságban. Ezek a limonitkéreggek gyakran igen sok kalciumkarbonátot tartalmaznak. Ha e limonitkéregket szobahőmérsékleten híg sósavval kezeljük, a kalciumkarbonát legnagyobb része kioldódik belőlük. A visszamaradó s már csak kevés kalciumkarbonátot magukba záró limonitesomócskák felülete érdes, gyakran erősen lyukacsos.

Nemcsak bevonatok alakjában, hanem önálló szemecskékben is a *limonit sokkal nagyobb mennyiségben fordul elő a sárga agyagban, mint a kékben*. A limonitszemcsék néha izometri-

kusak, többnyire azonban pálcikaalakúak, vagy ágszerűen, esetleg csillagszerűen vagy egészen szabálytalanul elágazók.

Ezek a formák általában ugyanazok, mint a kék agyagokban levő piritek alakja. Néha az apróbb limonitszemek oktaederes vagy pentagondodekaederes pszeuromorfózák. A limonitszemek az eredetileg jelenvolt piritekből képződtek oxidáció folytán. Rendszerint azonban nem mindegyik piritszem alakult át limonittá, hanem kevés, egészen üde, fénylő piritszem teljesen változatlanul megmaradt a sárga agyagban. Némely piriten a limonitosodás kezdete látszik. E piritek külseje limonitosodott, belsejük ellenben még teljesen változatlan.

Jellemző, hogy a foraminiferák héjaiban nem pirit, hanem limonit fordul elő.

A *biotitlemezek* legnagyobb része erősen elbomlott. Az eredeti sötétebb színük erősen kifakult, azaz a biotitok nagy része *baueritosodott*. E biotitok pleochroizmusra rendesen gyenge, kettőtörésük is gyengébb a normálnál. Némely biotit egészen szintelenné kifakult. Néhány biotitlemez a hasadás szerint többé-kevésbé fellevezett. Gyakran a hasadási síkok mentén limonitszemcsék fordulnak elő a baueritosodott biotitokban. A nagyon világosszínűvé kifakult, csaknem teljesen szintelen lemezek néha nem egyenletesen, hanem foltosan oltanak ki. Néhány biotit többé-kevésbé kloritosodott.

A kloritok egy része szintén igen erősen kifakult s gyakran limonitszemcséket tartalmaz a hasadási síkok mentén. Némely klorit foltosan olt ki, mint a szemcsés aggregátumok. Ezt a jelenséget a klorit nagyfokú átalakulása idézte elő, ami a limonit képződésén kívül esetleg a kovsav kisebb-nagyobb mértékben való kiválását is előidézte. A kifakult biotitok foltos kioltását is ugyanaz az ok idézte elő.

A *glaukonit* szemcséinek egy részén szintén kisebb-nagyobb mértékű átalakulás nyoma látszik. Nevezetesen sok glaukonitszem külső része vagy egészen sárga, vagy legalább helyenként sárga foltokkal tarkázott. Sok glaukonitszem szabálytalanul elhelyezett limonitszemcséket tartalmaz. A limonitszemcsék mennyisége igen különböző: némelyik szemben igen kevés, másokban igen sok.

A földpátok szemcséinek felszíne gyakran feltűnően érdes,

ami bizonyosfokú oldódás eredménye folytán állt elő a mállás folytán képződött kénsav hatására, miként később még részletebben látni fogjuk.

Némely *amfibolszemen* oly nagyfokú átalakulás látszik, hogy alig lehet az eredeti amfibolt felismerni. Ezek az amfibolszemcsék barnássárgák, erősen limonitosodottak, néha kissé rostos szerkezetűek a főtengely irányában. Pleochroizmusuk igen gyengé:  $\gamma$  = világosbarna,  $\alpha'$  = világossárga színben. A hasadási lapokon a kioltás értéke  $7^\circ$ — $12^\circ$ ; gyakran azonban a kioltás nem egységes, hanem foltos, azaz a szem aggregátumként viselkedik.

A kiscelli agyagban levő homokkőpadok tömbjeinek belső része szürkés-kék, a külső, *levegővel érintkező része ellenben sárga* vagy sárgásbarna. A kékszürke homokkő kötőanyaga kalcit; a sárga rész kötőanyaga is kalcit, ritkán barit.

A homokkövet alkotó ásványok ugyanazok, mint amelyek az agyagban előfordulnak. A szürkés-kék homokkő színét a pirit szemcsékéi okozzák.

A sárga homokkőben nincs pirit, hanem helyette sok *limonit* fordul elő benne. A limonitszemek némelyike látszólag igen nagy (1—2 mm átmérőjű); ezeknek a nagyobb gömbölyded, vagy ellipszoidhoz hasonló limonitszemeknek a belseje rendszeren nagyobb kvarcsemecke, melyet a limonit kéregként burkol be. A kisebb limonitszemcsék csupán limonitból állanak s szabálytalan alakúak. Néhány szemcsén még az egykori pirit oktaederes habitusa is felismerhető. A foraminiferák héjai a sárga homokkőben limonitot tartalmaznak pirit helyett.

A *biotit*, *klorit*, *amfibol* s a *földpátok* a sárga homokkőben ugyanolyan módon elváltozottak, mint a sárga kiscelli agyagokban.

A sárga homokkő *kötőanyaga* legnagyobb részben *kalcit*. Ez a kalcit azonban *limonitot tartalmaz*. A limonit eloszlása nagyon különböző. Igen gyakran a limonit a kalcitegyéneket körülveszi, azaz a rhomboederes habitusú kalcitkristály kifelé limonitban folytatódik.

Néha a kalcitkötőanyag a homokszemek közt volt hosszúkás hézagot tölt ki. Ilyenkor az egykori hézag középső részében limonitszemcsék helyezkednek el. A limonitszemcsék közt kalcit



fordul elő. Ezt a középső, túlnyomórészt limonitból álló részt kalcit veszi körül, s egyúttal az egész hézagot kitölti. Ez a külső kalcit *rostos kifejlődésű*. A rostok tengelye nagyjában merőleges a hézag falára, s egyúttal a kalcit főtengegyével esik össze. A rostos kalcitban gyakran apró zömök, pálcikaalakú limonit-szemecskék ülnek olymódon, hogy hosszanti irányuk a hézag falára merőleges, azaz párhuzamos a kalcitrostok optikai tengelyével.

Néha a kötőanyag középső részlete a homokszemek közti eredeti hézagban xenomorf, optikailag egységes gömb- vagy ellipszoidalakú kalcit. Némelykor a hosszúkás, optikailag egységes xenomorf kalcit kis beszűkülések folytán olvasóhoz hasonló alakú. A középső kalcit gyakran a  $-\frac{1}{2}R$  szerint ikerlemezes. Ezt a középben levő kalcitot *rostos kalcit* veszi körül. A középben levő kalcit s a körülvevő rostos kalcit érintkezési felületén többnyire apró limonit-szemecskék ülnek. Ha a középső kalcit gömbalakú, akkor természetesen a körülvevő kalcit rostjai sugaras elhelyezkedésűek.

A sárga homokkő többi ásványa ugyanolyan, mint a szürke homokkő és a kékesszürke agyag ásványai.

A mikroszkópos tanulmányokból világosan kitűnik, hogy a kékesszürke agyag s a szürke homokkő ásványai a mállás folyamán *ugyanazokon az elváltozásokon* mennek át.

A mállás lényege: *a pirit oxidációja*. Az oxidáció folytán képződő vegyületek az agyag és homokkő *némely ásványát* is átalakítják.

A pirit oxidációja a mikroszkópos megfigyelések alapján lényegében a következő átalakulásokat okozza. Az oxidáció folytán a pirit vastartalma végeredményben *limonittá* alakul, mely szemcsék alakjában válik ki. A képződött kénsav az agyagban levő kalciumkarbonátra, illetőleg a homokkő kalcitkötőanyagára hat s kalciumszulfáttá alakítja azt át. A kalciumszulfát mennyisége azonban nem nagy, mert a pirit mennyisége is mérsékelt a kék agyagban és a kék homokkőben egyaránt.

A kalciumszulfát legnagyobb része az agyagban gipsz alakjában kikristályosodik, mert az agyagban levő kevés víz nem elég ahhoz, hogy a kalciumszulfát egész mennyiségét oldatban tartsa. A homokkőben az oxidáció természetesen csak a kőzet

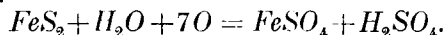
hasadékaik mentén s a kőzet felszínén mehet végbe. A hasadékokban a lefelé szívargó víz a képződött kevés kalciumszulfátot a hasadék mentén levő oxidálódott részekből kioldja teljesen, mert felülről újabb vízmennyiségek szívárognak lefelé. A víz ily módon a kalciumszulfátot — oldottan — a homokkő alatt levő agyagig viszi. Itt a víz egy részét az agyag magába veszi fel, más része az agyag felszínén és a homokosabb részeiben a rétegek dőlése irányában tovább szívargó. Az oldott kalciumszulfát egy része a homokkő alatt az agyagban gipszkristályok alakjában kiválik.

A feloldódott kalcit helyett az újonnan képződött ferrihidroxid limonit alakjában válik ki. Ezt a folyamatot igen jól látni a homokkő idiomorf romboederes kalcit-kötőanyagán; a kalcitkristályok középső része változatlan, külső része ellenben limonitból áll. Néha az egész kalcitkristály helyét élesen idiomorf, romboederes habitusú limonitpszeudomorfoza foglalja el.

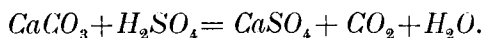
Az átalakulás avval kezdődik, hogy a piritsemecskék eredeti fénye eltűnik s színe megbarnul.

A pirit átalakulásakor limonittá, a vas összes mennyisége ferrihidroxiddá alakul és a belőle képződött limonit térfogata közelítőleg ugyanakkora, mint az eredeti pirité volt.

Ez átalakulások sematikusan a következő egyenletekkel fejezhetők ki:

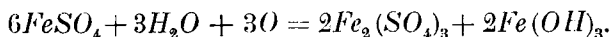


A képződött kénsav a kalcitra hat:



A keletkezett  $CaSO_4$  egy része oldódik, másik része gipsz alakjában kikristályosodik.

A ferroszulfát tovább oxidálódik:



A képződő ferrihidroxid kezdetben sol-alakban oldatban van, koagulálás, zsugorodás s részleges vízvesztés folytán lassan limonittá alakul át.

A dolomitra a képződött kénsav lényegében ugyanily módon hat; ekkor azonban a kalciumszulfát mellett magnéziumszulfát is képződik, amely a kőzetben levő talajvizben oldódik. A kis-

celli agyag felső részeiben levő vízben a magnéziumszulfát kisebb-nagyobb mennyisége mindig kimutatható.

Ha nincs elég karbonát az oxidálódó pirit közelében, akkor a képződő kénsav fölöslege részben a szilikátokra hat, részben az oxidáció folytán átmenetileg képződött ferroszulfát további oxidálódására használandó fel.

A kénsav hatása igen erősen látszik némely biotiton. Az ily biotitok kifakultak, világosabb sárgaszínűek vagy esetleg csaknem teljesen fehérek. Kettőtörésük gyengült. Ezek gyakran a hasadási lappal párhuzamosan felleveleztek. Néha e kifakult lemezek kisebb-nagyobb limonitzemeséket tartalmaznak, melyek a bázislappal párhuzamosan a hasadási síkok mentén helyezkednek el. Ez a kifakulás lényegében a *baueritosodás* révén áll elő.

A biotit tiszta vízben igen kissé *hidrolitosan bomlik*, ami kitűnik abból is, hogy finomra őrölt biotitpor megnedvesítve alkalikus reakciójú. Ez a folyamat azonban nem vezet baueritosodáshoz. A szénsavtartalmú víz hatása azonban már sokkal erősebb. RINNE<sup>1</sup> és DREIBRODT<sup>2</sup> vizsgálatai szerint a biotit szén-savas víz hatására már három hónap alatt erősen kifakul. A híg kénsav azonban már 20 fok körüli hőmérsékleten néhány nap alatt teljesen megfehériti a biotitot. Az átalakulások lényege, hogy a vas és az alkáliák teljesen kioldódnak, az aluminium igen kis mennyisége s a magnézium nagy része szintén eltávozik; ennek megfelelően a kóvasav mennyisége viszonylag nagy mértékben megnagyobbodik.

A mikroszkópos megfigyelések szerint ugyanez a folyamat megy végbe a kiscelli agyagban is. Az oldatba jutott alkáliák szulfátok alakjában oldottan maradnak az agyagban levő vízben, a magnéziumszulfát is oldva marad. A képződött vasszulfát azonban tovább oxidálódik, s a vas ferrihidroxid, illetőleg limonit alakjában kiválik. A képződött ferroszulfát többnyire még magában a biotitban a hasadási síkok mentén annyira oxidálódik,

---

<sup>1</sup> RINNE F.: Baueritisierung, ein kristallographische Abbau dunkler Glimmer. Berichte d. math.-phys. Klasse d. Ges. d. Wissenschaften. Leipzig, 63, 1911, p. 441—445.

<sup>2</sup> DREIBRODT O.: Beitrag zur Kenntnis der Baueritisierung. Leipzig, 1912.

hogy az oxidáció folytán előállt limonit kisebb-nagyobb szemcsék alakjában már a biotitban kiválik.

A biotitok e kifakulásának mértéke igen különböző. Egyes biotitok nagy mértékben kifakultak a sárga agyagokban, mások kisebb mértékben, vagy egyáltalán nem. E nagy különbségek oka abban rejlik, hogy némelyik biotithoz az elbontáshoz szükséges elegendő kénsav jutott, másikhoz pedig nem.

A kloritoknak e kifakulása is teljesen hasonló módon megy végbe, csak hogy itt az alkáliák sokkal kisebb szerepűek.

A kénsav a földpátokra, főként a plagioklászokra is igen erősen hat.

A földpátok igen kis mértékben már hidrolízis folytán is bomlanak. Szénsavas víz hatása sokkal erősebb, s ekkor a földpátokból főként az alkáliák és a kalcium kerülnek oldatba.

Ezeknél sokkal erősebb a kénsav hatása. SULLIVAN<sup>1</sup> és SPLICHAL<sup>2</sup> vizsgálataiból ismeretes, hogy a kénsav a földpátokat erősen elbontja. SPLICHAL vizsgálatai kimutatták, hogy az ortoklászából a kénsav nemcsak alkáliákat old ki, hanem a kalciumból, aluminiumból és kovasavból is tekintélyes mennyiségeket felold. SULLIVAN vizsgálatai is nagyjában ugyanerre az eredményre vezettek. SPLICHAL vizsgálataiból az is ismeretes, hogy erős savak (sósav) a plagioklászokat is hasonló módon bontják el. TARASSENKO<sup>3</sup> kísérletei már előbb is lényegében ugyanezt az eredményt mutatták ki.

A kiscelli agyagban — főként a sárgában — levő földpátokon gyakran igen jól látni az oldódás nyomait a szemcsék felületén. A kénsav hatása folytán a plagioklászok nátriumtartalmából nátriumszulfát képződik, mely a kiscelli agyagban levő vízben mindig előfordul kisebb-nagyobb mennyiségben s gyakran a felszínen a magnéziumszulfáttal együtt kivirágzik (Óludai téglagyárak agyaggödrei).

<sup>1</sup> SULLIVAN E. C.: The interaction between Min. and Water Sol. U. S. G. S. Bulletin, vol. 312, p. 50.

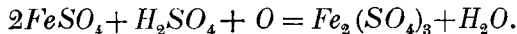
<sup>2</sup> SPLICHAL I.: Über die Zersetzung und Isomorphie der Feldspate. Bulletin int. de l'Académie des sciences de Bohème, 1923. p. 1—23.

<sup>3</sup> TARASSENKO W.: Materialien zur Beurteilung der chemischen Zusammensetzung der Kalknatron-Plagioklase (Ref.: Worobieff). Zeitschrift für Krystallographie, 36. kötet, 1902, p. 182—189.

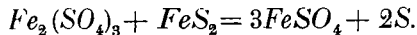
Erős elváltozás látszik a sárga kiscelli agyagban némely *glaukoniton* is. Ismeretes, hogy a glaukonitot erős anorganikus savak erősen megtámadják s kellő hosszú idő alatt teljesen elbontják. E közben a glaukonit kálium- és vastartalma kioldódik s visszamarad szilíciumdioxidgél. Kénsav esetében a bomlás folytán káliumszulfát és ferroszulfát áll elő. A ferroszulfát azonban még magában a glaukonitszemben, illetőleg a helyette visszamaradó gélben oxidálódik *limonittá*. A képződött limonit okozza, hogy némely glaukonitszemben több-kevesebb limonitszemcsét találunk, míg maga a glaukonit erősen kifakult. A kénsavnak ez a hatása mesterségesen is előállítható glaukonitszemecskéken.

A sárga agyagokban némely amfibolszem is erősen átalakult, — mint már fentebb is említettem — bizonyosan főleg a kénsav hatására. Ezek a szemek barnássárgák, erősen limonitosodottak s gyakran a főtengely szerint kissé rostosak. Pleochroizmusuk elég gyenge:  $\gamma =$  világosbarna,  $\alpha' =$  világossárga. Kioltásuk a haladási lemezeken  $7^\circ - 12^\circ$ . Gyakran nem egyenletesen, hanem foltosan oltanak ki. E foltos kioltás oka bizonyosfokú szemcsés aggregátumos szerkezet képződésében keresendő. Valószínű, hogy e szemcsékben a többé-kevésbé tökéletes elbomlás folytán képződött kovasavgéll is előfordul.

Amint már fentebb említettem, a kénsav egy része a ferroszulfát oxidációjára is felhasználódhatik lényegében a következő egyenlet értelmében:

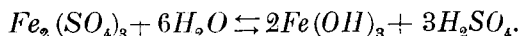


A ferriszulfát a fémszulfidokra általában oxidálólag hat. Ha tehát esetleg még nem oxidálódott pirit van a képződött ferriszulfát közelében, akkor ez a pirit a ferriszulfát hatására oxidálódik:



A képződő kén mindjárt in statu nascendi oxidálódik kéndioxiddá, kénessavvá s végül kénsavvá. Viszont a képződött ferroszulfát tovább oxidálódik ferriszulfáttá és ferrihidroxiddá.

Ha nincs már több pirit jelen, akkor a ferriszulfát hidrolízis révén ferriszulfáttá és kénsavvá alakul át:

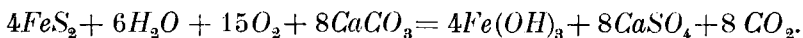




Az utolsó átalakuláskor tehát egyensúlyi helyzet áll elő. Ha azonban a kénsav a rendszerből eltávozhat, akkor az átalakulás természetesen a felső nyíl irányában megy végbe és a ferriszulfátban levő összes vas ferrihidroxiddá alakul át.

Mivel a kiscelli agyag mindig elég sok karbonátot (főleg kalciumkarbonátot) tartalmaz, a képződő kénsav mind elhasználdik a karbonátok s egyes szilikátok elbontására. Az oxidáció végső eredményeül tehát az összes *pirit vastartalmából limonit képződik*.

Elég sok karbonát jelenlétében, — ha szilikátok nem volnának az átalakuló pirit közelében — az oxidáció lényege, a közbeeső állapotok elhagyásával, egyszerűen a következő egyenlettel volna kifejezhető:



A valóságban azonban a közbeeső folyamatok révén képződő kénsav — amint láttuk — a szilikátokra is hat, tehát csak a kénsav egy része — a nagyobb része — használódik fel a karbonátok elbontására.

E megfigyelésekből és megfontolásokból tehát kitűnik, *hogy a kékesszürke és a sárga kiscelli agyag, valamint az agyagban lévő kékesszürke homokkő és sárga homokkő közt lévő különbséget lényegében a pirit idézi elő. A kékesszürke agyag és homokkő színét az apró pirit szemcsék okozzák. A kiscelli agyagnak s a benne levő homokköveknek levegővel érintkező felső részei néhány méter vastagságban oxidálódnak. Az oxidáció lényegében abban nyilvánul meg, hogy a pirit limonittá alakul át. A limonit az agyagot is, meg a homokkövet is sárgára festi meg. A limonitképződés folyamata közben, azaz az oxidáció folyamataként egyes szilikátok: biotit, klorit, földpátok — kisebb mértékben valószínűleg még mások is — többé-kevésbé elbomlanak.*

E megfigyeléseket a kémiai elemzések teljesen megerősítik. Dr. TAKÁTS TIBOR tanársegédem, irányításom mellett kék és sárga agyagokat elemzett meg. Az elemzések lényegében WASHINGTON módszere alapján készültek. Az elemzésre felhasznált agyagok szobahőmérsékleten szárított állapotban kerültek elemzésre és

a nélkül, hogy a bennük levő vízben oldódó szulfátokat előzetesen kioldottuk volna. A titán és a mangán mennyiségét koloriméteres módszer határozta meg. A kén összes mennyiségének megállapítása nátriumkarbonát s kevés nátriumnitrát keverésével való feltárással történt. A szulfáttartalom meghatározására vizes kivonat szolgált, mert az agyagban levő nátriumszulfát, magnéziumszulfát s kevés kalciumszulfát bőséges mennyiségű vízben könnyen kioldódik.

Az elemzések eredményei a következők:

I. Kék agyag<sup>1</sup> 8 m mélységből, Örsöd (Saxlehner-féle telepről).

		A megfelelő paraméterek:	
		OSANN szerint:	NIGGLI szerint:
<i>SiO<sub>2</sub></i>	49.95%	<i>s</i> = 64.79	<i>si</i> = 181.9
<i>TiO<sub>2</sub></i>	0.78	<i>A</i> = 3.17	<i>al</i> = 27.27
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	12.73	<i>C</i> = 6.43	<i>fm</i> = 28.72
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	3.45	<i>F</i> = 16.01	<i>c</i> = 35.01
<i>FeO</i>	0.89	<i>T</i> = —	<i>alk</i> = 9.00
<i>MnO</i>	0.08	<i>n</i> = 5.21	<i>k</i> = 0.48
<i>CaO</i>	8.97	<i>sor</i> = $\gamma$	<i>mg</i> = 0.57
<i>MgO</i>	2.99	<i>k</i> = 1.35	<i>qz</i> = 45.90
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	1.33	<i>a</i> = 3.71	<i>p</i> = 0.28
<i>K<sub>2</sub>O</i>	1.85	<i>c</i> = 7.53	<i>ti</i> = 2.12
<i>H<sub>2</sub>O</i> <sub>+</sub>	6.10	<i>f</i> = 18.76	<i>co<sub>2</sub></i> = 38.24
<i>H<sub>2</sub>O</i> <sub>-</sub>	1.88		<i>so<sub>3</sub></i> = 1.77
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	0.19		<i>s</i> = 1.09
<i>CO<sub>2</sub></i>	7.70		<i>c/fm</i> = 1.22
<i>SO<sub>3</sub></i>	0.65		metszet = VI
<i>S</i>	0.16		
összesen:	99.70%		

$$ki = 6.77; ba = 1.61^2$$

<sup>1</sup> A «kék» agyagok nyirkosan kék vagy kékeszürkeszínűek, szárazon szürkék.

<sup>2</sup> HARRASSOWITZ H.: Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. Geologische Rundschau, XVII a.; Steinmann-Festschrift, 1926, p. 129.

II. Sárga agyag két méter mélységből, Örsöd (Saxlehner-féle telep).

		A megfelelő paraméterek:	
		OSANN szerint:	NIGGLI szerint:
$SiO_2$	43.38%	$s = 57.41$	$si = 133.4$
$TiO_2$	0.60	$A = 2.94$	$al = 24.27$
$Al_2O_3$	13.41	$C = 7.40$	$fm = 26.22$
$Fe_2O_3$	4.46	$F = 21.91$	$c = 42.61$
$FeO$	0.22	$T = -$	$alk = 6.90$
$MnO$	0.07	$n = 5.58$	$k = 0.44$
$CaO$	12.93	$sor = \beta$	$mg = 0.58$
$MgO$	3.29	$k = 1.06$	$qz = 5.80$
$Na_2O$	1.29	$a = 2.74$	$p = 0.15$
$K_2O$	1.56	$c = 6.88$	$ti = 1.38$
$H_2O_+$	6.04	$f = 20.38$	$co_2 = 43.16$
$H_2O_-$	2.05		$so_3 = 1.94$
$P_2O_5$	0.12		$s = 0.52$
$CO_2$	10.29		$c/fm = 1.63$
$SO_3$	0.84		metszet = VII
$S$	0.09		
összesen: 100.64%			

$$ki = 5.50; ba = 2.04.$$

III. Kék agyag a Gellért-fürdő hullámfürdőjének medencéjéből.

		A megfelelő paraméterek:	
		OSANN szerint:	NIGGLI szerint:
$SiO_2$	37.14%	$s = 50.71$	$si = 101.8$
$TiO_2$	0.53	$A = 2.62$	$al = 21.34$
$Al_2O_3$	13.23	$C = 7.89$	$fm = 21.83$
$Fe_2O_3$	3.61	$F = 28.27$	$c = 51.55$
$FeO$	1.13	$T = -$	$alk = 5.28$
$MnO$	0.15	$n = 3.21$	$k = 0.68$
$CaO$	17.55	$sor = \delta$	$mg = 0.53$
$MgO$	2.79	$k = 0.85$	$qz = -19.32$
$Na_2O$	0.64	$a = 2.03$	$p = 0.10$
$K_2O$	2.06	$c = 6.10$	$ti = 1.09$
$H_2O_+$	5.43	$f = 21.87$	$co_2 = 52.90$
$H_2O_-$	0.65		$so_3 = 0.26$
$P_2O_5$	0.08		$s = 2.20$
$CO_2$	14.15		$c/fm = 2.36$
$SO_3$	0.13		metszet = VIII
$S$	0.43		
összesen: 99.70%			

$$ki = 4.77; ba = 2.67.$$

IV. Sárga agyag a Gellért-fürdő hullámfürdőjének medencéjéből.

		A megfelelő paraméter:	
		OSANN szerint:	NIGGLI szerint:
$SiO_2$	42.41%	$s = 55.74$	$si = 124.9$
$TiO_2$	0.50	$A = 2.59$	$al = 26.27$
$Al_2O_3$	15.17	$C = 9.04$	$fm = 23.92$
$Fe_2O_3$	5.23	$F = 21.00$	$c = 43.95$
$FeO$	0.54	$T = -$	$alk = 5.86$
$MnO$	0.14	$n = 2.86$	$k = 0.71$
$CaO$	13.93	$k = 1.02$	$mg = 0.45$
$MgO$	2.42	$a = 2.38$	$qz = 1.46$
$Na_2O$	0.59	$c = 8.31$	$p = 0.07$
$K_2O$	2.23	$f = 19.31$	$ti = 1.10$
$H_2O_+$	6.75		$co_2 = 35.97$
$H_2O_-$	0.63		$so_3 = 0.42$
$P_2O_5$	0.06		$s = 0.99$
$CO_2$	8.96		$c/fm = 1.84$
$SO_3$	0.19		metszet=VII
$S$	0.18		
összesen: 99.93%			

$$ki = 4.75; ba = 1.90.$$

V. Kék agyag, a Bohn-féle téglagyár agyaggödreből:

		A megfelelő paraméterek:	
		OSANN szerint:	NIGGLI szerint:
$SiO_2$	53.22%	$s = 68.70$	$si = 217.2$
$TiO_2$	0.77	$A = 2.95$	$al = 47.13$
$Al_2O_3$	19.64	$C = 11.81$	$fm = 36.51$
$Fe_2O_3$	3.03	$F = 1.78$	$c = 6.91$
$FeO$	3.13	$T = 9.65$	$alk = 9.45$
$MnO$	0.08	$n = 3.39$	$k = 0.66$
$CaO$	1.58	$sor = \delta$	$mg = 0.45$
$MgO$	2.67	$k = 1.59$	$qz = 79.40$
$Na_2O$	0.81	$a = 5.35$	$p = 0.22$
$K_2O$	2.40	$c = 21.42$	$ti = 2.35$
$H_2O_+$	7.17	$f = 3.23$	$co_2 = 9.13$
$H_2O_-$	1.48		$so_3 = 1.49$
$P_2O_5$	0.13		$s = 10.11$
$CO_2$	1.64		$c/fm = 0.19$
$SO_3$	0.49		metszet=II
$S$	1.32		
összesen: 99.56%			

$$ki = 4.61; ba = 0.35.$$

Az elemzések eredményeiből mindenekelőtt kitűnik, hogy a kiscelli agyag mindig nagyon homokos. Ennek folytán az alumíniumoxid-tartalom kicsiny és így következésképpen a *ki* érték is viszonylag kicsiny. A nagy homoktartalomnak megfelelően a szilíciumdioxid mennyisége aránylag nagy, eléri az 53 %-ot is, vagyis a *qz* értéke többnyire pozitív s egészen 79·40-ig emelkedik. Egyes helyeken azonban a kiscelli agyag talán több alumíniumot tartalmaz, amint az LÁSZLÓ EDE egyik elemzéséből kitűnik.<sup>1</sup> Igaz ugyan, hogy LÁSZLÓ 105°-on szárított agyagot elemzett.

Az alkáliák mennyisége is elég nagy (2·70—3·21 %). Ennek megfelelően az OSANN-féle *A* és *a*, meg a NIGGLI-féle *alk* értéke is elég nagy. A káli mennyisége nagyobb a nátronénál. Ez a viszony jól kitűnik az OSANN- és a NIGGLI-féle *k* értékekből: Az OSANN-féle *k* értékek 0·55 és 1·59, a NIGGLI-félék 0·44—0·71 közt ingadoznak.

A káliumnak legnagyobb része a csillámlemezekben fordul elő. Tiszta alumíniumhidroszilikátok valószínűleg csak igen kis mennyiségben fordulnak elő.

Amint az I., II., III., IV. számú elemzésekből látszik, a kék agyagok és a belőlük előállt sárga agyagok alkálitartalma közt nincs lényeges különbség. Ez nem is lehet másként, mert a málláskor az oxidáció folytán képződött szulfátok az agyagban levő vízben feloldottan maradnak, a nehezebben oldódó kalcium-szulfát<sup>1</sup> egy részét kivéve, ami gipsz alakjában kikristályosodik. Az alkáliák tehát lényegében benne maradnak az agyagban, mert a kiscelli agyag általában rossz vízvezető.

A kiscelli agyag kalciumtartalma igen különböző: 1·58—17·55 %. A kalcium a mikroszkópos megfigyelések szerint főként karbonát alakjában fordul elő.

Az összes vas mennyisége a különböző helyről származó kék és sárga agyagokban ingadozó ugyan, de csak szűk határon belül. Ellenben a ferrovás és ferrivas viszonyos mennyisége az ugyanarról a helyről származó kék és sárga agyagban nagyon eltérő; mégpedig a sárga agyagokban az oxidáció folytán sokkal több a ferrivas, mint a megfelelő kék agyagokban. Áttekinthe-

<sup>1</sup> KALECSINSZKY S.: A magyar korona országainak megvizsgált agyagai. Budapest, 1905. A m. kir. Földtani Intézet kiadványa, p. 57.



tőség kedvéért feltüntettem az  $\frac{FeO}{Fe_2O_3} = e$  molekuláris viszonyt a következő összeállításban :

Az agyag lelőhelye és színe :	<i>e</i>
I. Kék agyag nyolc m mélységből. Örsöd _ _ _ _ _	0·57
II. Sárga agyag két m mélységből, Örsöd _ _ _ _ _	0·11
III. Kék agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből	0·69
IV. Sárga agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencé- jéből _ _ _ _ _	0·23
V. Kék agyag a Bohn-féle téglagyár agyaggödreből _ _	2·30

Az *e* értéke a sárga agyagokban igen kicsi a kék agyagok *e* értékéhez képest. Azaz más szóval: *a sárga agyagokban a kék agyagokban eredetileg ferroalakban volt vas legnagyobb része ferrivassá oxidálódott.*

Az agyagokban levő összes ferrovassal nem oxidálódhatott ferrivassá, mert a ferrovassal egy része szilikátokban fordul elő (biotit, hipersztén, amfibol, augit, sztaurolit stb.), melyek nem mind bomlanak el nagyobb mértékben kénsav hatására, tehát a bennük levő ferrovassal jó részben ferroalakban marad meg a sárga agyagban is.

Jellemző az összes kén és a kénsav mennyiségében jelentkező különbség is. A sárga agyag mindig több szulfátot és kevesebb szulfidot tartalmaz, mint a kék agyag. Ha az  $\frac{S}{SO_3} = O$  molekuláris viszonyt kiszámítjuk, kitűnik, hogy a kék agyag elemzési adataiból számított hányados mindig nagyobb, mint a megfelelő sárga agyagok adataiból számított érték. Az *e* hányadosok az összes vas oxidációjának mértékét fejezik ki, az *O* értékei a kén, azaz a pirit oxidációjának mértékéről nyújtanak felvilágosítást. A kiszámított *O* értékek a következők :

Az agyag lelőhelye és színe :	<i>O</i>
I. Kék agyag nyolc m mélységből, Örsöd _ _ _ _ _	0·62
II. Sárga agyag két m mélységből, Örsöd _ _ _ _ _	0·27
III. Kék agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből	8·37
IV. Sárga agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencé- jéből _ _ _ _ _	2·23
V. Kék agyag a Bohn-féle téglagyár agyaggödreből _ _	6·77

Ez értékekből kitűnik, hogy a *sárga agyagokban a pirit legnagyobb részben oxidálódott*, amint ez a mikroszkópos megfigyelésekből is kitűnt.

A kékesszínű kiscelli agyag színét főként az igen apró piritzemcsék okozzák, az oxidáció folytán megsárgult agyag sárga színét pedig a limonit.

MAC CARTHY a vastartalmú ásványok színéről megállapította a következőket: 1. A tiszta ferro-ásványok színtelenek, vagy csaknem teljesen színtelenek. 2. A tiszta ferri-ásványok világosvörös- vagy sárgaszínűek. 3. A víztartalmú ferro-ferri ásványok kékek. 4. A vasvegyületek zöld színe a kék és sárga molekulák keveréke folytán áll elő. 5. A biborszín a kék és vörös keveréke. 6. Az agyagok és agyagpalák kék színe kék ferrovegyületektől s nem organikus vegyületektől ered. 7. Az anhidro ferro-ferri vegyületek szürkék vagy feketék. Kiszámította különböző ásványok és üledékes kőzetek elemzési adataiból a ferroxid és ferrioxid százalékos mennyiségének a viszonyát  $\left(\frac{\% FeO}{\% Fe_2O_3}\right)$ .

Ha ugyanezt a viszonyt a kiscelli agyag elemzési adataiból kiszámítjuk, a következő számokat nyerjük:

Az agyag lelőhelye és színe:

I. Kék agyag nyole m mélységből, Örsöd	0.258
II. Sárga agyag két m mélységből, Örsöd	0.049
III. Kék agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből	0.313
IV. Sárga agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből	0.103
V. Kék agyag a Bohn-féle téglagyár agyaggödreből	1.033

Ha e számokat összehasonlítjuk MAC CARTHY<sup>1</sup> táblázatával, azt látjuk, hogy e számok táblázatának adataival egészen jól egyeznek. Nevezetesen a II., III. és V. számú agyag hányadosa teljesen beleesik a táblázat megfelelő helyére. Az I. és III. számú agyag hányadosa pedig a táblázat azon szakaszába kerül, hol a

<sup>1</sup> MAC CARTHY G. R.: Colors produced by iron in minerals and the sediments. Amer. Journ. of science. Fifth serie, 12. volume, 1926, p. 17—36.

sárga és vörös színek mellett már kékesszürke, zöld és kék szín is előfordul, habár csak alárendelten.

A kémiai elemzések eredményei is tehát arra vallanak, hogy a kékeszínű kiscelli agyag megsárgulása, azaz a mállásának lényege az oxidáció. Evvel teljesen megegyeztek a mikroszkópos megfigyelések, melyek — miként láttuk — arról is felvilágosítottak, hogy az agyagot alkotó ásványok közül az oxidáció folyamán melyek mentek át átalakuláson. A mikroszkópos vizsgálatok az átalakulások lényegét is megvilágították.

Az átváltozások folytán képződött vízben oldható vegyületek általában az agyagban maradtak, mert az agyag rossz vízvezető képességénél fogva a víz nem távozhat el belőle könnyen. Ennek megfelelően a NIGGLI-féle *k* és *mg* értékek a kék agyagokban *s* a belőlük képződött sárga agyagokban lényegében ugyanazok.

A különböző helyeken előforduló kiscelli agyagok mechanikai összetétele igen eltérő. Az ugyanarról a helyről származó kék *s* a belőle képződött sárga agyag mechanikai összetétele közt azonban a mállással kapcsolatos összefüggés tűnik ki. Kitűnik ez az összefüggés azokból a mechanikai elemzésekből, melyeket irányításom mellett dr. FÖLDVÁRI ALADÁR tanársegédem végzett. Ez elemzések eredménye a következő:

Az agyag színe és származása	Szemcsék átmérője mm-ben				
	0·0—0·002	0·002—0·02	0·02—0·06	0·06—0·2	0·2—2·0
	s ú l y s z á z a l é k				
Kék agyag 8 m mélységből, Örsöd — — — —	1·19	2·79	68·48	22·10	5·43
Sárga agyag 2 m mélységből, Örsöd — — — —	8·54	16·46	55·31	19·06	0·62
Kék agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből — — — —	31·12	29·20	23·87	15·16	0·65
Sárga agyag a Gellértfürdő hullámfürdőjének medencéjéből — — — —	27·71	47·33	20·15	4·48	0·37

Ez adatokból az tűnik ki, hogy az oxidációs mállás folytán a kiscelli agyagban a legapróbb részeknek, azaz a kolloidoknak mennyisége néhány százalékkal megnövekedik.

\*

E dolgozat a Széchenyi-társaság támogatásával készült.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. évi dec. hó 22.-én tartott üléséből.)

# DIE VERWITTERUNG DES KLEINZELLER TONS.

Von A. VENDL.

Die Arbeit erscheint in deutscher Sprache in den «Annales  
Institutii Regii Hungarici Geologici», XXIX. Band, Budapest.

---



## DESMIKUS NÉGYSZÖGEK.

KLUG LIPÓT-TÓL.

Lehet a síkban három négyszöget akkép felvenni, hogy közülök bármelyiknek csúcsaiból a többi kettőnek csúcsai egymásba vetíthetők. Az ilyen négyszöghármas *desmikus*-nak nevezhető, mert STEPHANOS görög tudós értekezésében «Sur les systèmes desmiques de trois tétraèdre», Bulletin des sciences mathématiques, 1879-ben, ugyanily helyzetű három tetraédert desmikus rendszerűnek nevezett.

Ily négyszöghármasnak nemcsak csúcsai vannak hármásával tizenhat egyenesen, hanem oldalai is egymást hármásával tizenkét pontban metszik. Ez a tizenkét metszőpont ugyanily helyzetű három négyszögnek a csúcsa, mint az előbbi, s mert köztük a kölcsönösség is megvan, a kettőt konjugált desmikus négyszöghármasnak nevezzük.

Úgy az első, mint a hozzá konjugált négyszöghármas négyszögeinek átlóháromszögei páronként perspektívek és ezeknek kilenc csúcsa hármásával hat egyenesen van, amely átlóegyenesnek nevezhető. Ez a hat átlóegyenes egy BRIANCHON-hatoldalt alkot, azaz egy kúpszeletet érint.

A két négyszöghármas négyszögeinek szembenfekvő oldalai kilenc egyenespáron vannak és minden ilyen egyenesen az egyes négyszöghöz tartozó csúcspárok egymást harmonikusan választják el. Két ily csúcspár egy harmadik pontpárt határoz meg, amely azokat harmonikusan választja el; ez a pontpár jelen esetben konjugált-képzetes. A kilenc szembenfekvő négyszög-oldalon van tehát kilenc képzetes pontpár, amelyet kilenc képzetes négyszög csúcsainak tekintünk.

E kilenc képzetes és az eredeti hat valós négyszög tíz konjugált desmikus négyszöghármas képez; a két első négyszög-

hármás valós négyszögekből áll, a többi kilenc párban egy-egy valós és két-két képzetes négyszög van.

Mind a tíz konjugált desmikus négyszöghármaspárnak ugyanaz a hat átlóegyenesese van, tehát a tőlük képezett hatszög mintegy magja az egész konfigurációnak, amelyből az meg is szerkeszthető. Ez a konfiguráció pedig áll 24 valós és 36 képzetes, tehát összesen 60 pontból, mint a négyszögek csúcsaiból, és 30' egyenesen fekvő 54 valós és 36 képzetes négyszögoldalból.

Az átlóegyenesek BRIANCHON-hatoldala tíz háromszögpárra bontható, amely mint polárisháromszögpár tíz kúpszeletet határoz meg; ezeknek egyike képzetes, a többi kilenc pedig valós.

E tíz kúpszelet mindegyike köré van írva a tizenöt négyszögből kilenc, míg a többi hat az illető kúpszeletnek poláris-négyszöge. És pedig: a képzetes kúpszelet köré van írva a kilenc képzetes négyszög, a valós kúpszeletek köré pedig négy valós és öt képzetes négyszög van írva; amannak a hat valós négyszög polárisnégyszöge, ezeknek pedig két valós és négy képzetes négyszög polárisnégyszöge.

A tizenöt négyszög mindegyikébe a tíz kúpszelet közül hat van beírva és pedig: a valós négyszögekbe írt kúpszeletek mind valóságok, a képzetes négyszögekbe beírt kúpszeletek egyike a képzetes-, a többi öt pedig valós kúpszelet.

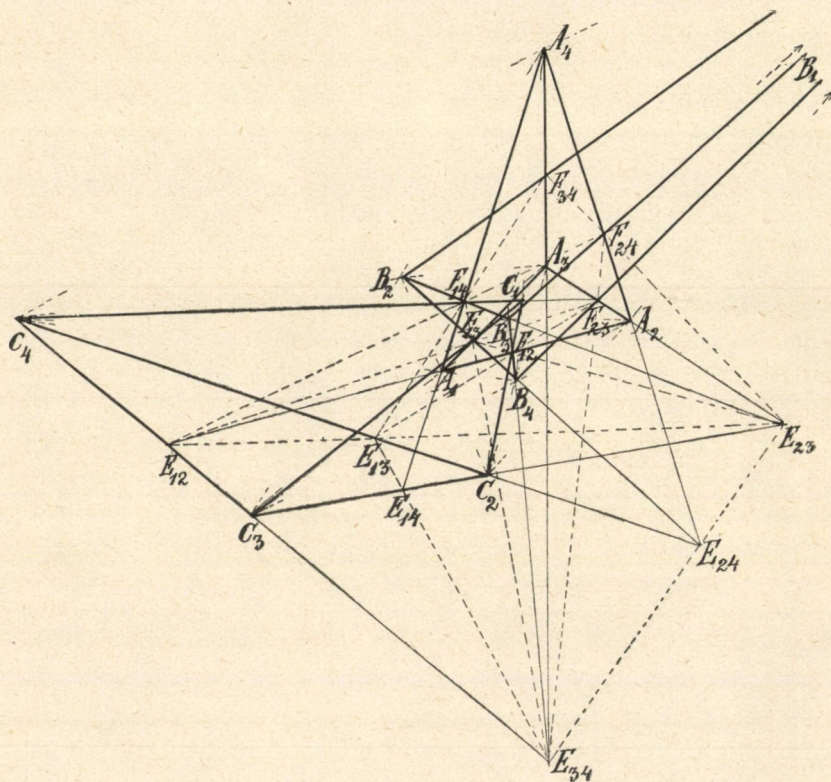
Mindezeket és a belőlük leszármaztatható más tételeket a következőben igazoljuk.

## I. Valós desmikus négyszögek.

1. Vegyük fel a síkban egy  $A = A_1A_2A_3A_4$  négyszöget és legyenek az  $E_{14}F_{14}$ ,  $E_{24}F_{24}$ ,  $E_{34}F_{34}$  oly pontpárok, amelyek megfelelőleg az  $A_1A_4$ ,  $A_2A_4$ ,  $A_3A_4$  csúcspárokat harmonikusan választják el (1. ábra). Ekkor az  $A_1A_2A_3$ ,  $E_{14}E_{24}E_{34}$ ,  $F_{14}F_{24}F_{34}$  háromszögek az  $A_4$  kollineáció-középpontra nézve perspektívek és az  $A_1A_2$ ,  $E_{14}E_{24}$ ,  $F_{14}F_{24}$ ;  $A_1A_3$ ,  $E_{14}E_{34}$ ,  $F_{14}F_{34}$ ;  $A_2A_3$ ,  $E_{24}E_{34}$ ,  $F_{24}F_{34}$  homolog oldalak egymást megfelelőleg egy egyenes  $E_{12}$ ,  $E_{13}$ ,  $E_{23}$  pontjaiban metszik. Az  $E_{14}F_{24}$ ,  $E_{24}F_{14}$ ;  $E_{14}F_{34}$ ,  $E_{34}F_{14}$ ;  $E_{24}F_{34}$ ,  $E_{34}F_{24}$  egyenespárok egymást megfelelőleg az  $A$  négyszög  $A_1A_2$ ,  $A_1A_3$ ,  $A_2A_3$  oldalainak  $F_{12}$ ,  $F_{13}$ ,  $F_{23}$  pontjaiban metszik, és e pontok

az  $E_{12}$ ,  $E_{13}$ ,  $E_{23}$  pontokat az illető oldalakon levő csücsoktól harmonikusan választják el; végre az  $E_{12}F_{13}F_{23}$ ,  $E_{13}F_{12}F_{23}$ ,  $E_{23}F_{12}F_{13}$  ponthármasok szintén egy-egy egyenesen vannak.

A hat  $E_{ij}$  és a hat  $F_{ij}$  pont, amely tehát az  $A$  négyszög  $A_iA_j$  oldalán a csücsokot harmonikusan választja el, valamint az



1. ábra.

$E_{ij}$ ,  $F_{ij}$  pontoknak amaz összekötő egyenesei, amelyek hármasával egy-egy egyenesen vannak, egy  $(16_3, 12_4)$  konfigurációt alkotnak; ez tizenhat egyenesből áll, amelynek mindegyikén a tizenkét pontból három pont van, és eme pontok mindegyikéből a tizenhat egyenes közül három sugárzik ki.

Ez a  $(16_3, 12_4)$  konfiguráció tizenkét négyoldalra bont-

ható, amelyeket négyesével három csoportra oszthatunk. Az *a)* csoport négyoldalai  $E_{ij}E_{ik}E_{jk}F_{ij}F_{ik}F_{jk}$ ; a *b)* csoport négyoldalai  $E_{ij}E_{ik}E_{jk}F_{il}F_{jl}F_{kl}$ , végre a *c)* csoport egyik négyoldala  $E = E_{12}E_{13}E_{23}F_{14}E_{24}E_{34}$ , a többi három négyoldala pedig  $E_{ij}E_{kl}F_{ik}F_{il}F_{jk}F_{jl}$  általános szimbólummal jelölhető.

Az *a)* csoporthoz tartozó négy négyoldalnak átlóháromszögei  $A_iA_jA_k$  azaz az  $A$  négyszögnek  $A_1A_2A_3$ ,  $A_1A_2A_4$ ,  $A_1A_3A_4$ ,  $A_2A_3A_4$  háromszögei; a *b)* csoporthoz tartozó négy négyoldalnak átlóháromszögei  $B_iB_jB_k$  egy  $B = B_1B_2B_3B_4$  négyszögnek háromszögei, végre a *c)* csoport  $E$  négyoldalának egy átlóháromszöge  $C_2C_3C_4$  és a többi három négyoldalnak  $E_{12}E_{34}F_{13}F_{14}F_{23}F_{24}$ ,  $E_{13}E_{24}F_{12}F_{14}F_{23}F_{34}$ ,  $E_{14}E_{23}F_{12}F_{13}F_{24}F_{34}$ -nek megfelelőleg átlóháromszögei  $C_1C_3C_4$ ,  $C_1C_2C_4$ ,  $C_1C_2C_3$ , tehát szintén egy  $C = C_1C_2C_3C_4$  négyszögnek háromszögei.

Hogy ezt belássuk, ki kell mutatnunk például, hogy az  $E$  négyoldalnak  $E_{12}E_{34}$ ,  $E_{13}E_{24}$  átlói és az  $E_{12}E_{34}F_{13}F_{14}F_{23}F_{24}$  négyoldalnak  $F_{14}F_{23}$  átlója egy  $C_4$  pontban találkoznak.

De mert az  $E_{12}E_{13}F_{14}$ ,  $E_{34}E_{24}F_{23}$  háromszögek homológ oldalai egymást az  $E_{23}$ ,  $F_{24}$ ,  $F_{34}$  pontokban metszik, amelyek egy egyenesen vannak, azért a háromszögek homológ csúcsait összekötő egyenesek, amelyek éppen amaz átlók, egymást egy pontban,  $C_4$ -ben metszik.

Ugyanúgy, amint kimutattuk, hogy a jelzett három átló egymást egy  $C_4$  pontban metszi, azaz  $C_4 = (F_{12}E_{34}, E_{13}E_{24}, F_{14}F_{23})$  igazolható, hogy:

$$\begin{aligned} A_1 &= (E_{12}F_{12}, E_{13}F_{13}, E_{14}F_{14}) & B_1 &= (E_{12}F_{34}, E_{13}F_{24}, E_{14}F_{23}) \\ A_2 &= (E_{12}F_{12}, E_{23}F_{23}, E_{24}F_{24}) & B_2 &= (E_{23}F_{14}, E_{24}F_{13}, E_{12}F_{34}) \\ A_3 &= (E_{13}F_{13}, E_{23}F_{23}, E_{34}F_{34}) & B_3 &= (E_{34}F_{12}, E_{23}F_{14}, E_{13}F_{24}) \\ A_4 &= (E_{14}F_{14}, E_{24}F_{24}, E_{34}F_{34}) & B_4 &= (E_{14}F_{23}, E_{24}F_{13}, E_{34}F_{12}) \end{aligned}$$

$$C_1 = (F_{12}F_{34}, F_{13}F_{24}, F_{14}F_{23})$$

$$C_2 = (F_{12}F_{34}, E_{13}E_{24}, F_{14}E_{23})$$

$$C_3 = (F_{13}F_{24}, E_{12}E_{34}, E_{14}E_{23})$$

$$C_4 = (F_{14}F_{23}, E_{12}E_{34}, E_{13}E_{24}).$$

Az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  négyszögek csúcsai és azoknak tizenhat összekötő egyenesei szintén egy  $(16_3, 12_4)$  konfigurációt alkotnak,

mert bármelyik négyszögnek egy csúcsát egy másik négyszög egy csúcsával összekötő egyenes a harmadik négyszögnek egy csúcsán megy át.

Ugyanis a  $C_2C_3C_4$  háromszög perspektív az  $A_2A_3A_4$ ,  $A_1A_4A_3$ ,  $A_4A_1A_2$ ,  $A_3A_2A_1$  háromszögekkel, mert a háromszögpárok oldalai egymást az  $E$  négyoldal  $E_{23}F_{34}E_{34}$ ,  $F_{14}F_{13}E_{34}$ ,  $E_{14}E_{24}E_{12}$ ,  $E_{23}E_{13}E_{12}$  oldalain levő csúcsokban metszik és így a homológ csúcsoknak összekötő egyenesei megfelelőleg a  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_4$  pontokban találkoznak. A  $C_1C_2C_3$ ,  $A_1A_2A_3$  háromszögpár is perspektív, mert homológ oldalpárjai egymást az  $F_{12}$ ,  $F_{13}$ ,  $E_{23}$  pontokban metszik, amelyek egy egyenesen vannak, és így homológ csúcsainak összekötő egyenesei a  $B_1$  pontban találkoznak.

Eszerint a jelzett  $(16_3, 12_4)$  konfigurációnak tizenhat egyenese:

$$\begin{array}{cccc} A_1B_1C_1 & A_2B_1C_2 & A_3B_1C_3 & A_4B_1C_4 \\ A_1B_2C_2 & A_2B_2C_1 & A_3B_2C_4 & A_4B_2C_3 \\ A_1B_3C_3 & A_2B_3C_4 & A_3B_3C_1 & A_4B_3C_2 \\ A_1B_4C_4 & A_2B_4C_3 & A_3B_4C_2 & A_4B_4C_1. \end{array}$$

E konfigurációnak egyenesei szintén tizenkét négyoldalnak oldalai, amelyek négyesével három csoportba foglalhatók; ezeknek általános formulája:

$$\begin{array}{l} A_1A_iB_1B_iC_iC_i \\ A_1A_iB_jB_kC_jC_k \\ A_jA_kB_1B_iC_jC_k \\ A_jA_kB_iB_kC_1C_i \end{array}$$

ahol az egyes csoportoknál az  $i = 2, 3$ , vagy  $4$ , s ezért ezeket az egyes csoportokat 2-, 3- vagy 4-ik csoportnak nevezhetjük.

Visszatérve az előbbi  $(16_3, 12_4)$  konfigurációhoz, amelynek pontjai  $E_{ij}$ ,  $F_{ij}$ , mondhatjuk, hogy ezek szintén három négyszögnek  $N_2 = E_{12}E_{34}F_{12}F_{34}$ ,  $N_3 = E_{13}E_{24}F_{13}F_{24}$ ,  $N_4 = E_{14}E_{23}F_{14}F_{23}$ -nak a csúcsai. E négyszögek épp olyan kölcsönös helyzetűek, mint az  $A, B, C$  négyszögek, tudniillik, hogy az egyik négyszög csúcsait egy másik négyszög csúcsaival összekötő egyenesek a harmadik négyszögnek egy-egy csúcsán mennek át, mert az

$$\begin{array}{cccc}
 E_{12}E_{14}F_{24} & F_{12}E_{14}F_{24} & E_{34}E_{14}E_{13} & F_{34}E_{14}F_{13} \\
 E_{12}F_{14}F_{24} & F_{12}F_{14}E_{24} & E_{34}F_{14}F_{13} & F_{34}F_{14}E_{13} \\
 E_{12}E_{23}F_{13} & F_{12}E_{23}F_{13} & E_{34}E_{23}E_{24} & F_{34}E_{23}F_{24} \\
 E_{12}F_{23}E_{13} & F_{12}F_{23}E_{13} & E_{34}F_{23}F_{24} & F_{34}F_{23}E_{24}
 \end{array}$$

pontok egy-egy egyenesen vannak.

Úgy az e három négyszög,  $N_2, N_3, N_4$ , valamint az előbbi három  $A, B, C$  négyszög oly helyzetű, hogy az egyik négyszög bármelyik szembenfekvő oldalpárja egy másiknak egy szembenfekvő oldalpárját oly négy pontban metszi, amely a harmadik négyszögnek egy szembenfekvő oldalpárján van és a másik négyszöghármas egy négyszögének csúcsait képezi, mint ez a következő táblázatból:

$$\begin{array}{ll}
 E_{12} = (A_1A_2, B_1B_2, C_3C_4) & F_{12} = (A_1A_2, B_3B_4, C_1C_2) \\
 E_{34} = (A_3A_4, B_3B_4, C_3C_4) & F_{34} = (A_3A_4, B_1B_2, C_1C_2) \\
 E_{13} = (A_1A_3, B_1B_3, C_2C_4) & F_{13} = (A_1A_3, B_2B_4, C_1C_3) \\
 E_{24} = (A_2A_4, B_2B_4, C_3C_4) & F_{24} = (A_2A_4, B_1B_3, C_1C_3) \\
 E_{14} = (A_1A_4, B_1B_4, C_2C_3) & F_{14} = (A_1A_4, B_2B_3, C_1C_4) \\
 E_{23} = (A_2A_3, B_2B_3, C_2C_3) & F_{23} = (A_2A_3, B_1B_4, C_1C_4)
 \end{array}$$

és egy előbbi táblázatból látható.

A két négyszöghármas  $ABC, N_2N_3N_4$  oly kölesönös helyzetű, hogy bármelyik négyszög két csúcsa a másik négyszöghármas egy négyszögének két csúcsától harmonikusan van elválasztva, azaz: az

$$\begin{array}{lll}
 A_iE_{ij}A_jF_{ij}, & B_iE_{ij}B_iF_{kl} & (i, j, k, l=1, 2, 3, 4) \\
 C_1F_{1i}C_iF_{jk}, & C_iE_{ij}C_jE_{ki} & (i, j, k, l=2, 3, 4)
 \end{array}$$

pontnégyesek mind harmonikusak.

Ezt még akkép is kifejezhetjük, hogy úgy az  $ABC$ , valamint az  $N_2N_3N_4$  négyszöghármas bármely négyszögének egy csúcspárja a saját négyszöghármas hátralévő két négyszögének egy-egy szembenfekvő oldalpárjától harmonikusan van elválasztva. Így az  $A$  négyszög  $A_1A_2$  csúcspárja a  $B$  és  $C$  négyszög  $B_1B_2, B_3B_4$ , illetőleg  $C_1C_2, C_3C_4$  szembenfekvő oldalpárjától harmonikusan van elválasztva.

A két négyszöghármas 24 csúcsa és 18 egyenesen levő



36 oldala egy  $(18_4, 24_3)$  konfigurációnak tekinthető, amennyiben a 18 egyenes mindegyikén négy pont van és a 24 pont mindegyikén három ily egyenes megy át.

A talált eredményeket egybefoglalva mondhatjuk:

Ha az  $A = A_1A_2A_3A_4$  négyszögnek egy  $A_i$  csúcsába ütköző három oldalán  $A_iA_j, A_iA_k, A_iA_l$ -n egy-egy pontpárt:  $E_{ij}F_{ij}, E_{ik}F_{ik}, E_{il}F_{il}$ -et veszünk fel, amely a csúcsokat harmonikusan választja el, akkor két-két ily pontpár pontjainak összekötő egyenesei, mint  $E_{ij}E_{ik}, F_{ij}F_{ik}; E_{ij}F_{ik}, E_{ik}F_{ij}$  egymást az  $A_jA_k$  oldal egy  $E_{jk}F_{jk}$  pontpárjában metszik, amely az  $A_jA_k$  csúcsokat szintén harmonikusan választja el. A hat  $E_{ij}$  és a hat  $F_{ij}$  pont hármásával ama tizenkét összekötő egyenesen kívül még négy egyenesen van, és ha  $E_{jk}F_{jl}E_{kl}$  ezen egyeneseknek egyike, akkor a másik három:  $E_{jk}F_{jl}F_{kl}, E_{jl}F_{jk}F_{kl}, E_{kl}F_{jk}F_{jl}$ ; és a tizenhat egyenes egy  $(16_3, 12_4)$  konfigurációt alkot.

E konfigurációnak tizenkét pontja három négyszögnek:  $N_2 = E_{12}E_{34}F_{12}F_{34}, N_3 = E_{13}E_{24}F_{13}F_{24}, N_4 = E_{14}E_{13}F_{14}F_{23}$ -nek a csúcsa, amely oly tulajdonságú, hogy az egyik négyszög csúcsait egy második négyszög csúcsaival összekötő egyenesek a harmadik négyszögnek a csúcsain mennek át, továbbá, hogy a három négyszögnek egy szembenfekvő oldalpárja egymást az eredeti A négyszögnek csúcsaiban metszi, míg a második és harmadik szembenfekvő oldalpárja egy  $B = B_1B_2B_3B_4$  és  $C = C_1C_2C_3C_4$  négyszögnek csúcsaiban találkozik.

Az ABC négyszöghármas négyszögeinek csúcsai szintén egy  $(16_3, 12_4)$  konfigurációnak a pontjai és kölcsönös helyzetük ugyanolyan, mint az előbbi  $N_2N_3N_4$  négyszöghármasoké.

A két négyszöghármas oldalain levő csúcsok egymást harmonikusan választják el és az oldalak, valamint a csúcsok egy  $(18_4, 24_3)$  konfigurációt képeznek. Mindegyik négyszög két csúcsa a vele egy egy hármast képező négyszögnek egy szembenfekvő oldalpárját szintén harmonikusan választja el.

Vége az ABC, valamint a  $N_2N_3N_4$  négyszöghármas  $(16_3, 12_4)$  konfigurációja tizenkét négyoldalra bontható, amelynek átlóháromszögei az  $N_4, N_3, N_2$ , illetőleg az A, B, C négyszögeknek háromszögei.

Az ABC és az  $N_2N_3N_4$  négyszöghármasokat külön-külön

*desmikus négyszögeknek*, vagy desmikus négyszöghármasnak, ily két desmikus négyszöghármaszt pedig *konjugáltaknak*, végre azt a tizenhat egyenest, amelyen a csúcsok vannak, *csúcsegyeneseknek* nevezzük.

2. Ha adva van az  $A = A_1A_2A_3A_4$  négyszög és két oly négyszöget  $B = B_1B_2B_3B_4$ ,  $C = C_1C_2C_3C_4$ -et akarunk szerkeszteni, amely az  $A$ -val egy desmikus négyszöghármaszt képez, akkor a  $B$  négyszögnek két csúcsát  $B_1$ ,  $B_2$ -t tetszés szerint vehetjük fel azzal a kikötéssel, hogy azok az  $A$  négyszög egy szembenfekvő oldalpárját, például az  $A_1A_2$ ,  $A_3A_4$ -et, harmonikusan válasszák el.

A  $B$  négyszögnek a  $B_1$  és  $B_3$  csúcsa, valamint a  $B_2$  és  $B_4$  csúcsa az  $A$  négyszög  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$  szembenfekvő oldalpárjától, a  $B_1$  és  $B_4$  csúcsa, valamint a  $B_2$  és  $B_3$  csúcsa pedig az  $A_1A_4$ ,  $A_2A_3$  szembenfekvő oldalpárjától harmonikusan van elválasztva; ez alapon tehát a  $B_3$  és  $B_4$  csúcs könnyen szerkeszthető és e két csúcs az  $A$  négyszögnek  $A_1A_2$ ,  $A_3A_4$  szembenfekvő oldalpárjától az előbbieket szerint harmonikusan lesz elválasztva.

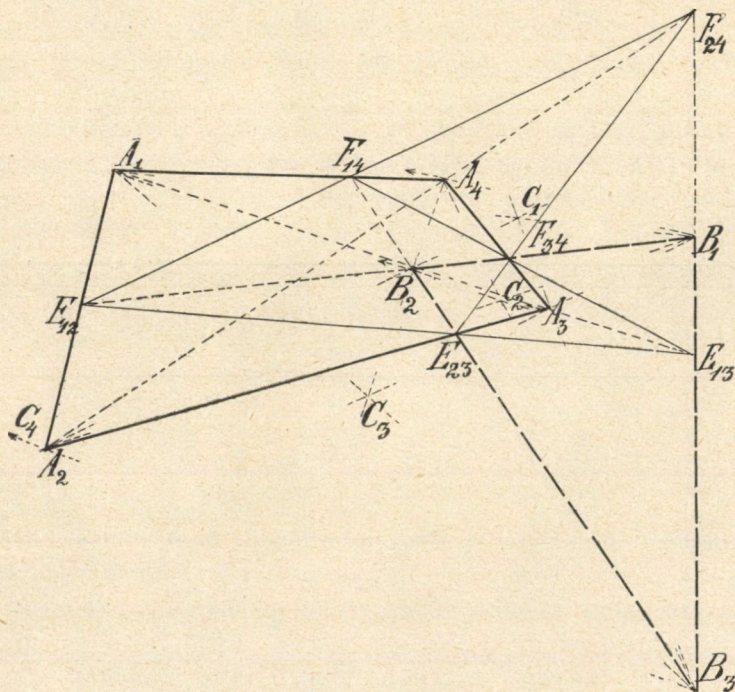
A  $C$  négyszögnek  $C_1$  csúcsa az  $A_iB_i$  egyeneseknek, a többi három csúcs  $C_j$  pedig az  $A_1B_j$ ,  $A_jB_1$ ,  $A_kB_l$ ,  $A_lB_k$  egyeneseknek a metszéspontja.

Az  $ABC$  desmikus négyszögekhez konjugált desmikus négyszögeknek,  $E_{ij}E_{kl}F_{ij}F_{kl}$ -nek, csúcsaiban metszik egymást hármasával az előbbi négyszögeknek szembenfekvő oldalai.

Ha az  $A = A_1A_2A_3A_4$  négyszög  $A_1A_2$ ,  $A_2A_3$ ,  $A_3A_4$ ,  $A_4A_1$  oldalán felvesszük megfelelőleg az  $E_{12}$ ,  $E_{23}$ ,  $F_{34}$ ,  $F_{14}$  pontokat, amelyek egy négyszögnek csúcsai, és az  $E_{13}$ ,  $F_{24}$  a metszéspontja az  $E_{12}E_{23}$ ,  $F_{14}F_{34}$ ;  $E_{12}F_{14}$ ,  $E_{23}F_{34}$  egyenespároknak, akkor, mert az  $E_{12}E_{13}E_{23}F_{14}F_{24}F_{34}$  négyoldal  $E_{12}F_{34}$ ,  $E_{23}F_{14}$ ,  $E_{13}F_{24}$  szembenfekvő csúcspárjai, átlósháromszögének  $B_1B_2$ ,  $B_2B_3$ ,  $B_1B_3$  csúcspárjait harmonikusan választják el: a  $B_1B_2$ ,  $B_2B_3$  csúcspárok az  $A$  négyszög  $A_1A_2$ ,  $A_3A_4$ , illetőleg  $A_2A_3$ ,  $A_1A_4$  szembenfekvő oldalpárjától is harmonikusan vannak elválasztva.

Ha az  $A$  négyszög illető oldalain az  $E_{12}$ ,  $E_{23}$ ,  $F_{14}$  pontok szilárdak maradnak, az  $F_{34}$  pont pedig az  $A_3A_4$  oldalon a helyzetét változtatja, akkor ezzel az  $E_{13}$ ,  $F_{24}$  pontok az  $E_{12}E_{23}$ ,  $E_{12}F_{14}$  egyeneseken, a  $B_2$ ,  $B_3$  pontok az  $E_{23}F_{14}$  egyenesen szintén változtatják helyzetüket, de az  $A$  négyszög  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$  oldalpárja a

a  $B_1, B_3$  és az  $E_{13}, F_{24}$  pontokat egyidejűleg vagy nem választja el, vagy pedig elválasztja egymástól. Sem az első, sem a második esetben nem lehetnek a  $B_1, B_3$  pontok harmonikusan elválasztva az  $A_1A_3, A_2A_4$  oldalpártól, ha csak az  $E_{13}, F_{24}$  pontok nincsenek megfelelőleg ezeken az oldalakon, tehát az  $E_{13}, F_{24}$  pontok metszései az  $A_1A_3, E_{12}E_{23}; A_2A_4, E_{12}F_{14}$  egyenespároknak.



2. ábra.

Ez esetben tehát az  $E_{12}E_{13}E_{23}F_{14}F_{24}F_{34}$  négyoldal az  $A$  négyszögbe van írva (2. ábra), és az átlóháromszögének  $B_1B_2B_3$ -nak mind a három csúspárja a négyszög egy-egy szemben fekvő oldalpárjától harmonikusan van elválasztva, végre a  $B_1B_2B_3$  háromszög az  $A$  négyszög minden háromszögével,  $A_1A_2A_3, A_2A_1A_3, A_3A_4A_1$  és  $A_4A_3A_2$ -vel perspektív, amely perspektivitáshoz tartozó koll.-tengelyek és -középpontok a négyoldal oldalai, illetőleg a  $C_1, C_2, C_3, C_4$  pontok.

Ezért mondhatjuk:

*Ha egy négyszögnek a három szemben fekvő oldalpárja egy háromszögnek három csúcspárját harmonikusan választja el, akkor a háromszög a négyszög mind a négy háromszögével perspektív.*

Továbbá:

*Ha egy négyszögnek öt csúcspárja egy másik négyszögnek egy-egy szemben fekvő oldalpárjától harmonikusan van elválasztva, akkor az első négyszögnek még a hatodik csúcspárja is az utóbbi négyszögnek egy szemben fekvő oldalpárjától harmonikusan lesz elválasztva és így a két négyszögnek bármelyik két háromszöge egymással perspektív s a két négyszög helyzete egymás irányában kölcsönös.*

3. Írjuk fel az 1. szám jelölése szerint a  $A$ ,  $B$  desmikus négyszögek oldalainak metszéspontjait és a csúcsokat a következő csoportosításban:

$$\begin{array}{c} A_1 E_{12} A_2 F_{12} \\ E_{13} B_1 F_{24} B_3 \\ A_3 F_{34} A_4 E_{34} \\ F_{13} B_2 E_{24} B_4 \end{array}$$

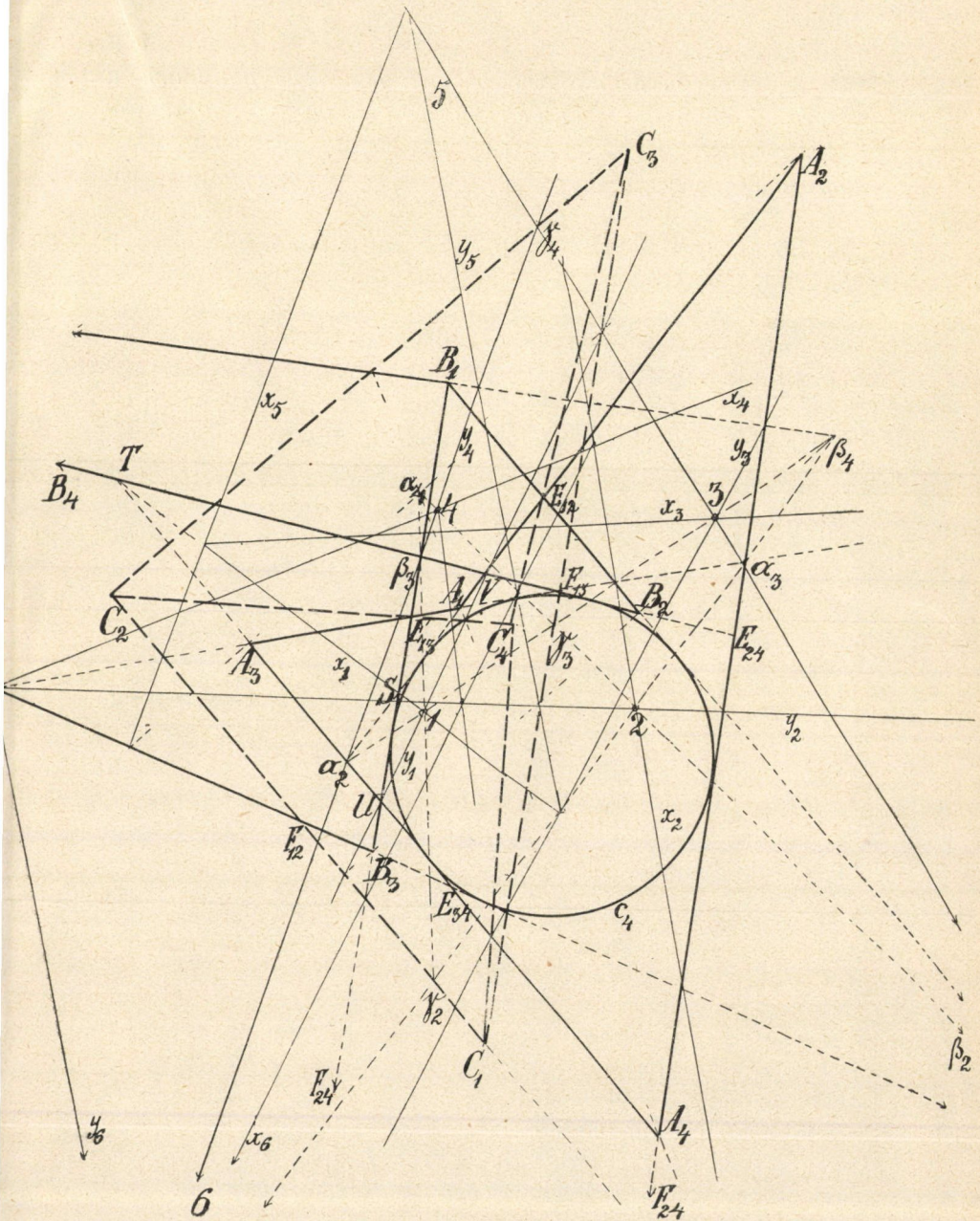
Úgy a sorokban, mint az oszlopokban a pontok egy-egy egyenesben vannak, és az első és harmadik pont a második és negyedik ponttól harmonikusan van elválasztva. Ebből pedig az következik, hogy a sorokban és az oszlopokban álló nyolc egyenes egy kúpszeletnek az érintője, mert az oszlopok négy egyenese és a sorok egyik egyenese, mint érintő, meghatároz egy kúpszeletet, amelyet nemesak a többi három sorban álló egyenes érint, hanem minden olyan egyenes is, amely — mint ez a három — az oszlopokban álló négy egyenest harmonikus pontnégyesekben metszi.

A kúpszelet két érintőpárja, amely egymást harmonikusan választja el, a kúpszelet két konjugált pólusából sugárzik ki.

Ezért:

*Ha  $A$ ,  $B$  egy desmikus négyszöghármasnak két négyszöge, akkor az a kúpszelet, amely az  $A$  négyszög két pár szembenfekvő oldalát és a  $B$ -nek egyik oldalát érinti, ennek még*





3. ábra.

*három oldalát érinti, amely az előbbivel szintén két szemben fekvő oldalpárt képez.*

*Az  $A$  négyszögnek egy-egy szemben fekvő oldalpárja a  $B$  négyszögnek egy-egy szemben fekvő oldalpárjától, mint kúpszeletérintőpártól, harmonikusan van elválasztva, tehát a különböző négyszögekhez tartozó érintőpárok metszőpontjai konjugált pólusai a kúpszeletnek.*

De fordítva is kimutatható, hogy két pontból egy kúpszelethez kisugárzó érintőpár és az ezekhez konjugált pólusokból kisugárzó érintőpár egy-egy négyszögnek az oldala, amely egy desmikus négyszöghármassá egészíthető ki.

Legyen ugyanis az  $A = A_1A_3A_4A_2$  egyszerű négyszög a  $c_4$  kúpszelet köré írva (3. ábra), és messék annak  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$ ;  $A_1A_2$ ,  $A_3A_4$  szembenfekvő oldalpárjai egymást az  $\alpha_3$ , illetőleg az  $\alpha_2$  pontban.

Ha az  $\alpha_3$  és  $\alpha_2$ -höz a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó konjugált pólusok  $\beta_2$  és  $\beta_3$ , akkor ez utóbbi pontokból kisugárzó  $B_1B_2$ ,  $B_3B_4$ ;  $B_1B_3$ ,  $B_2B_4$  érintőpárok egy  $B = B_1B_2B_3B_4$  négyszögnek oldalai, és az  $\alpha_3\beta_2$  konjugált póluspárból kisugárzó érintők a  $\beta_3\alpha_2$  pontokból kisugárzó érintőket oly  $E_{ij}$ ,  $F'_{ij}$  pontokban metszik, amelyek az  $A$  és  $B$  négyszög oldalain a csúcsokat harmonikusan választják el s így e metszőpontok és négyszögszcúcsok az előbbi sorokba és oszlopokba állíthatók.

Tekintve az első sorban és a második oszlopban álló harmonikus pontnégyeseket: az  $A_1B_1$ ,  $A_2B_2$ ,  $F'_{12}F'_{34}$  egyenesek egy  $C_1$  pontban találkoznak. De ez a  $C_1$  BRIANCHON-pontja a következő hatoldalaknak:

$$\begin{aligned} & A_1A_2F'_{34}B_1B_2F'_{12} \\ & A_1A_3F'_{34}B_1B_3F'_{12} \\ & A_4A_2F'_{12}B_4B_2F'_{34} \end{aligned}$$

tehát az  $A$ ,  $B$  négyszögek  $A_i$ ,  $B_i$  csúcsait összekötő négy  $A_iB_i$  egyenes a  $C_1$  pontban metszi egymást (hacsak a  $B_2$ ,  $B_3$  csúcsokat helyesen jelöljük meg).

Ugyanígy kimutatható, hogy a  $c_4$  kúpszelet köré írt  $A$ ,  $B$  négyszögek  $A_1B_i$ ,  $A_iB_1$ ,  $A_jB_k$ ,  $A_kB_j$  csúcsait összekötő egyenesek is egy  $C_i$  ( $i, j, k=2, 3, 4$ ) pontban találkoznak és így a  $C_1$ ,



$C_2, C_3, C_4$  pontok csúcsai egy  $C$  négyszögnek, amely az  $A$  és  $B$ -t egy desmikus négyszöghármasná egészíti ki.

Ez a  $C$  pedig polárisnégyszöge a  $c_4$  kúpszeletnek, mert  $C_1C_2, C_3C_4; C_1C_3, C_2C_4$  szemben fekvő oldalpárjai, mint átlói a  $c_4$  köré írt  $N_2 = E_{12}F_{12}E_{34}F_{34}, N_3 = F_{13}F_{13}E_{24}F_{24}$  négyszögnek, konjugált polárisok.

Az  $N_2, N_3$  négyszögek pedig az  $ABC$ -hez konjugált desmikus négyszöghármasához tartoznak és a kiegészítő harmadik négyszög  $N_4 = E_{14}F_{14}E_{23}F_{23}$  szintén polárisnégyszöge a  $c_4$  kúpszeletnek, mert szembenfekvő oldalai, átlói a  $c_4$  köré írt  $A, B$  négyszögeknek.

Ezért:

*Ha a  $c_4$  kúpszelet köré egy tetszőszerinti  $A$  négyszöget és egy oly  $B$  négyszöget írunk, hogy e  $B$  négyszög két szemben fekvő oldalpárjának egy-egy metszéspontja konjugált pólus legyen az  $A$  négyszög egy-egy szemben fekvő oldalpárjának a metszéspontjához, a  $c_4$  kúpszeletre nézve: akkor a két négyszög csúcsait összekötő tizenhat egyenes egymást négyesével egy  $C$  négyszög csúcsaiban metszi, amely a  $c_4$  kúpszeletnek polárisnégyszöge és az  $A, B, C$  egy desmikus négyszöghármas képez.*

*Az  $ABC$ -hez konjugált desmikus négyszöghármas két négyszöge szintén a  $c_4$  kúpszelet köré van írva, a harmadik pedig annak szintén egy polárisnégyszöge.*

4. Ha az  $ABC$  desmikus négyszöghármas következő szembenfekvő oldalainak metszéspontjai, azaz az átlópontok:

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= (A_1A_2, A_3A_4) & \alpha_3 &= (A_1A_3, A_4A_2) & \alpha_4 &= (A_1A_4, A_2A_3) \\ \beta_2 &= (B_1B_2, B_3B_4) & \beta_3 &= (B_1B_3, B_4B_2) & \beta_4 &= (B_1B_4, B_2B_3) \\ \gamma_2 &= (C_1C_2, C_3C_4) & \gamma_3 &= (C_1C_3, C_4C_2) & \gamma_4 &= (C_1C_4, C_2C_3), \end{aligned}$$

akkor a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozólag az  $\alpha_3, \beta_2$  és  $\alpha_2, \beta_3$  pontok és így egyszersmind az  $(\alpha_2\beta_2, \alpha_3\beta_3), (\alpha_2\alpha_3, \beta_2\beta_3)$  pontok konjugált pólusok. S mert az  $\alpha_4, \beta_4$  pontoknak a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó polárisai az  $\alpha_2\alpha_3$ , illetőleg  $\beta_2\beta_3$  egyenesek: az  $(\alpha_2\alpha_3, \beta_2\beta_3)$  pontnak a polárisa,  $\alpha_4\beta_4$ , az  $(\alpha_2\beta_2, \alpha_3\beta_3)$  ponton megy át; tehát az  $\alpha_2\alpha_3\alpha_4, \beta_2\beta_3\beta_4$  háromszögek perspektívek egy  $\gamma$  perspektivitási középpontra.

Mint hogy e tulajdonság független a  $c_4$  kúpszelettől, és az  $AB$  desmikus négyszögekben rejlik, azért a  $BC, CA$  négyszögpárok-

nak átlósháromszögpárjai  $\beta_2\beta_3\beta_4$ ,  $\gamma_2\gamma_3\gamma_4$ ;  $\gamma_2\gamma_3\gamma_4$ ,  $\alpha_2\alpha_3\alpha_4$  szintén perspektívek egy  $\alpha$ , illetőleg egy  $\beta$  középpontra vonatkozólag.

Ha figyelembe vesszük még, hogy az  $ABC$  desmikus négyszöghármashoz konjugált  $N_2N_3N_4$  négyszöghármas  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  négyszögeinek átlósháromszögei  $a_2\beta_2\gamma_2$ ,  $\alpha_3\beta_3\gamma_3$ ,  $\alpha_4\beta_4\gamma_4$ , akkor az előbbi szerint a második és harmadik, a harmadik és első, végre az első és második átlósháromszög megfelelőleg szintén egy  $\nu_2$ ,  $\nu_3$ ,  $\nu_4$  középpontra vonatkozólag perspektív. S mert az  $ABC$  négyszögek két átlósháromszögének homológ oldalai egymást a  $\nu_2$ ,  $\nu_3$ ,  $\nu_4$  pontokban metszik, amelyek a perspektivitás folytán egy egyenesen vannak, azért az  $ABC$  desmikus négyszögek átlósháromszögei párjával perspektívek és e perspektívításokhoz tartozó  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  perspektívítási középpontok ugyanegy egyenesen vannak. Ez az  $\alpha\beta\gamma$  egyenes, valamint a  $\nu_2\nu_3\nu_4$  egyenes, továbbá az átlósháromszögek kilenc oldala, végre az átlósháromszögek homológ csücsait projiciáló kilenc sugár egy  $(20_3, 15_4)$  HESSE-konfigurációnak a húsz egyenese; a három háromszög kilenc csücska, a homológ oldalak három metszéspontja és a három perspektívítási középpont a konfigurációnak tizenöt pontja.

Azonban a három átlósháromszög még közelebbi vonatkozásban is van egymással.

Ha ugyanis a  $c_4$  kúpszelet köré írt  $N_2 = E_{12}F_{12}F_{34}F_{34}$  négyszöget nézzük, amelynek oldalai  $E_{12}F_{12} = A_1A_2$ ,  $E_{12}F_{34} = B_3B_4$ ,  $E_{34}F_{34} = A_3A_4$ ,  $F_{34}E_{12} = B_1B_2$ , és átlósháromszöge  $\alpha_2\beta_2\gamma_2$ , akkor azt látjuk, hogy  $c_4$  kúpszeletre vonatkozólag a  $\gamma_2$  pont polárisa az  $\alpha_2\beta_2$  egyenes. De az  $\alpha_2$  pontnak  $c_4$ -re vonatkozó polárisa az  $\alpha_4\beta_3$  egyenes és  $\beta_2$  pont polárisa az  $\alpha_3\beta_4$  egyenes, ezek az egyenesek tehát a  $\gamma_2$  pontban metszik egymást. A desmikus négyszöghármasnak e tulajdonsága általános, tehát független a  $c_4$  kúpszelettől, azaz az átlópontok közül mindig olyan három, amely különböző betűvel és különböző mutatóval van jelölve, egy egyenesen van, s így ezek az egyenesek csak a következők lehetnek:  $\alpha_3\beta_2\gamma_4$ ,  $\alpha_3\beta_4\gamma_2$ ,  $\alpha_2\beta_4\gamma_3$ ,  $\alpha_4\beta_2\gamma_3$ ,  $\alpha_4\beta_3\gamma_2$ ,  $\alpha_2\beta_3\gamma_4$ .

Ezt a hat egyenest, amelyen a desmikus négyszöghármas négyszögeinek átlópontjai hármasával rajta vannak: az *átlópontok egyenesé*-nek vagy rövidebben *átlósegyenes*-nek akarjuk nevezni.

Ha e hat átlósegyenest, amint felirtuk, egy hatoldal egymásra következő oldalainak tekintjük, akkor azt látjuk, hogy szembenfekvő csúcsainak összekötő egyenesi  $a_3a_4$ ,  $\beta_3\beta_4$ ,  $\gamma_3\gamma_4$  (az  $a_3\beta_3\gamma_3$ ,  $a_4\beta_4\gamma_4$  háromszögek perspektivitása folytán) egymást egy pontban metszik. Ama hat egyenes tehát egy BRIANCHON-hatoldalnak oldala, azaz egy kúpszeletet,  $x$ -át, érint.

Így tehát:

*A desmikus négyszöghármas hat átlósegyenese egy kúpszeletnek hat érintője.*

$N_2 = E_{12}F_{12}E_{34}F_{34}$  négyszög  $E_{12}E_{34} = C_1C_2$ ,  $F_{12}F_{34} = C_3C_4$  átlói, konjugált polárisai a  $c_4$  kúpszeletnek és harmonikusan választják el az  $a_2 = (E_{12}F_{12}, E_{34}F_{34})$ ,  $\beta_2 = (E_{12}F_{34}, E_{34}F_{12})$  pontokat és így egyszersmind e pontoknak a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó  $a_4\beta_3\gamma_2$ ,  $a_3\beta_4\gamma_2$  polárisait is. Tehát a  $C$  négyszög  $\gamma_2$  átlópontjából kisugárzó oldalpár harmonikusan van elválasztva a  $\gamma_2$  átlópontból kisugárzó két átlósegyenestől. Ezért mondhatjuk:

*A desmikus négyszöghármas bármely négyszögjének egy átlópontjába ütköző két átlósegyenese és két oldala egymást harmonikusan választja el.*

5. Amint az imént láttuk, a  $C$  négyszögnek  $\gamma_2$  átlópontjába ütköző  $C_1C_2$ ,  $C_3C_4$  oldalai nemcsak az  $a_4\beta_3\gamma_2$ ,  $a_3\beta_4\gamma_2$  átlósegyeneseit, hanem azoknak a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó  $a_2$ ,  $\beta_2$  pólusait is harmonikusan választják el, úgyszintén a négyszög  $\gamma_3$ ,  $\gamma_4$  átlópontjait, tehát: az  $a_2\beta_2$ ,  $a_3\beta_3$ ,  $a_4\beta_4$  és  $\gamma_3\beta_4$  átlópontpárokat.

E tulajdonság független a  $c_4$  kúpszelettől és ezért például az  $A$  négyszögnek az  $a_3$  átlópontba ütköző  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$  oldalpárja a többi nyolek átlópontból képezhető következő párokat:  $a_2a_4$ ,  $\beta_2\gamma_2$ ,  $\beta_3\gamma_3$ ,  $\beta_4\gamma_4$ -et, harmonikusan választja el.

E tulajdonságot arra használhatjuk fel, hogy a desmikus négyszöghármaszt annak hat átlósegyeneséből megszerkeszthessük.

A fönnebbi jelölést megtartva, legyen  $a_3\beta_3\gamma_3a_4\beta_4\gamma_4$  egy tetszőszerinti BRIANCHON-hatoldal.

Az előbbieket szerint az  $A$  négyszögnek az  $a_3$  csúcsba ütköző  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$  oldalpárja az  $a_3$  csúccsal szomszédos  $\beta_4\gamma_4$  és a szemben fekvő  $a_4$  csúccsal szomszédos  $\beta_3\gamma_3$  csúcspárokat harmo-

nikusan választja el; ugyanezeket a pontpárokat választja el harmonikusan az  $\alpha_4$  pontba ütköző  $A_1A_4, A_2A_3$  oldalpár is; végre az  $A_1A_2, A_3A_4$  oldalpár a hatoldalnak az  $\alpha_2$  átlópontba ütköző  $\beta_3\gamma_4, \beta_4\gamma_3$  szembenfekvő oldalait és az  $\alpha_3, \alpha_4$  szembenfekvő csúcsait választja el harmonikusan. E tulajdonságból az  $A$  négyszögnek mind a három szembenfekvő oldalpárja, és analóg a  $B$  és  $C$  négyszögnek szembenfekvő oldalpárjai megszerkeszthetők. Minthogy pedig az átlóegyenesek egy általános (nem valami különös) BRIANCHON-hatoldalnak oldalai, mondhatjuk:

*Egy BRIANCHON-hatoldal mind a három szemben fekvő csúcsából kisugárzó két-két egyenespár, amely a csúcsokkal szomszédos két csúcspárt harmonikusan választja el: három desmikus négyszögnek két-két szembenfekvő oldalát képezi; a BRIANCHON-hatoldal oldalai ezeknek átlóegyenesei.*

Tekintve, hogy a desmikus négyszögek harmadik szemben fekvő oldalpárja a BRIANCHON-hatoldal két szemben fekvő oldalát és az ezeken kívül levő két szembenfekvő csúcsát harmonikusan választja el: a BRIANCHON-hatoldalnak és egyszersmind a dualis PASCAL-hatszögnek egy új tulajdonságát találtuk, amely így fejezhető ki:

*Az az egyenespár, amely egy BRIANCHON-hatoldalnak két szembenfekvő oldalát és az ezeken kívül fekvő két csúcsát, továbbá e két csúcsból kisugárzó két egyenespár, amely e csúcsokkal szomszédos két csúcspárt harmonikusan választja el: egy négyszögnek három szembenfekvő oldalpárja.*

*Az a pontpár, amely egy PASCAL-hatszög két szembenfekvő csúcsát és e csúcsokon át nem menő két oldalát, továbbá az a két pontpár, amely ezeken az oldalakon a velők szomszédos két oldalpárt harmonikusan választja el: egy négyszögnek három szembenfekvő csúcspárját képezi.*

6. A desmikus négyszöghármas átlóegyenesein egy-egy négyszögnek szembenfekvő oldalpárjai egymást három-három pontban metszik; de vannak olyan egyenesek is, amelyen a desmikus négyszögek különböző négyszögeinek szembenfekvő oldalpárjai egymást három-három pontban metszik.

Hogy ezeket az egyeneseket megismerhessük, jelöljük a  $c_4$

kúpszelet köré írt  $A_1A_2, B_1B_3, A_3A_4, B_2B_4$  egymásra következő oldalú négyszögnek a csúcsait

$$\begin{aligned} S &= (A_1A_2, B_1B_3), & U &= (B_1B_3, A_3A_4), \\ T &= (A_3A_4, B_2B_3), & V &= (B_2B_4, A_1A_2) \end{aligned}$$

betűkkel.

Tekintve a  $c_4$  kúpszelet köré írt

$$\begin{aligned} A_1F_{13}TA_4F_{24}S & & A_1E_{13}UA_4E_{24}V \\ A_2E_{24}TA_3E_{13}S & & A_2F_{24}UA_3F_{13}V \\ B_1F_{34}TB_4F_{12}S & & B_4E_{34}UB_1E_{12}V \\ B_3E_{34}TB_2E_{12}S & & B_2F_{34}UB_3F_{12}V \end{aligned}$$

BRIANCHON-hatoldalokat és azt, hogy

$$E_{12}E_{34} = C_3C_4, \quad F_{12}F_{34} = C_1C_2, \quad E_{13}E_{24} = C_2C_4, \quad F_{13}F_{24} = C_1C_3,$$

nyilván az :

$$\begin{aligned} A_1A_4, C_1C_3 & & A_1A_4, C_2C_4 \\ A_2A_3, C_2C_4 & & A_2A_3, C_1C_3 \\ B_1B_4, C_1C_2 & & B_1B_4, C_3C_4 \\ B_3B_2, C_3C_4 & & B_2B_3, C_1C_2 \end{aligned}$$

egyenespárok egymást az  $ST = x_1$  illetőleg az  $UV = y_1$  egyenesen metszik. És mert az  $S, T, U, V$  pontok is az  $A$  és  $B$  négyszögek oldalainak metszései, azért az

$$\begin{aligned} A_1A_2A_3A_4 \\ B_1B_4B_2B_3 \\ C_1C_3C_4C_2 \end{aligned}$$

egyszerű négyszögek következő oldalpárjainak metszéspontjai

$$\begin{aligned} A_1A_2, B_1B_3 & & B_1B_4, C_1C_2 & & C_1C_3, A_1A_4 \\ A_3A_4, B_2B_4 & & B_2B_3, C_3C_4 & & C_2C_4, A_2A_3 \\ \\ A_1A_2, B_2B_4 & & B_1B_4, C_3C_4 & & C_1C_3, A_2A_3 \\ A_3A_4, B_1B_3 & & B_2B_3, C_1C_2 & & C_2C_4, A_1A_4 \end{aligned}$$

az  $x_1$ , illetőleg az  $y_1$  egyenesen vannak, amely egyenesek mint a  $c_4$  kúpszelet köré írt  $SUTV$  négyszög átlói: e kúpszeletnek konjugált polárisai.

Vizsgáljuk meg, hogy hányféleképp lehet az  $A, B, C$  desmikus négyszögeket ily egyszerű négyszöghármasokká egyesíteni. A vizsgálat azt mutatja, hogy az általános típus:

$$\begin{aligned} &A_1A_jA_kA_l \\ &B_1B_lB_jB_k \\ &C_1C_kC_lC_j, \end{aligned}$$

vagyis a négyszögek következőképpen csoportosíthatók hármasokká:

$$\begin{array}{ccc} A_1A_2A_3A_4 & A_1A_3A_4A_2 & A_1A_4A_2A_3 \\ B_1B_4B_2B_3 & B_1B_2B_3B_4 & B_1B_3B_4B_2 \\ C_1C_3C_4C_2 & C_1C_4C_2C_3 & C_1C_2C_3C_4 \\ \\ A_1A_3A_2A_4 & A_1A_4A_3A_2 & A_1A_2A_4A_3 \\ B_1B_4B_3B_2 & B_1B_2B_4B_3 & B_1B_3B_2B_4 \\ C_1C_2C_4C_3 & C_1C_3C_2C_4 & C_1C_4C_3C_2. \end{array}$$

Mi azokat az egyenespárokat, amelyekeken ezeknek az egyszerű négyszöghármasoknak szembenfekvő oldalpárjai egymást három párjával metszik, rendre  $x_1y_1, x_3y_3, x_5y_5; x_2y_2, x_4y_4, x_6y_6$ -tal, és általánosan  $x_ny_n$ -nel akarjuk jelölni.

Így tehát:

Az  $ABC$  desmikus négyszöghármasok hatféleképp csoportosíthatók oly egyszerű négyszöghármasokká

$$\begin{aligned} &A_1A_jA_kA_l \\ &B_1B_lB_jB_k \\ &C_1C_kC_lC_j \end{aligned}$$

hogy az első négyszögnek egy szembenfekvő oldalpárja ( $A_1A_j, A_kA_l$ ), a második négyszögnek egy szembenfekvő oldalpárját ( $B_1B_k, B_lB_j$ -t), és ennek a másik oldalpárja ( $B_1B_l, B_jB_k$ ), a harmadiknak egy bizonyos szembenfekvő oldalpárját ( $C_1C_j, C_kC_l$ -t), végre ennek a másik oldalpárja ( $C_1C_k, C_lC_j$ ) az elsőnek visszamaradt oldalpárját ( $A_1A_l, A_jA_k$ -t) egy  $x_n$  és egy  $y_n$  egyenes három pontjában metszi.

Ilyen  $x_ny_n$  egyenespár, amelyen a desmikus négyszöghármasok egyszerű négyszöghármasainak szembenfekvő oldalpárjai egymást metszik, hat van.



Ezt még a következőkép is kifejezhetjük:

*A desmikus négyszöghármasból hatféleképp lehet oly egyszerű négyszöghármasokat leszármaztatni, hogy ezek ciklikus rendben vett szembenfekvő oldalainak metszőpontpárjai egy-egy egyenespárnak három-három pontpárjai legyenek.*

7. E hat  $x_n y_n$  egyenespáron, amelyen a desmikus négyszöghármasok egyszerű négyszögpárjainak szembenfekvő oldalpárjai ciklikus rendben egymást három-három pontpárban metszik, azoknak csúcsegyenesei is páronként négy-négy pontban találkoznak.

Hogy ezt belássuk, vegyük figyelembe (3. ábra) az

$$\begin{array}{ll} A_1 A_3 T B_4 B_3 S & A_1 A_3 U B_1 B_2 V \\ A_2 A_4 T B_2 B_1 S & A_2 A_4 U B_3 B_4 V \\ A_1 A_3 T B_2 B_1 S & A_1 A_3 U B_3 B_4 V \\ A_2 A_4 T B_4 B_3 S & A_2 A_4 U B_1 B_2 V \end{array}$$

BRIANCHON-hatoldalakat. Ezeknek BRIANCHON-pontjai, vagyis az

$$\begin{array}{ll} A_1 B_4 C_4, A_3 B_3 C_1 & A_1 B_1 C_1, A_3 B_2 C_4 \\ A_2 B_2 C_1, A_4 B_1 C_4 & A_2 B_3 C_4, A_4 B_4 C_1 \\ A_3 B_1 C_3, A_1 B_2 C_2 & A_3 B_4 C_2, A_1 B_3 C_3 \\ A_4 B_3 C_2, A_2 B_4 C_3 & A_4 B_2 C_3, A_2 B_1 C_2 \end{array}$$

csúcsegyenespárok metszőpontjai, az  $ST = x_1$ , illetőleg az  $UV = y_1$ , egyenesen vannak.

Az első négy és a második négy csúcsegyenespárból a következő négyszögpárok állíthatók össze:

$$\begin{array}{lll} A_1 B_4 A_2 B_2 & B_4 C_4 B_1 C_3 & C_4 A_1 C_2 A_4 \\ A_3 B_3 A_4 B_1 & B_3 C_1 B_2 C_2 & C_1 A_3 C_3 A_2 \\ \\ A_1 B_1 A_2 B_3 & B_1 C_1 B_4 C_2 & C_1 A_1 C_3 A_4 \\ A_3 B_2 A_4 B_4 & B_2 C_4 B_3 C_3 & C_4 A_3 C_2 A_2 \end{array}$$

amelynek homológ oldalai egymást az  $x_1$ , illetőleg az  $y_1$  egyenes négy pontjában metszik, míg átlói az  $y_1$ , illetőleg az  $x_1$  egyenest metszik ugyanabban a három pontpárban, mint az előbbi első egyszerű desmikus négyszöghármasnak szembenfekvő oldalpárjai.

Az általános típusa azoknak a csúcsegyenespároknek, amelyek egymást két összetartozó  $x_n$  és  $y_n$  egyenesen metszik:

$$x_n \begin{cases} A_1 B_j C_j & A_k B_k C_l \\ A_k B_l C_k & A_1 B_l C_l \\ A_l B_l C_l & A_j B_1 C_j \\ A_j B_k C_l & A_l B_j C_k \end{cases} \quad y_n \begin{cases} A_1 B_1 C_1 & A_k B_l C_j \\ A_j B_l C_k & A_l B_1 C_l \\ A_k B_j C_l & A_1 B_k C_k \\ A_l B_k C_j & A_j B_j C_1 \end{cases}$$

és a szerint amint a  $jk/l$  mutatók helyébe megfelelőleg a 432, 243, 324; 423, 234, 342 számokat írjuk, megkapjuk az  $x_1 y_1$ ,  $x_3 y_3$ ,  $x_5 y_5$ ;  $x_2 y_2$ ,  $x_4 y_4$ ,  $x_6 y_6$  egyenespárokat.

A csúcsegyenespárból összeállítható négyszögpárok pedig, amelyeknek homológ oldalai egymást az  $x_n$ , illetőleg  $y_n$  egyenesen metszik, a következők:

$$\begin{array}{lll} A_1 B_j A_l B_l & B_j C_j B_1 C_k & C_j A_1 C_l A_j \\ A_k B_k A_j B_1 & B_k C_l B_l C_l & C_l A_k C_k A_l \\ A_1 B_1 A_l B_k & B_1 C_1 B_j C_l & C_l A_1 C_k A_j \\ A_k B_l A_j B_j & B_l C_j B_k C_k & C_j A_k C_l A_l \end{array}$$

Mint hogy hat ily  $x_n y_n$  egyenespár van, azért a tizenhat csúcsegyenest hatfélekép lehet kétszer négy párra bontani, hogy négy párnak négy metszőpontja egy  $x_n$ , és a másik négy párnak négy metszőpontja az ezzel kapcsolatos  $y_n$  egyenes legyen.

Ezért mondhatjuk:

*A desmikus négyszöghármas tizenhat csúcsegyenese hatfélekép bontható kétszer négy egyenespárra, amely párok egyenesei egymást az előbbi  $x_n$ ,  $y_n$  egyenesek négy-négy pontjában metszik.*

*Minden ilyen egyenesen, mint  $x_n$  és  $y_n$ , a négy metszőpont három pontpárra bontható, amely három involúciónak a társpontpárja, s ezekhez az involúciókhoz tartozik a desmikus négyszöghármas három egyszerű négyszöge szembenfekvő oldalpárjainak egy-egy metszőpontpárja a hozzátartozó  $x_n$ ,  $y_n$  egyenessel.*

8. Vizsgáljuk most meg a desmikus négyszöghármasokkal kapcsolatos hat  $x_n y_n$  egyenespárnak és e párok  $(x_n y_n) = n$ , ( $n = 1, \dots, 6$ ) metszőpontjainak kölcsönös helyzetét, mert kell, hogy ezekben is valamilyen szabályszerűség legyen!

Az  $x_1, x_3, x_5$  egyeneseken metszik egymást az alábbi csúcsegyenespárok:

$$x_1 \begin{cases} A_1B_4C_4, A_3B_3C_1 \\ A_1B_2C_2, A_3B_1C_3 \\ A_2B_2C_1, A_4B_1C_4 \\ A_2B_4C_3, A_4B_3C_1 \end{cases} \quad x_3 \begin{cases} A_1B_2C_2, A_4B_4C_1 \\ A_1B_3C_3, A_4B_1C_4 \\ A_3B_3C_1, A_2B_1C_2 \\ A_3B_2C_4, A_2B_4C_3 \end{cases} \quad x_5 \begin{cases} A_1B_3C_3, A_2B_2C_1 \\ A_1B_2C_2, A_3B_1C_3 \\ A_2B_2C_1, A_4B_1C_4 \\ A_2B_4C_3, A_4B_3C_2 \end{cases}$$

tehát az

$$\begin{matrix} A_2B_1C_2 & A_1B_4C_4 & A_3B_3C_1 \\ A_4B_4C_1 & A_3B_1C_3 & A_1B_2C_2 \end{matrix}$$

csúcsegyenesekből, mint oldalakból képezhető két háromszögnek homológ csúcspontjai az  $x_1, x_3, x_5$  egyeneseken vannak, és a két háromszög nem homológ oldalainak metszéspontjai  $B_1, C_2, B_4, A_1, C_1, A_3$  az  $A_1B_1C_1, A_3B_4C_2$  csúcsegyeneseknek pontjai.

Ámde ha két háromszög nem homológ oldalai egymást két egyenesen (vagy egy kúpszeleten) metszik, akkor a homológ oldalak metszéspontjai egy egyenesen vannak és így a két háromszög perspektív; tehát a homológ csúcspontokon átmenő egyenesek, a jelen esetben  $x_1, x_3, x_5$ , egy pontban találkoznak.

Ugyanígy kimutatható, hogy a hat pár  $x_n y_n$  egyenes közül az

$$\begin{matrix} x_1x_3x_5 & x_2x_4x_6 \\ x_1y_3y_5 & x_2y_4y_6 \\ y_1x_3y_5 & y_2x_4y_6 \\ y_1y_3x_5 & y_2y_4x_6 \end{matrix}$$

egyeneshármások egy-egy pontban találkoznak és így az  $x_n y_n$  egyenesek két négyszögnek  $[xy]_{135} = x_1x_3x_5y_1y_3y_5$ -nek és  $[xy]_{246} = x_2x_4x_6y_2y_4y_6$ -nak szembenfekvő oldalai.

Ezért mondhatjuk:

*Az a hat  $x_n y_n$ , ( $n = 1, \dots, 6$ ) egyenespár, amelyen a desmikus négyszöghármások oldalpárjai három pontpárban, és azoknak csúcsegyenesei párjával pontnégyesekben találkoznak: két négyszögnek szembenfekvő oldalpárjai.*

E két négyszöget az  $ABC$  desmikus négyszöghármáshoz adjungált-nak akarjuk nevezni.

Megjegyezhető még, hogy a két adjungált négyszög szem-

benfekvő  $x_n, y_n$  oldalai, átlói az  $A$  és a  $B$  négyszögek szembenfekvő oldalaiból alakítható (kevert oldalú  $STUV$ ) egyszerű négyszögeknek (6). Ugyanis az  $A$  és a  $B$  négyszögeknek az  $\alpha_2, \beta_3; \alpha_3, \beta_4; \alpha_4, \beta_2$  és az  $\alpha_3, \beta_2; \alpha_4, \beta_3; \alpha_2, \beta_4$  átlópontjaiba ütköző négyszögoldalok szembenfekvő oldalai egy-egy kevert oldalú négyszögnek, amelynek átlói megfelelőleg az  $x_1y_1, x_3y_3, x_5y_5$  és az  $x_2y_2, x_4y_4, x_6y_6$  egyenespárok.

A  $B$  és  $C$ , valamint a  $C$  és  $A$  négyszögek szembenfekvő oldalaiból alakítható kevert oldalú négyszögnek átlói szintén ugyanezek az  $x_ny_n$  egyenespárok (6).

9. Igazolni akarjuk, hogy a két adjungált négyszög két átlósháromszögének, az 135, 246 háromszögeknek, csúcsai egy kúpszeleten vannak. E végből gondoljunk először vissza a  $c_4$  kúpszelet köré írt  $SUTV$  négyszögre (6), amelynek szembenfekvő oldalai egymást az  $\alpha_2 = (SV, TU), \beta_3 = (SU, TV)$  konjugált pólusokban és átlói  $x_1 = ST, y_1 = UV$  az  $1 = (x_1y_1)$  pontban metszik. Ebből látható, hogy  $1\alpha_2\beta_3$  polárisháromszöge a  $c_4$  kúpszeletnek, és ugyanígy következtethető, hogy a  $2\alpha_3\beta_2$  háromszög is polárisháromszöge annak.

Az  $\alpha_3$  ponthoz konjugált pólusok  $\beta_2, 2 = (x_2y_2)$  és  $\alpha_4$ , az  $\alpha_3$  polárisában vannak, amely tehát harmonikusan választja el a  $\beta_2$  pontból a  $c_4$ -hez kisugárzó érintőpárt a  $\beta_2\alpha_3$  egyenestől. De az 5 pont, mint az  $x_5 = (A_2A_4, B_1B_2) (A_2A_3, B_3B_4), y_5 = (A_1A_4, B_3B_4) (A_2A_3, B_1B_2)$  egyeneseknek metszéspontja szintén harmonikusan választja el a  $\beta_2$  pontból kisugárzó érintőket a  $2\alpha_4\beta_2$  egyenestől; tehát az 5 pont az  $\alpha_3\beta_2$  egyenesen van.

Ugyanígy következtethető, hogy a  $3 = (x_3y_3)$  pont is az  $\alpha_3\beta_2$  egyenesen, továbbá a 4 és 6 pont az  $\alpha_2\beta_3$  egyenesen van.

Az  $\alpha_2, \alpha_3$  pontok az  $A_1A_4, A_2A_3$  egyenesektől és így egyszerűsmind ez egyeneseknek az  $\alpha_2\alpha_3$  egyenessel való két metszéspontjától harmonikusan vannak elválasztva, s mert e harmonikus pontnégyesnek a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó polárisai  $2\beta_2, 1\beta_3, A_2A_3, A_1A_4$  szintén harmonikus sugárnégyest képeznek, azért az  $1\beta_3$  sugár az 5 ponton megy át.

Ugyanígy kimutatható, hogy az  $1\alpha_2$  sugár a 3 ponton, a  $2\alpha_3$  és  $2\beta_2$  sugár pedig a 6, illetőleg 4 ponton megy át. Vagy más szóval kifejezve: a  $c_4$  kúpszelet  $1\alpha_2\beta_3, 2\alpha_3\beta_2$  polárishárom-

szögeinek az 1 és 2 csúcsával szembenfekvő oldalai a 2 és 1 csúcsból kisugárzó oldalakat a 6, 4, illetőleg a 3, 5 pontokban metszik.

Ebből látható, hogy az 135, 246 háromszögek hat oldala egyezik a desmikus négyszögek hat átlóegyenesével, és mert e hat egyenes egy kúpszeletnek az érintője, azért az 135, 246 háromszögek oldalai egy  $x$  kúpszeletnek érintői, tehát csúcsai egy másik kúpszeletnek,  $x_1$ -nek, pontjai.

Ezért:

*Az ABC desmikus négyszögháromashoz adjungált két négyszög állóháromszögeinek csúcsai egy kúpszeletnek pontjai, oldalai pedig egy kúpszeletnek érintői.*

Egy egyenesen vannak a desmikus négyszöghármasoknak és az azokhoz adjungált négyszögeknek a következő átlópontjai:

$$\begin{array}{l} 13a_2\beta_4\gamma_3 \quad 35a_3\beta_2\gamma_4 \quad 51a_4\beta_3\gamma_2 \\ 24a_4\beta_2\gamma_3 \quad 46a_2\beta_3\gamma_4 \quad 62a_3\beta_4\gamma_2 \end{array}$$

Mint hogy a desmikus négyszögháromashoz adjungált két négyszög  $[xy]_{135}$ ,  $[xy]_{246}$  szembenfekvő oldalai harmonikusan vannak elválasztva átlóháromszögeknek, 135, 246-nak, két-két oldalától, és ezek a háromszögek egy  $x$  kúpszeletet érintenek, azért az adjungált négyszögek szembenfekvő oldalai a  $x$  kúpszeletnek konjugált polárisai, s így maguk az adjungált négyszögek a  $x$  kúpszeletnek polárisnégyszögei. Tételbe foglalva:

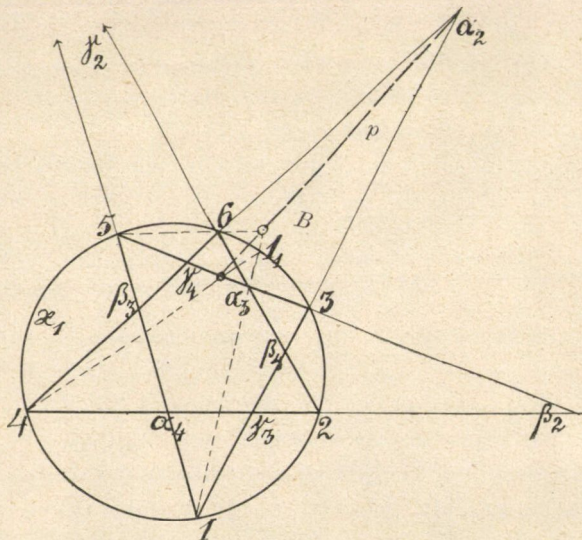
*A desmikus négyszögháromashoz adjungált két négyszög polárisnégyszöge a desmikus négyszöghármas átlóegyeneséből érintett  $x$  kúpszeletnek.*

10. Az átlóegyeneseknek érintőpontjai a tőlük érintett  $x$  kúpszelettel könnyen szerkeszthetők, ha az átlóegyenesek képezte 135, 246 háromszögek köré írható  $x_1$  kúpszeletet figyelembe vesszük.

Ugyanis, ha a 35, 26 oldalak közös pontját az 1 ponttal összekötő egyenes a  $x_1$  kúpszelet az  $1_1$  pontban metszi (4. ábra), akkor (13, 46), (56, 11<sub>1</sub>), (35, 41<sub>1</sub>) pontok az 135641<sub>1</sub> PASCAL-hatszög  $p$  PASCAL-egyenesén vannak.

Ha pedig az 15, 13, 46, 62, 35, 35 BRIANCHON-hatoldalt tekintjük, akkor  $1, 1_1 = (62, 35)$ ; 5, 6; szembenfekvő csúcsok-

nak összekötő egyenesei egymást a hatoldal BRIANCHON-pontjában,  $B$ -ben metszik, és  $e$  ponton, valamint az  $(13, 46)$  ponton átmenő egyenes a  $35$  oldalt a  $x$  kúpszelettel való érintőpontjában találja. Ez utóbbi egyenes azonban a  $p$  PASCAL-egyenes — tehát a  $41_1$  egyenesnek és a  $35$ -oldalnak metszése ez utóbbinak érintőpontja a  $x$  kúpszelettel. E szerint: az  $1$  és  $(35, 26)$  pontnak összekötő egyenese az  $56$  egyenest a  $B$  pontban metszi, és  $e$



4. ábra.

$B$  pontnak összekötő egyenese az  $(13, 46)$  ponttal a  $35$ -öt a  $x$  kúpszelettel való érintőpontjában találja.

Általában mondhatjuk:

*Ha két háromszög egy  $x$  kúpszelet köré és így egy  $x_1$  kúpszeletbe van írva és az egyik háromszög valamely  $a$  oldalának metszőpontját a másik háromszög tetszőszerinti  $b$  oldalával az  $a$ -val szemben fekvő csúcsból a  $x_1$  kúpszeletre projiciáljuk: akkor  $e$  projekciónak összekötő egyenese a  $b$ -vel szemben fekvő csúccsal az  $a$  oldalt annak a  $x$  kúpszelettel való érintőpontjában metszi.*

A desmikus négyszögháromashoz adjungált két négyszög közvetlen megszerkeszthető az átlóegyenesekből.



Hogy e szerkesztést megcsinálhassuk, figyelembe kell vennünk, hogy az  $14, 1x_3; 13, 15; x_1y_1$ , valamint a  $23, 2\beta_4; 24, 26; x_2y_2$  egyenespárok konjugált polárisai a  $c_4$  kúpszeletnek, tehát egy-egy involúciónak társsugárpárjai, s hogy amellet a második és harmadik társsugárpár mindkét involúcióban egymást harmonikusan választja el.

E tulajdonsága az adjungált négyszög más szembenfekvő oldalpárjának is megvan és éppúgy kimutatható, mint az  $x_1y_1, x_2y_2$ -re, ha a  $c_4$  kúpszelet helyett a desmikus négyszöghármas más két négyszögét érintő kúpszeletet (l. a II. sz. alatt) választunk. Így például az  $54, 5\beta_4; 51, 53; x_5y_5$  sugárpárok konjugált polárisok az  $A_1A_2A_3A_4, B_1B_2B_3B_4$  négyszögekben írható  $c_3$  kúpszeletre, s így egy involúciónak társsugarai, amelyben a két utolsó sugárpár egymást harmonikusan választja el.

E tulajdonság felhasználásával végezhetjük a szerkesztést.

Ugyanis a  $x$  kúpszelet köré és a  $x_1$  kúpszeletbe írt  $135, 246$  háromszögek  $35$  oldalának érintőpontja a  $x_1$  kúpszeleten levő involúciónak involúció-középpontja; ebben tehát a  $35, 11_1$  társpontpárok és az a társpontpár  $X_1Y_1$ , amely a  $35$  pontpárt harmonikusan választja el, a  $35$  egyenesnek  $x_1$  kúpszeletre vonatkozó pólusával egy egyenesen van.

E pontinvolúciót a  $x_1$  kúpszelet  $1$  pontjából projiciáló sugárinvolúciónak társsugarai (mert  $(35, 26) = a_3$ ):  $14, 1a_3; 13, 15; 1X_1, 1Y_1$ , — tehát ez utolsó sugárpár egybeesik az  $[xy]_{135}$  adjungált négyszög  $x_1y_1$  szembenfekvő oldalpárjával. Ugyanígy lehet a két adjungált négyszög többi szembenfekvő oldalpárját is megtalálni.

Tételbe foglalva:

*Egy desmikus négyszöghármas hat állóegyenes egy  $x$  kúpszeletnek érintője, ezek közül a nem egymásra következő érintők metszőpontjai egy  $x_1$  kúpszeletbe írt  $135, 246$  háromszögpárnak csúcsai. A  $x$  kúpszelet köré írt két háromszög bármelyik oldalának érintőpontján és az illető oldalnak a  $x_1$  kúpszeletre vonatkozó pólusán átmenő egyenes a  $x_1$  kúpszeletet két pontban metszi, amelynek két összekötő egyenes a háromszögdallal szembenfekvő csúccsal, a desmikus négyszöghármas adjungált négyszögek egyikének szembenfekvő oldalpárja.*

Ez alapon mindkét adjungált négyszög szerkeszthető.

11. Az  $ABC$  desmikus négyszögháromashoz konjugált  $N_2N_3N_4$  négyszögháromas szintén felbontható oly egyszerű négyszögháromasokká, hogy ciklikus rendben vett szembenfekvő oldalainak metszéspontjai három-három pontpárjával hat egyenespáron legyenek.

Ezeknek a négyszögháromasoknak általános típusa

$$\begin{aligned} E_{jk}F_{jk}E_{1l}F_{1l} \\ E_{ij}F_{1k}F_{ij}E_{1k} \\ E_{kl}E_{1j}F_{1l}F_{kl} \end{aligned}$$

s a szemben fekvő oldalpároké, amelyek egymást egy  $x_n$ , illetőleg egy  $y_n$  egyenesen metszik:

$$\begin{aligned} E_{jk}F_{jk}, E_{ij}E_{1k} & E_{ij}F_{1k}, E_{kl}F_{kl} & E_{kl}E_{1j}, E_{jk}F_{1l} \\ E_{1l}F_{1l}, F_{1k}F_{ij} & E_{ij}F_{1k}, F_{1j}E_{1j} & F_{1j}F_{kl}, F_{jk}E_{1l} \\ \\ E_{jk}F_{jk}, F_{1k}F_{ij} & E_{ij}F_{1k}, E_{1j}F_{1j} & E_{kl}E_{1j}, F_{jk}E_{1l} \\ E_{1l}F_{1k}, E_{ij}E_{1k} & F_{ij}E_{1k}, E_{kl}F_{kl} & F_{1j}F_{kl}, E_{jk}F_{1l}; \end{aligned}$$

és ha a  $jkl$  mutatók helyett rendre 234, 342, 423; 324, 432, 243 számokat írjuk, megkapjuk azokat az egyszerű négyszögháromasokat, amelyeknek ciklikus rendben vett szembenfekvő oldalai egymást az  $x_1y_1, x_3y_3, x_5y_5, x_2y_2, x_4y_4, x_6y_6$  egyenespárokön metszik. Ugyanis például az első négyszögháromasnak ciklikus rendben vett szembenfekvő oldalpárjai:

$$\begin{aligned} E_{23}F_{23}, E_{24}E_{13} & E_{24}F_{13}, E_{34}F_{34} & E_{34}E_{12}, E_{23}F_{14} \\ E_{14}F_{14}, F_{13}F_{24} & F_{34}E_{13}, E_{12}F_{12} & F_{34}F_{12}, F_{23}E_{14} \\ \\ E_{23}F_{23}, F_{13}F_{24} & E_{24}F_{13}, E_{12}F_{12} & E_{34}E_{12}, F_{23}E_{14} \\ E_{14}F_{14}, E_{24}E_{13} & F_{24}E_{13}, E_{34}F_{34} & F_{34}F_{12}, E_{23}F_{14} \end{aligned}$$

az

$$\begin{aligned} A_2A_3, C_2C_4 & B_2B_4, A_3A_4 & C_3C_4, B_2B_3 \\ A_1A_4, C_1C_3 & B_1B_3, A_1A_2 & C_1C_2, B_1B_4 \\ \\ A_1A_3, C_1C_3 & B_2B_4, A_1A_2 & C_3C_4, B_1B_4 \\ A_1A_4, C_2C_4 & B_1B_3, A_3A_4 & C_1C_2, B_2B_3 \end{aligned}$$

oldalpárokon vannak, ezek pedig egymást az előbbi  $x_1$ , illetőleg  $y_1$  egyenesen metszik és hasonlóképp szolgáltatják a többi

négyszöghármasok az  $x_3y_3, x_5y_5 \dots$  egyenespárokat, amelyek az  $N_2N_3N_4$  desmikus négyszögekhez adjungált négyszögeknek szemben fekvő oldalai. Tételbe foglalva:

*Konjugált desmikus négyszöghármasokhoz ugyanaz a két négyszög van adjungálva.*

Az általános típusa az  $N_2N_3N_4$  négyszögek ama csúcseyenes párjainak, amelyek egymást az adjungált négyszögek  $x_ny_n$  szembenfekvő oldalán metszik:

$$x_n \begin{cases} E_{1k}E_{1l}E_{kl} & E_{jk}F_{1j}F_{1k} \\ E_{1j}F_{1k}F_{jk} & E_{1k}F_{1l}F_{kl} \\ E_{kj}F_{kl}F_{jl} & E_{1j}E_{1l}E_{jl} \\ E_{jl}F_{1j}F_{1k} & E_{kl}F_{jl}F_{jk} \end{cases} \quad y_n \begin{cases} E_{jk}E_{kl}E_{jl} & E_{1l}F_{1j}F_{jl} \\ E_{1k}F_{1j}F_{jk} & E_{kl}F_{1k}F_{1l} \\ E_{1l}F_{1k}F_{kl} & E_{1j}E_{1k}E_{jk} \\ E_{1j}F_{1l}F_{jl} & E_{jl}F_{jk}F_{kl} \end{cases}$$

és ha itt ismét a  $jkl$  mutatók helyébe a 234, 342, 423; 324, 432, 243 sorszámokat írjuk, megkapjuk az  $x_1y_1, x_3y_3, x_5y_5; x_2y_2, x_4y_4, x_6y_6$  egyenespárokra metsző csúcseyenespárokat.

Meg akarjuk még jegyezni, hogy az  $N_2N_3N_4$  desmikus négyszöghármasnak csúcseyenesesei szintén párjával az adjungált négyszögek oldalainak négy-négy pontjában metszik egymást, de e metszéspontok nem esnek egybe az  $ABC$  desmikus négyszöghármas csúcseyeneseseinek metszéspontjaival, mert a két rendszer csúcseyenesesei különbözők.

## II. Desmikus kúpszeletek.

12. A 3. pontban az  $AB$  desmikus négyszögek oldalainak metszéspontjait és a csúcseit egy négyzetes táblázatban csoportosítottuk, melynek soraiban és oszlopaiban levő pontok harmonikus négyesek voltak. E csoportosítás szerint a sorokban és oszlopokban levő nyolc egyenes a desmikus négyszöghármas oly két egyszerű négyszögének az oldala, amely négyszögekbe egy  $c_4$  kúpszelet beírható volt.

Állapítsuk most meg, hogy az  $ABC$  desmikus négyszöghármasok hány ily kúpszeletet határoznak meg, amelyek tehát a desmikus négyszöghármasok két-két egyszerű négyszögébe vannak írva?

A táblázatnak általános típusa kiterjesztve a desmikus

négyszöghármasok három négyszögparjára, az  $AB$ ,  $BC$ ,  $CA$  párokra, a következő:

$$\begin{array}{lll} A_1 E_{1j} A_j F_{1j} & B_1 F_{kl} B_j E_{1j} & C_1 F_{1j} C_j F_{kl} \\ E_{1k} B_1 F_{jl} B_k & F_{1l} C_1 F_{1k} C_k & F_{1k} A_1 E_{1k} A_k \\ A_k F_{kl} A_l E_{kl} & B_k F_{1j} B_l E_{kl} & C_k E_{1j} C_l E_{kl} \\ F_{1k} B_j E_{jl} B_l & E_{1k} C_j E_{jl} C_l & F_{jl} A_j E_{jl} A_l. \end{array}$$

Ha az első táblázatban a  $jkl$  betűket a 234, 342, 423, 324, 432, 243 számokkal felcseréljük, hat táblázatot nyerünk; de mert az első három táblázat sorai és oszlopai a másik három táblázat oszlopai és soraival megegyezők, az első három és a másik három táblázat ugyanazt a három kúpszeletet szolgáltatja, tehát az  $AB$  desmikus négyszögek csak háromféleképp csoportosíthatók oly egyszerű négyszögparókká, amelyeknek oldalai egy-egy kúpszeletet érintenek. E négyszögparók:

$$\begin{array}{lll} A_1 A_3 A_2 A_4 & A_1 A_4 A_3 A_2 & A_1 A_2 A_4 A_3 \\ B_1 B_3 B_2 B_4 & B_1 B_4 B_3 B_2 & B_1 B_2 B_4 B_3 \end{array}$$

és mi a három kúpszeletet, amely e három négyszögparba van írva, rendre  $c_2$ ,  $c_3$ ,  $c_4$  indexes betűkkel akarjuk jelölni, míg a  $BC$  és  $CA$  desmikus négyszögparókból származó ugyanilyen indexű egyszerű négyszögparókba írható három-három kúpszelet  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ , illetőleg  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ -gyel.

Az  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$  kúpszeletek, amelyek az  $A_1 A_3 A_2 A_4$ ,  $B_1 B_3 B_2 B_4$ ,  $C_1 C_3 C_2 C_4$  egyszerű négyszögek közül a második és harmadikba, a harmadik és elsőbe, végre az első és másodikba vannak írva, az  $N_3$ ,  $N_4$  négyszögeknek következő egyszerű négyszögparjaiba

$$\begin{array}{lll} E_{13} E_{24} F_{13} F_{24} & E_{13} E_{24} F_{24} F_{13} & E_{13} F_{13} E_{24} F_{24} \\ E_{14} E_{23} F_{14} F_{23} & E_{14} E_{23} F_{23} F_{14} & E_{14} F_{14} E_{23} F_{23} \end{array}$$

is be vannak írva, és ugyanígy vannak az  $a_3 b_3 c_3$  és  $a_4 b_4 c_4$  kúpszelethármasok az  $N_4 N_2$ , illetőleg  $N_2 N_3$  négyszögek egyszerű négyszögparjaiba beírva.

És ha három kúpszeletet, amely a desmikus négyszöghármas két négyszögének egyszerű négyszögparjaiba van írva, desmikus kúpszelethármasnak nevezzük, mondhatjuk:

Az  $ABC$  desmikus négyszöghármas kilenc egyszerű négy-

szögét kilencféleképp lehet oly párokká egyesíteni, hogy ezeknek oldalai egy-egy kúpszeletet érítsenek; az  $ABC$ -hez konjugált desmikus négyszöghármas négyszögeiből összeállítható párok ugyanazt a kilenc kúpszeletet érintik, és úgy az egyik, mint a másik desmikus négyszöghármasnak a négyszögpáron kívül levő harmadik négyszöge az illető kúpszeletnek polárisnégyszöge.

A kilenc kúpszelet hat desmikus kúpszelethármasná egyesíthető, ezek közül három és a másik három a két konjugált desmikus négyszöghármas négyszögpárjainak egyszerű négyszögeibe van írva.

Azok az egyszerű négyszögek, amelyek az  $a_j, b_j, c_j$  kúpszeletek köré vannak írva:

$$a_j \begin{cases} B_1 B_k B_j B_l \\ C_1 C_k C_j C_l \\ E_{1k} E_{jl} F_{1k} F_{jl} \\ E_{1l} E_{jk} F_{1l} F_{jk} \end{cases} \quad b_j \begin{cases} C_1 C_k C_j C_l \\ A_1 A_k A_j A_l \\ E_{1k} E_{jl} F_{1k} F_{jl} \\ E_{1l} E_{jk} F_{1l} F_{jk} \end{cases} \quad c_j \begin{cases} A_1 A_k A_j A_l \\ B_1 B_k B_j B_l \\ E_{1k} E_{jl} F_{1k} F_{jl} \\ E_{1l} E_{jk} F_{1l} F_{jk} \end{cases}$$

és az alábbi táblázat soraiba és oszlopaiba levő kúpszeletek oly desmikus kúpszelethármasok, amelyek az illető sorban vagy oszlopban álló négyszögpároknak egyszerű négyszögeibe vannak írva:

$k$	$N_3 N_4$	$N_4 N_2$	$N_2 N_3$
$BC$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
$CA$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
$AB$	$c_2$	$c_3$	$c_4$

13. Két tetszőszerint felvett kúpszelet nem tartozik egy desmikus kúpszelethármashoz. Milyen vonatkozásban van tehát két kúpszelet, ha azokat egy harmadikkal egy desmikus kúpszelethármasná lehet kiegészíteni?

Hogy ezt felismerjük, vegyük figyelembe pl. a  $c_2 c_3 c_4$  desmikus kúpszelethármas, melynek kúpszeletei az  $A, B$  desmikus négyszögek három egyszerű négyszögpárjaiba ( $c_k$  kúpszelet az  $A_1 A_j A_k A_l, B_1 B_j B_k B_l$ -be) vannak írva.

Az  $\alpha_2$  átlóspontnak a  $c_4$  és  $c_3$  kúpszeletre vonatkozó polárisa az  $\alpha_4\beta_3$ , illetőleg  $\alpha_3\beta_4$  átlóegyenes, és ugyanez a kettő a  $\beta_2$  átlóspontnak polárisa a  $c_3$ , illetőleg  $c_4$  kúpszeletre. Hasonlóképp az  $\alpha_3$  átlóspontnak a  $c_2$  és  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó  $\alpha_2\beta_4$ , illetőleg  $\alpha_4\beta_2$  polárisa egyszersmind polárisa a  $\beta_3$  pontnak a  $c_4$ , illetőleg  $c_2$  kúpszeletre, végre az  $\alpha_4$  átlóspontnak a  $c_3$  és  $c_2$  kúpszelethez tartozó  $\alpha_3\beta_2$ , illetőleg  $\alpha_2\beta_3$  polárisa egybeesik a  $\beta_4$  pontnak a  $c_2$ , illetőleg  $c_3$  kúpszelethez tartozó polárisával.

Ezért:

*A desmikus kúpszelethármas bármely kúpszeletpárja közös érintőinek nyolc érintőpontja két egyenesen van, és az a jellemző tulajdonsága a desmikus kúpszelethármas kúpszeletpárjainak.*

Ebből látható, hogy egy kúpszeletsereg egyik kúpszeletéhez ( $c_4$ -hez) három kúpszeletet ( $c_3$ -at) lehet találni, amely az előbbivel egy desmikus kúpszelethármasnak második kúpszelete.

Ha a kúpszeletsereg köré írható négyoldal három szembenfekvő csúcspárjának egyike  $\alpha_2\beta_2$  és a sereg egyik kúpszelete  $c_4$ , akkor  $\alpha_2$  és  $\beta_2$  pontnak a  $c_4$ -re vonatkozó polárisai a  $\beta_2$ , illetőleg  $\alpha_2$  pontból kisugárzó érintőpárt a sereg egy  $c_3$  kúpszeletének érintőpontjaiban metszik, amely a  $c_4$ -vel együtt egy desmikus kúpszelethármas két kúpszelete lesz.

Ha aztán az  $\alpha_2$  és  $\beta_2$  pontnak a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó polárisain a  $\beta_3$ , illetőleg  $\alpha_3$  pontot tetszésszerint vesszük fel, akkor az  $\alpha_2\alpha_3$  és  $\beta_2\beta_3$  pontpárból a  $c_4$ -hez kisugárzó érintőpárok egy  $A$  és egy  $B$  teljes négyszög egyszerű négyszögének oldalai, és más egyszerű négyszögének oldalai a  $c_3$  kúpszeletet is érintik és egy desmikus négyszöghármashoz tartoznak. Az a  $c_2$  kúpszelet, amely az  $\alpha_3$  és  $\beta_3$  pontból a  $c_4$ -hez kisugárzó érintőpárokat ott érinti, ahol ezeket a  $\beta_3$ , illetőleg  $\alpha_3$  pontnak a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó polárisa metszi, a  $c_4$ ,  $c_3$  kúpszeleteket egy desmikus kúpszelethármassá egészíti ki. Minthogy az  $\alpha_3$  és a  $\beta_3$  pontokat az illető polárisokon  $\infty^1$ -szer vehetjük fel, mondhatjuk:

*Ha két kúpszelet közös érintőinek érintőpontjai egy egyenespáron vannak, akkor  $\infty^2$  kúpszelet található, amely azokat egy desmikus kúpszelethármassá egészíti ki.*



Továbbá:

*A desmikus kúpszelethármas kúpszeletpárjai közös érintőinek érintőpontjai három egyenespáron vannak, amelyek egy BRIANCHON-hatoldalnak szembenfekvő oldalpárjai.*

14. Láttuk a 9. pontban, hogy a  $c_4$  kúpszelet  $1\alpha_2\beta_3$ ,  $2\alpha_3\beta_2$  polárisháromszögeinek oldalai vagy ami ugyanazt mondja: az 135, 246 háromszögeknek bizonyos rendben vett oldalai, a desmikus négyszögeknek átlóegyenesei. Ebből következtethető, hogy mind a kilenc  $a_j$ ,  $b_j$ ,  $c_j$  kúpszelet két polárisháromszögének oldalait az 135, 246 háromszögek oldalaiból lehet összeállítani.

E két háromszög hat oldalából tíz háromszögpár állítható elő, amelyek közül kilenc pár ama kilenc kúpszeletnek poláris-háromszöge, a tizedik pár pedig egy képzetes kúpszeletet,  $k$ -t, határoz meg. Azok a polárisháromszögpárok, amelyek az egyes kúpszeletekhez tartoznak, a következők:

$$\begin{array}{ccc}
 a_3 \left\{ \begin{array}{l} 51 \ 53 \ 46 \\ 24 \ 26 \ 13 \end{array} \right. & a_3 \left\{ \begin{array}{l} 13 \ 15 \ 26 \\ 42 \ 46 \ 35 \end{array} \right. & a_4 \left\{ \begin{array}{l} 31 \ 35 \ 24 \\ 63 \ 62 \ 15 \end{array} \right. \\
 b_2 \left\{ \begin{array}{l} 13 \ 15 \ 24 \\ 62 \ 64 \ 35 \end{array} \right. & b_3 \left\{ \begin{array}{l} 35 \ 31 \ 46 \\ 24 \ 26 \ 15 \end{array} \right. & b_4 \left\{ \begin{array}{l} 51 \ 53 \ 26 \\ 42 \ 46 \ 13 \end{array} \right. \\
 c_2 \left\{ \begin{array}{l} 31 \ 35 \ 62 \\ 46 \ 42 \ 15 \end{array} \right. & c_3 \left\{ \begin{array}{l} 51 \ 53 \ 24 \\ 62 \ 64 \ 13 \end{array} \right. & c_4 \left\{ \begin{array}{l} 13 \ 15 \ 46 \\ 24 \ 26 \ 35 \end{array} \right. \\
 & & k \left\{ \begin{array}{l} 13 \ 35 \ 51 \\ 26 \ 64 \ 42 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Hogy a  $k$  kúpszelet képzetes, az onnan következik, hogy az 135 polárisháromszögének oldalain a konjugált pólusok egymást elválasztják.

Ugyanis a 246 polárisháromszög bármelyik oldala (pl. a 24) az 135 háromszögnek két oldalát (15, 35 oldalát) a véges részében, a harmadikat a véges részen kívül metszi, míg az első oldallal (24-gyel) szemben fekvő (6) csúcsnak összekötő egyenesei az 135 háromszög előbbi oldalaival szemben levő (3, 1) csúcsokkal az illető oldalakat (15, 35-öt) a véges részen kívül a harmadikat (13-at) a véges részen metszi. Minthogy pedig e metszőpontok az 135 háromszög oldalain konjugált pólusai a

$k$  kúpszeletnek és a csúcspontokat, amelyek szintén konjugált pólusok, elválasztják, — a  $k$ -nak képzetes kúpszeletnek kell lenni. De fordítva is következik:

*Egy BRIANCHON-hatoldal oldalai tíz pár háromszögre bont-  
hatók, amely mint polárisháromszög tíz kúpszeletet határoz  
meg; a hatoldal nem egymásra következő oldalaiából álló két  
háromszög egy képzetes kúpszeletnek, a többi kilenc háromszög-  
pár pedig kilenc valós kúpszeletnek két polárisháromszöge, és  
ez utóbbi kilenc kúpszelet egy desmikus négyszöghármas kilenc  
egyszerű négyszögpárjának oldalait érinti.*

Ugyanis, ha egy  $\gamma_3\beta_4\alpha_3\gamma_4\beta_3\alpha_4$  BRIANCHON-hatoldal szemben fekvő oldalainak metszőpontjai  $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ , úgyhogy az egymásra következő oldalak:  $\alpha_2\beta_4\gamma_3, \alpha_3\beta_4\gamma_2, \alpha_3\beta_2\gamma_4, \alpha_2\beta_3\gamma_4, \alpha_4\beta_3\gamma_2, \alpha_4\beta_2\gamma_3$ , akkor az  $\alpha_2\beta_2\gamma_2, \alpha_3\beta_3\gamma_3, \alpha_4\beta_4\gamma_4$  háromszögek páronként perspektívek és az egy egyenesen levő homológ oldalak metszőpontjaira,  $\alpha, \beta, \gamma$ -ra, mint perspektivitási középpontokra az  $\alpha_2\alpha_3\alpha_4, \beta_2\beta_3\beta_4, \gamma_2\gamma_3\gamma_4$  háromszögek páronként perspektívek.

Ha a hatoldal első, harmadik és ötödik oldalát 13, 35, 51-gyel, a második, negyedik és hatodik oldalát pedig 26, 64, 42-vel jelöljük, akkor az 135, 246 háromszögek egy képzetes kúpszeletnek polárisháromszögei. E háromszög oldalaiából, avagy a hatoldal oldalaiából alakítható többi kilenc háromszögpár egy-egy valós kúpszeletnek két polárisháromszöge, amelyet ez meg is határoz. Ilyen valós kúpszeletet,  $c_4$ -et, szolgáltatnak például az 13 15 46, 24 26 35 oldalú, vagy rövidebben írva, az  $1\alpha_2\beta_3, 2\alpha_3\beta_2$  polárisháromszögek.

Minthogy az  $\alpha_2 = (46, 13), \beta_3 = (46, 15); \alpha_3 = (35, 26), \beta_2 = (35, 24)$  pontpárok konjugált pólusai a  $c_4$  kúpszeletnek, azért az  $\alpha_2, \alpha_3$  és a  $\beta_2, \beta_3$  pontpárokból kisugárzó érintőpárok egy  $A = A_1A_2A_4A_3$ , illetőleg egy  $B = B_1B_2B_4B_3$  négyszögnek oldalai, amelyek (4) egy desmikus négyszöghármasnak két egyszerű négyszögei.

Az  $AB$  négyszögeket egy  $C$  négyszög desmikus négyszöghármassá egészíti ki, és ezeknek egyszerű négyszögpárjai még nyolc más kúpszeletet érintenek, amelyre vonatkozólag a megadott BRIANCHON-hatoldal oldalaiából összeállítható háromszögpárok polárisháromszögek, míg egyike a desmikus négyszögek-

nek, amely nem érinti az illető kúpszeletet, annak poláris-négyszöge.

(Az 5. pontban a desmikus négyszöghármas  $s$  a 9. pontban ennek két adjungált négyszögét a  $c_4$  kúpszelet nélkül magából a BRIANCHON-hatoldalt képező átlóegyenesekből szerkesztettük.)

Mint hogy a desmikus négyszöghármas  $A$  négyszöge a három  $a_j$  kúpszeletnek,  $B$  négyszöge a három  $b_j$  kúpszeletnek, végre a  $C$  négyszöge a három  $c_j$  kúpszeletnek a polárisnégyszöge, azért azt kérdezhetjük, hogy mily vonatkozásban vannak e négyszögek a kilenc kúpszelettel oly szoros kapcsolatban levő  $k$  kúpszelettel?

Az 135, 246 a  $k$  kúpszeletnek két polárisháromszöge; ezért az az egyenespár, amely a 35 és 46 egyeneseket és azoknak a  $k$ -ra vonatkozó 1 és 2 pólusait harmonikusan elválasztja, és amely az előbbieket szerint a  $C_1C_4$ ,  $C_2C_3$  egyenespár, konjugált polárispárja a  $k$ -nak. S mert az 135 háromszög bármely oldalának metszéspontja a 246 háromszög bármelyik oldalával a desmikus négyszögeknek átlóspontja, és az abból kisugárzó egyenespár, amely a két háromszög illető oldalait, valamint azoknak a  $k$ -ra vonatkozó pólusait harmonikusan elválasztja, egyrészt a négyszögek egy szembenfekvő oldalpárja, másrészt a  $k$ -nak konjugált polárisa, azért azt mondhatjuk:

*Úgy az ABC desmikus négyszöghármasnak, mint a hozzákonjugált  $N_2N_3N_2$  négyszöghármasnak mind a három négyszöge polárisnégyszöge a képzetes kúpszeletnek,  $k$ -nak.*

Az  $a_j$ ,  $b_j$ ,  $c_j$  kilenc valós és  $k$  képzetes kúpszeletről azt mondjuk, hogy egy teljes desmikus kúpszeletrendszer képeznek.

**15.** A BRIANCHON-hatoldal oldalaiából alakított háromszögpárok egy desmikus kúpszeletrendszer képező tíz kúpszeletnek a polárisháromszögei. Kérdés, a tíz háromszögpár közül melyek polárisháromszögei egy desmikus kúpszelethármasnak, mert ezt ismervén: desmikus kúpszelethármasokat ennek alapján is megszerkeszthetjük. Ezt az előbbi táblázatból (14) megtudhatjuk, amelynek soraiban és oszlopaiban desmikus kúpszelethármasok vannak.

Úgyanis, ha egy BRIANCHON-hatoldalnak három oldalát, amelyek közül kettő sem szomszédos, páronként csoportosítjuk és

vagy a köztük levő oldallal háromszöggé egészítjük ki, vagy pedig (nem a köztük levő oldallal, hanem) az egyik vagy másik oldalnak a másik szomszédos oldalával egyesítjük, és ugyanezt tesszük a másik két oldalpárral, tekintettel lévén arra, hogy minden oldalpárhoz a hozzá fűzött harmadik szomszédoldal ugyanabban az értelemben következzen a meglévő oldalakra, mint az első oldalpárnál, és hogyha e háromszögek mindegyikét a hatoldal kimaradt oldalaiból alakított háromszögekkel párokká egyesítjük: akkor az így nyert három háromszög-pár, mint poláris-háromszög egy desmikus kúpszelethármaszt alkotó kúpszeleteket határoz meg.

Így, ha a BRIANCHON-hatoldal oldalai  $abcdef$ , akkor az  $ac$ ,  $ce$ ,  $ea$  oldalpárokat megfelelőleg vagy a  $b$ ,  $d$ ,  $f$  oldallal egészítjük ki, és ekkor a háromszög-párok  $abc$ ,  $def$ ;  $cde$ ,  $fab$ ;  $efa$ ,  $bcd$ ; vagy az  $ac$ ,  $ce$ ,  $ea$  oldalpárokat rendre a  $c$ -,  $e$ -,  $a$ -val szomszédos  $d$ ,  $f$ ,  $b$  oldalakkal egészítjük ki és ekkor a háromszög-párok  $acd$ ,  $bef$ ;  $cef$ ,  $abd$ ;  $eab$ ,  $cdf$ ; vagy végre az  $ac$ ,  $ce$ ,  $ea$  oldalpárokat az  $a$ -,  $c$ -,  $e$ -vel szomszédos  $f$ ,  $b$ ,  $d$  oldalakkal egészítjük ki, amidőn a háromszög-párok:  $fac$ ,  $bde$ ;  $bce$ ,  $dfa$ ;  $dea$ ,  $fbc$ . E háromszög-párok, mint poláris-háromszögek desmikus kúpszelethármaszt alkotó kúpszeleteket határoznak meg, amelyek tehát olyanok, hogy páronként közös érintőinek érintőpontjai négyesével az  $abcdef$  BRIANCHON-hatoldal oldalain vannak, és egyenként két oly teljes négyszög három egyszerű négyszög-párjaiba vannak írva, amelyeknek átlópontjai páronként a hatoldal oldalain vannak.

### III. Képzetes desmikus négyszögek.

16. Az előbbieken tárgyalt  $ABC$ ,  $N_2N_3N_4$  konjugált desmikus négyszöghármasokból új konjugált desmikus négyszöghármasok származtathatók le, amelyeknek négyszögei azonban nem mind valóságosak.

Az  $ABC$ ,  $N_2N_3N_4$  négyszögek oldalai tizennyolc egyenesen vannak és az egyes négyszögekhez tartozó csúcspárok egymást  $e$  tizennyolc egyenesen harmonikusan választják el.

Minden ilyen egyenesen tehát egy konjugált-képzetes pont-

pár választja el az egyes négyszögoldalak csúcspontpárját harmonikusan.

Ezeket a konjugált-képzetes pontokat az  $A, B, C$  négyszögek  $A_iA_j, B_iB_j, C_iC_j$  oldalain  $A_{ij}, A_{ji}; B_{ij}, B_{ji}; C_{ij}, C_{ji}$  betűkkel jelöljük és STAUDT szerint a következő valós harmonikus pontnégyesekkel értelmezzük:

$$\begin{aligned} A_{ij} &= A_iE_{ij}A_jF_{ij} & A_{ji} &= A_jE_{ij}A_iF_{ij} & (i, j, k, l+1) \\ B_{ij} &= B_iE_{ij}B_jF_{kl} & B_{ji} &= B_jE_{ij}B_iF_{kl} \\ C_{1i} &= C_1F_{1i}C_iF_{jk} & C_{i1} &= C_iF_{1i}C_1F_{jk} \\ C_{ij} &= C_iE_{ij}C_jE_{kl} & C_{ji} &= C_jE_{ij}C_iE_{kl} \end{aligned}$$

hol az  $E, F$  pontok indexeinek felcserélése nincs befolyással az illető pontok helyzetére ( $E_{ij} \equiv E_{ji}, F_{ij} \equiv F_{ji}$ ).

Az  $ABC, N_2N_3N_4$  négyszögek minden csúcsából kisugárzik négy valós csúcsegyenes és azonkívül hat konjugált-képzetes sugárpár, amelynek sugarai két-két képzetes pontot és az ezekhez konjugált-képzetes pontokat projiciálják.

És pedig kisugárzanak (ha az  $i, j, k, l$  mutatók 2, 3 vagy 4)

az $A_1$	pontból	a	$B_{1i}C_{1i}, B_{ij}C_{ij}$
a $B_1$	"	a	$C_{1i}A_{1i}, C_{ij}A_{ij}$
a $C_1$	"	az	$A_{1i}B_{1i}, A_{ij}B_{ij}$
az $A_i$	"	a	$B_{1i}C_{1i}, B_{ij}C_{ki}, B_{ki}C_{1j}, B_{jk}C_{kj}$
a $B_i$	"	a	$C_{1i}A_{1i}, C_{1j}A_{ki}, C_{ik}A_{1i}, C_{jk}A_{kj}$
a $C_i$	"	az	$A_{1i}B_{1i}, A_{1j}B_{ik}, A_{ik}B_{1j}, A_{jk}B_{kj}$
az $E_{1i}$	"	az	$A_{1j}A_{ij}, B_{1j}B_{ij}, C_{1j}C_{kl}, C_{ji}C_{ik}$
az $F_{1i}$	"	az	$A_{1j}A_{ji}, B_{1j}B_{kl}, B_{ji}B_{ik}, C_{1j}C_{ij}$
az $F_{ij}$	"	az	$A_{1i}A_{j1}, A_{ki}A_{jk}, B_{1i}B_{ik}, C_{1i}C_{ik}$
az $E_{ij}$	"	az	$\left\{ \begin{array}{l} A_{1i}A_{ij}, B_{1i}B_{ij}, C_{1i}C_{1j} \\ A_{ki}A_{kj}, B_{ki}B_{kj}, C_{ki}C_{kj} \end{array} \right.$

hat képzetes egyenes és az ezekhez konjugált hat képzetes egyenes.

Így pl. a

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{1i} = C_1F_{1i}C_iF_{jk} \\ A_{i1} = A_1F_{1i}A_iE_{1i} \end{array} \right.$$

pontokat összekötő egyenes és az ezekhez konjugált pontokat,  $C_{i1}, A_{1i}$ -t, összekötő egyenes, amely két konjugált-képzetes egye-

nes az  $A_1C_1$ ,  $E_{1i}F_{jk}$ ,  $A_iC_i$  valós egyeneseknek  $B_1$  metszéspontjából sugárzik ki, míg a

$$\begin{cases} C_{1i} = C_1F_{1i}C_iF_{jk} \\ A_{1i} = A_iF_{1i}A_1E_{1i} \end{cases}$$

képzetes pontoknak összekötő egyenese az  $A_iC_1$ ,  $A_1C_i$ ,  $E_{1i}F_{jk}$  egyeneseknek  $A_i$  metszéspontján megy át.

Épp így az

$$\begin{cases} A_{ki} = A_kE_{ki}A_iF_{ki} \\ A_{kj} = A_kE_{kj}A_jF_{kj} \end{cases}$$

képzetes pontokon átmenő egyenesen rajta van az  $E_{ki}E_{kj}$ ,  $A_iA_j$ ,  $F_{ki}F_{kj}$  valós egyenesek metszéspontja.

De nemcsak a valós pontokból, hanem a konfigurációnak képzetes pontjaiból is tizenhat egyenes sugárzik ki, amely azonban mind képzetes.

Így pl. az  $A_{1i}$ , illetőleg  $A_{jk}$  pontokból a következő képzetes egyenesek sugárzanak ki:

$$\begin{array}{llll} A_{1j}E_{ij}, A_{ik}F_{1k}, A_{1k}E_{ik}, A_{ij}F_{1j} & A_{1j}F_{1k}, A_{lk}E_{lj}, A_{1k}E_{lj}, A_{ij}F_{lk} \\ A_{j1}F_{ij}, A_{ki}E_{1k}, A_{k1}F_{ik}, A_{ji}E_{1j} & A_{j1}E_{1k}, A_{ki}F_{lj}, A_{k1}F_{lj}, A_{ji}E_{lk} \\ B_{1i}C_1, B_{jk}C_j, C_{i1}B_1, C_{jk}B_j & B_{jk}C_1, B_{1i}C_j, C_{jk}B_1, C_{1i}B_j \\ B_{i1}C_i, B_{kj}C_k, C_{i1}B_i, C_{kj}B_k & B_{kj}C_k, B_{1i}C_k, C_{kj}B_i, C_{1i}B_k \end{array}$$

Az  $ABC$ ,  $N_2N_3N_4$  négyszögek huszonnégy csúcsa és e négyszögek oldalain tizennyolc konjugált képzetes pontpár, azaz harminchat képzetes pont, továbbá a hatvan pont mindegyikéből kisugárzó tizenhat egyenes, amelynek mindegyikén három pont van: egy ( $360_3$ ,  $60_{16}$ ) konfigurációt képez.

17. Az  $ABC$ ,  $N_2N_3N_4$  valós négyszögek  $A_iA_j$ ,  $A_kA_l$ ;  $B_iB_j$ ,  $B_kB_l$ ;  $C_iC_j$ ,  $C_kC_l$  szembenfekvő oldalain levő  $A_{ij}A_{ji}$ ,  $A_{kl}A_{lk}$ ;  $A_{ij}B_{ji}$ ,  $B_{kl}B_{lk}$ ;  $C_{ij}C_{ji}$ ,  $C_{kl}C_{lk}$  konjugált-képzetes pontpárok a következő kilenc képzetes négyszögnek csúcsai:

$$\begin{array}{l} I_2^a = A_{12}A_{21}A_{34}A_{43}, I_3^a = A_{13}A_{31}A_{24}A_{42}, I_4^a = A_{14}A_{41}A_{23}A_{32} \\ I_2^b = B_{12}B_{21}B_{34}B_{43}, I_3^b = B_{13}B_{31}B_{24}B_{42}, I_4^b = B_{14}B_{41}B_{23}B_{32} \\ I_2^c = C_{12}C_{21}C_{34}C_{43}, I_3^c = C_{13}C_{31}C_{24}C_{42}, I_4^c = C_{14}C_{41}C_{23}C_{32} \end{array}$$



Ezeknek egy szembenfekvő oldalpárjuk valós, a másik kettő konjugált-képzetes; tehát egyszerű négyszögei közül kettőnek egy szembenfekvő oldalpárja valós, a másik szembenfekvő oldalpárja konjugált képzetes, míg a harmadik egyszerű négyszögnek mindkét szembenfekvő oldalpárja konjugált-képzetes.

A kilenc négyszög bármelyikének csúcsait a vele egy sorban vagy oszlopban levő egyik négyszög csúcsaival összekötő tizenhat egyenes az  $ABC$ ,  $N_2N_3N_4$  négyszögek egyikének csúcsain megy keresztül, tehát ez a négyszög amazokkal egy desmikus négyszöghármaszt képez. Így pl. a harmadik oszlopban levő  $I_4^a$ ,  $I_4^b$  négyszögek

$A_{14}B_{14}$	$A_{41}B_{41}$	$A_{23}B_{23}$	$A_{32}B_{32}$	csúcsait összekötő egyenesek a $C_1$ ponton mennek át
$A_{14}B_{41}$	$A_{41}B_{14}$	$A_{23}B_{32}$	$A_{32}B_{23}$	csúcsait összekötő egyenesek a $C_4$ ponton mennek át
$A_{14}B_{32}$	$A_{41}B_{23}$	$A_{23}B_{41}$	$A_{32}A_{14}$	csúcsait összekötő egyenesek a $C_3$ ponton mennek át
$A_{14}B_{23}$	$A_{41}A_{32}$	$A_{23}B_{14}$	$A_{32}B_{41}$	csúcsait összekötő egyenesek a $C_2$ ponton mennek át,

míg a harmadik sorban levő  $I_3^a$ ,  $I_3^b$  négyszögek

$C_{12}C_{13}$	$C_{21}C_{31}$	$C_{42}C_{43}$	$C_{24}C_{34}$	csúcsait összekötő egyenesek az $E_{23}$ ponton mennek át
$C_{21}C_{13}$	$C_{12}C_{31}$	$C_{24}C_{43}$	$C_{42}C_{34}$	csúcsait összekötő egyenesek az $E_{14}$ ponton mennek át
$C_{32}C_{13}$	$C_{23}C_{31}$	$C_{24}C_{12}$	$C_{42}C_{21}$	csúcsait összekötő egyenesek az $F_{23}$ ponton mennek át
$C_{43}C_{13}$	$C_{34}C_{31}$	$C_{42}C_{12}$	$C_{24}C_{21}$	csúcsait összekötő egyenesek az $F_{14}$ ponton mennek át,

mint az a 16. pont táblázataiból látható.

Az előbbi táblázat bármelyik oszlopában lévő két képzetes négyszöghöz és egy valós négyszöghöz a velük sem egy sorban, sem egy oszlopban levő két képzetes négyszög és egy valós négyszög konjugált desmikus.

Így pl. a  $CI_4^aI_4^b$  desmikus négyszöghármashoz az  $N_4I_2^aI_3^b$  desmikus négyszöghármas konjugált.

Hogy ezt igazoljuk, ki kell mutatnunk, hogy az  $I_4^a$  és  $I_4^b$  négyszögnek egy-egy szemben fekvő oldalpárja a  $C$  négyszögnek egy-egy szemben fekvő oldalpárján metszi egymást és hogy ezek a metszéspontok az  $N_4$ ,  $I_2^c$ ,  $I_3^b$  négyszögeknek a csücsai.

Mint közvetlen látható:

a  $C_2C_3$ ,  $A_{23}A_{32} = A_2A_3$ ,  $B_{23}B_{32} = B_2B_3$  négyszögdialak egymást az  $E_{23}$  pontban metszik  
a  $C_2C_3$ ,  $A_{14}A_{41} = A_1A_4$ ,  $B_{14}A_{41} = B_1B_4$  négyszögdialak egymást az  $H_{14}$  pontban metszik  
a  $C_1C_4$ ,  $A_{23}A_{32}$ ,  $B_{14}B_{41}$  négyszögdialak egymást az  $F_{23}$  pontban metszik  
a  $C_1C_4$ ,  $A_{14}A_{41}$ ,  $B_{23}B_{32}$  négyszögdialak egymást az  $F_{14}$  pontban metszik,

tehát az  $N_4$  négyszög az első négyszögháromashoz konjugált négyszögháromashoz tartozik.

Hogy az  $I_2^c$  és  $I_3^b$  is ilyen tulajdonságú, kitűnik a következőkből. A már ismert

$$\begin{array}{ccc} C_2 F_{14} C_4 F_{23} & C_1 F_{23} C_4 E_{14} & \\ F_{13} A_1 E_{13} A_3 & F_{24} B_1 E_{13} B_3 & \\ C_3 E_{14} C_2 E_{23} & C_3 E_{14} C_2 E_{23} & \\ F_{24} A_4 E_{24} A_2 & F_{13} A_4 F_{24} B_2 & \end{array}$$

táblázatok mutatják, hogy az  $A_1A_3A_2A_4$ ,  $C_1C_4C_2C_3$ ;  $B_1B_3B_2B_4$ ,  $C_1C_4C_2C_3$  négyszögpárok a  $b_2$ , illetőleg  $a_2$  kúpszelet köré vannak írva, és az  $A_1A_4$  érintő  $A_{14}$ ,  $A_{41}$  konjugált-képzetek pontjaiból kisugárzó második érintők a  $C_2C_3$ ,  $C_4C_2$ ,  $A_3A_2$  érintőket a  $C_{13}$ ,  $C_{31}$ ;  $C_{24}$ ,  $C_{42}$ ;  $A_{32}$ ,  $A_{23}$  konjugált-képzetes pontpárookban metszik, és a két konjugált-képzetes érintőn levő  $A_{14}A_{32}C_{13}C_{24}$ ,  $A_{41}A_{23}C_{31}C_{42}$  pontnégyesek első pontpárja a második pontpárt harmonikusan választja el. E két konjugált-képzetes érintőnek valós metszéspontja pedig az  $a_3\gamma_4$  átlóegyenesnek a  $b_2$  kúpszeletre vonatkozó pólusa 6; mert e kúpszelet  $A_1E_{14}A_4F_{14}$  érintőjének  $A_1$  és  $A_4$  pontjából kisugárzó  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$  érintők egymást az  $a_3$  pontban, és az  $E_{14}$  és  $F_{14}$  pontjából kisugárzó érintők  $E_{14}C_2C_3$ ,  $F_{14}C_1C_4$  egymást a  $\gamma_4$  pontban metszik, végre, mert ez érintőkből alkotott és a  $b_2$  kúpszelet köré írt  $A_1A_3$ ,  $C_1C_4$ ,  $A_2A_4$ ,

$C_2C_3$  oldalú négyszög átlóinak metszéspontja az  $a_3r_4$  átlóegyenesnek a  $b_2$ -re vonatkozó pólusa 6.

Ugyanígy következik a második táblázatból, melynek sorában és oszlopaiban levő egyenesek az  $a_2$  kúpszeletet érintik, hogy a  $B_1B_4$  érintő  $B_{14}$ ,  $B_{41}$  konjugált-képzetes pontjaiból kisugárzó két érintő a  $C_1C_3$ ,  $C_4C_2$ ,  $B_3B_2$  érintőket a  $C_{13}C_{31}$ ,  $C_{42}C_{24}$ ;  $B_{34}B_{43}$  pontpárokban metszi, és a  $B_{14}B_{32}C_{31}C_{24}$ ,  $B_{41}B_{23}C_{13}C_{42}$  pontnégyes első pontpárja a másodikat harmonikusan választja el.

E két konjugált-képzetes érintőnek valós metszéspontja pedig a  $\beta_3r_4$  átlóegyenesnek az  $a_2$  kúpszeletre vonatkozó pólusa, amely a  $B_1B_3$ ,  $C_1C_4$ ,  $B_2B_4$ ,  $C_2C_3$  oldalú négyszög átlóinak metszéspontja 5.

Ezekből látható, hogy a  $C$ ,  $I_4^a$ ,  $I_4^b$  négyszögek

$C_1C_3$ ,  $A_{14}A_{32}$ ,  $B_{41}B_{23}$  oldalai egymást az  $I_3^c$  négyszög  $C_{13}$  csúcsában metszik,

$C_1C_3$ ,  $A_{41}A_{23}$ ,  $B_{14}B_{32}$  oldalai egymást az  $I_3^c$  négyszög  $C_{31}$  csúcsában metszik,

$C_2C_4$ ,  $A_{14}A_{32}$ ,  $B_{14}B_{32}$  oldalai egymást az  $I_3^c$  négyszög  $C_{24}$  csúcsában metszik,

$C_2C_4$ ,  $A_{41}A_{23}$ ,  $B_{41}B_{23}$  oldalai egymást az  $I_3^c$  négyszög  $C_{42}$  csúcsában metszik

és így az  $I_3^c$  négyszög a  $CI_4^aI_4^b$  négyszögháromszög konjugált.

Ugyanígy kimutatható, ha az előbbi magyarázatban a 3-mas mutatót a 2-essel felcseréljük, hogy az  $I_2^c$  négyszög is ily tulajdonságú, tehát, hogy a  $CI_4^aI_4^b$ ,  $N_4I_3^cI_3^c$  desmikus négyszögháromszögek konjugáltak.

E szerint a hat valós és kilenc képzetes négyszögből, a már ismert valós és a következő kilenc új konjugált desmikus négyszögháromszög írható fel:

$$\begin{array}{l}
 ABC, N_2N_3N_4 \\
 AI_2^bI_2^c, N_2I_3^aI_4^a; \quad AI_3^bI_3^c, N_3I_4^aI_2^a; \quad AI_4^bI_4^c, N_4I_2^aI_3^a; \\
 BI_2^cI_2^a, N_2I_3^bI_4^b; \quad BI_3^cI_3^a, N_3I_4^bI_2^b; \quad BI_4^cI_4^a, N_4I_2^bI_3^b; \\
 CI_2^aI_2^b, N_2I_3^cI_4^c; \quad CI_3^aI_3^b, N_3I_4^cI_2^c; \quad CI_4^aI_4^b, N_4I_2^cI_3^c,
 \end{array}$$

amelyekről azt mondjuk, hogy egy teljes desmikus négyszög-rendszert képeznek. A tizenöt négyszög közül mindegyik négy-

szög négy desmikus négyszöghármasban fordul elő, és a négyszöghármas mindegyike három négyszögből áll (4.15=3.20).

18. Az  $ABC$  négyszögek tizennyole oldalán levő harminchat képzetes pont hatával hat konjugált-képzetes egyenespáron,  $i_j$ -n, van és e hat pont az egyes egyeneseken oly három pontpárra bontható, amelynek bármelyike a másik kettőt harmonikusan választja el.

Ugyanis az előbbi mintára felírt

$$\begin{array}{ll} B_2 F_{14} B_3 E_{23} & B_2 F_{13} B_4 E_{24} \\ E_{12} A_1 F_{12} A_2 & F_{34} C_1 F_{12} C_2 \\ B_1 E_{14} B_4 F_{23} & B_1 F_{24} B_3 E_{13} \\ F_{34} A_4 E_{34} A_4 & E_{14} C_3 E_{34} C_4 \end{array}$$

táblázatból látható, hogy az  $A_{14}A_{32}B_{21}B_{43}$ ,  $C_{13}C_{24}B_{21}B_{43}$  harmonikus pontnégyesekben az első pár a másikat harmonikusan választja el. De már előbb láttuk, hogy az  $A_{14}A_{32}C_{13}C_{24}$  harmonikus pontnégyesben is az első pár szintén harmonikusan választja el a másikat, tehát az  $A_{14}A_{32}B_{21}B_{43}C_{13}C_{24}$  ponthatosban az első, középső és végső pontpár közül bármelyik a másik kettőt harmonikusan választja el, és ugyanez mondható e pontokhoz konjugált-képzetes pontokból alakított  $A_{41}A_{23}B_{12}B_{34}C_{31}C_{42}$  ponthatosról is, amely az előbbihez konjugált-képzetes egyenesen van.

A hat konjugált-képzetes egyenespáron,  $i_j$ -n levő ponthatosok ekkép írhatók fel:

$$\begin{array}{l} \overline{i_2} \\ i_5 \left\{ \begin{array}{lll} \overline{A_{12}A_{34}} & \overline{B_{14}B_{23}} & \overline{C_{13}C_{42}} \\ \overline{A_{43}A_{21}} & \overline{B_{32}B_{41}} & \overline{C_{24}C_{31}} \end{array} \right. \\ \\ \overline{i_3} \left\{ \begin{array}{lll} \overline{B_{31}B_{42}} & \overline{C_{12}C_{43}} & \overline{A_{14}A_{23}} \\ \overline{B_{24}B_{13}} & \overline{C_{34}C_{21}} & \overline{A_{32}A_{41}} \end{array} \right. \\ \\ \overline{i_1} \left\{ \begin{array}{lll} \overline{C_{14}C_{23}} & \overline{A_{13}A_{42}} & \overline{B_{21}B_{34}} \\ \overline{C_{32}C_{41}} & \overline{A_{24}A_{31}} & \overline{B_{43}B_{12}} \end{array} \right. \end{array}$$

E konjugált képzetes egyenesekkel, mint szembenfekvő oldalakkal a kilenc képzetes négyszög e táblázatból

	$i_2$	$i_4$	$i_6$
$i_5$	$I_2^a$	$I_4^b$	$I_3^c$
$i_3$	$I_5^b$	$I_2^c$	$I_4^a$
$i_1$	$I_4^c$	$I_3^a$	$I_2^b$

könnyen kifejezhető, mert minden ily képzetes négyszögnek két szembenfekvő konjugált-képzetes oldalpárja a vele egy sorban és egy oszlopban levő egyenespár; tehát pl. az  $I_4^c = i_1 i_2$ .

A teljes desmikus négyszögrendszer 15 négyszögének 90 oldala hármassával 30 egyenesen (18 valósan és 12 képzetes) van, amely egyenesek hármassával sugárzanak ki a csúcsokból, s így a teljes desmikus négyszögrendszer oldalai és csúcsai egy (30<sub>a</sub>, 60<sub>b</sub>) konfigurációt alkotnak.

Ezek után a találtakat a következő tételbe foglalhatjuk össze:

*Az ABC, N<sub>2</sub>N<sub>3</sub>N<sub>4</sub> konjugált desmikus négyszöghármasok szembenfekvő oldalpárjai kilenc egyenespáron vannak és az egyes egyenespárokon levő csúcspárokat két-két konjugált-képzetes pontpár választja el harmonikusan; ezek a konjugált-képzetes pontpárok a valós négyszögeknek szembenfekvő oldalpárjain kilenc négyszögnek a csúcsai, amely négyszögeknek egy szembenfekvő oldalpárja tehát valós, a másik kettő konjugált-képzetes s ezért a kilenc négyszög képzetes.*

*Két-két ilyen négyszög, amelynek csúcsai az ABC négyszögek közül ugyanegynek (például a C-nek) kétpár szembenfekvő oldalán vannak és az N<sub>2</sub>N<sub>3</sub>N<sub>4</sub> négyszögek közül az, amelynek csúcsai ama négyszögnek (C-nek) a harmadik szembenfekvő oldalán vannak, egy desmikus négyszöghármas képez. Az ehhez konjugált desmikus négyszöghármasnak egyik négyszöge az első négyszög (C), a másik két képzetes négyszögnek csúcsai pedig az ABC négyszöghármas másik két négyszögének (A és B-nek) bizonyos szembenfekvő oldalpárján vannak.*

*Ilyen két képzetes és egy valós négyszögből álló desmikus négyszöghármas tizennyolc van, amely ugyanoly kilenc konju-*

gált desmikus négyszöghármas csoportosul, mint a tizedik valós konjugált desmikus négyszöghármas  $ABC, N_2N_3N_4$ .

A kilenc képzetes négyszögnek összes képzetes csúcsa (36) hat konjugált-képzetes egyenespáron van, úgyhogy minden egyes képzetes egyenesen három négyszögnek egy-egy csúcspárja és a hozzá konjugált egyenesen a másik három csúcspárja van; ezeken az egyeneseken minden csúcspár a másik kettőt harmonikusan választja el.

A tizenöt négyszög kilencven oldala és hatvan csúcsa harminc egyenesen van és egy  $(30_6, 60_3)$  konfigurációt alkot.

19. Az  $I_4^c = C_{14}C_{41}C_{23}C_{32}$  képzetes négyszögnek egyik átlópontja  $\gamma_4$ , a másik kettőt,  $(C_{14}C_{23}, C_{41}C_{32})$  és  $(C_{14}C_{32}, C_{41}C_{23})$ -at, pedig a  $c_4$  kúpszelet segítségével találjuk meg.

Ha ugyanis a  $c_4$  kúpszelet köré irt  $A_1A_2A_4A_3, B_1B_2B_4B_3$  négyszögek oldalait ekkép írjuk fel:

$$\begin{array}{l} A_1 E_{13} A_3 F_{13} \\ E_{12} B_1 F_{34} B_2 \\ A_2 F_{24} A_4 E_{24} \\ F_{12} B_3 E_{34} B_4 \end{array}$$

akkor azt látjuk, hogy e kúpszeletnek az a konjugált-képzetes érintőpárja, amely az  $A_1A_2, A_4A_3; B_1B_3, B_2B_4$  érintőpárokat, tehát egyszersmind az  $A_1A_3, A_4A_2; B_2B_1, B_3B_4$  pontpárokat harmonikusan választja el, és így az  $A_{13}A_{42}B_{21}B_{34}$  képzetes pontokon és az ezekhez konjugált képzetes pontokon,  $A_{31}A_{24}B_{12}B_{43}$ -on, megy át: az 1 pontba ütköző konjugált képzetes egyenespár  $i_1$ .

Ugyanis a  $c_4$  kúpszeletnek az az érintőpárja, amely az  $A_1A_3, A_4A_2; B_2B_1, B_3B_4$  érintőpárokat és így egyszersmind az  $A_1A_2, A_4A_3; B_3B_1, B_2B_4$  pontpárokat harmonikusan választja el s ezért az  $A_{12}A_{43}B_{31}B_{24}$  képzetes pontokon és az ezekhez konjugált képzetes pontokon,  $A_{21}A_{34}B_{13}B_{42}$ -n, megy át: a 2 pontba ütköző konjugált-képzetes egyenespár  $i_2$ .

Ha még figyelembe vesszük azt, hogy az 135, 246 háromszögnek 1, 2 csúcsai  $\gamma_4$  pontba ütköző 35, 46 oldalakkal szembenefekvők, könnyen felírhatók mind a kilenc  $a_j, b_j, c_j$  kúpszelet köré irt  $I_j^a, I_j^b, I_j^c$  képzetes négyszögnek valós átlóháromszögei, mert ezeknek egyik csúcsa megfelelőleg  $a_j, \beta_j, \gamma_j$ , a másik kettő



pedig az 135, 246 háromszögnek ezekbe az átlópontokba ütköző oldalakkal szemben fekvő csúcsai.

Ebből folyólag a következő táblázatba foglalhatók a teljes desmikus kúpszeletrendszer valós kúpszeletei és az azokat két konjugált-képzetes oldalpárjukkal érintő négyszögek, valamint ezeknek átlósháromszögei:

$$\begin{array}{lll} a_2, I_2^a = i_5 i_2, 52 \alpha_2 & a_3, I_3^a = i_1 i_4, 14 \alpha_3 & a_4, I_4^a = i_3 i_6, 36 \alpha_4 \\ b_2, I_2^b = i_1 i_6, 16 \beta_2 & b_3, I_3^b = i_3 i_2, 32 \beta_3 & b_4, I_4^b = i_5 i_4, 54 \beta_4 \\ c_2, I_2^c = i_3 i_4, 34 \gamma_2 & c_3, I_3^c = i_5 i_6, 56 \gamma_3 & c_4, I_4^c = i_1 i_2, 12 \gamma_4. \end{array}$$

Ezekből az átlósháromszögekből könnyen leolvashatók a képzetes desmikus négyszöghármasoknak átlósegynesői, amelyeken az átlópontok hármásával vannak. Így a  $CI_2^a I_2^b$  desmikus négyszöghármas  $\gamma_2 \gamma_3 \gamma_4$ ,  $52 \alpha_2$ ,  $16 \beta_2$  átlósháromszögeinek csúcsai a következő átlósegyneseken vannak:  $26 \gamma_2$ ,  $51 \gamma_2$ ,  $1 \alpha_2 \gamma_3$ ,  $2 \beta_2 \gamma_3$ ,  $5 \beta_2 \gamma_4$ ,  $6 \alpha_2 \gamma_4$ , amelyek az  $ABC$  valós desmikus négyszöghármasok átlósegyneséseivel megegyezők.

E szerint:

*A kilenc képzetes négyszögnek átlósháromszögei valósak; két csúcsuk az 135, 246 háromszögeknek egy-egy csúcsa, a harmadik pedig az e csúcsokkal szembenfekvő háromszögoldalak metszéspontja; végre a tíz pár desmikus négyszöghármasnak ugyanaz a hat átlósegynesese van, és így az átlósegynesektől érintett x kúpszelet is ugyanaz.*

29. Az 5. pontban megmutattuk, hogyan lehet a valós desmikus négyszöghármas négyszögeit az átlósegynesesekből, azaz az 135, 246 háromszögekből szerkeszteni. Kérdés, hogyan lehet a képzetes desmikus négyszöghármas négyszögeit az 135, 246 háromszögekből közvetlen megszerkeszteni, azaz róluk valós elemekkel fogalmat szerezni.

Legyen e végből 135, 246 egy  $x$  kúpszelet köré írt háromszög-pár. Tudjuk az előbbiekből hogy az 1, 2, (35, 46) =  $\gamma_4$  pontok a  $c_4$  kúpszelet köré írt  $I_4^c = i_1 i_2$  négyszög átlósháromszögének csúcsai, továbbá, hogy az 1, 2 és  $\gamma_4$  pontnak a  $c_4$ -re vonatkozó polárisa 46, illetőleg 35 és 12, végre tudjuk azt is, hogy az 13, 15, 46; 24, 26, 35 oldalú háromszögek polárisaháromszögei a  $c_4$  kúpszeletnek.

Ebből pedig következik, hogy a  $c_4$  kúpszeletnek az 1 pontba ütköző konjugált-képzetes érintőpárja  $i_1$  harmonikusan választja el  $c_4$ -nek az 1 2,  $1\gamma_4$ ; 13, 15 konjugált polárisait, és a 2 pontba ütköző konjugált-képzetes érintőpárja  $i_2$  harmonikusan választja el a 2 1,  $2\gamma_4$ ; 24, 26 konjugált polárispárokat. Ez a két konjugált-képzetes érintőpár  $i_1, i_2$  pedig az  $I_4^c$  négyszögnek két szembenfekvő oldalpárja, míg a szembenfekvő valós oldalpár,  $C_1C_4, C_2C_3$ , harmonikusan választja el a  $\gamma_4$  pontba ütköző 35, 46 oldalpárt és az  $\alpha_4 = (15, 24), \beta_4 = (13, 26)$  pontpárt (5).

Ugyanígy szerkeszthető meg az 135, 246 háromszögből a többi nyolc képzetes négyszög.

Az imént bemutatott szerkesztésből még más is kimagyarázható.

Láttuk, hogy az  $i_1$  egyenespár harmonikusan választja el az 13, 15; 12,  $1\gamma_4$  egyenespárokat, amelyek konjugált polárisai az 135, 246 polárisháromszögeivel meghatározott  $k$  képzetes kúpszeletnek; tehát az  $i_1$  egyenespár konjugált-képzetes érintője a  $k$  kúpszeletnek.

Hasonlóképp érinti az  $i_2$  egyenespár is a  $k$  kúpszeletet, mert harmonikusan választja el a  $k$  kúpszeletnek 24, 21; 21,  $2\gamma_4$  konjugált polárispárjait. Minthogy ugyanez kimutatható a többi  $i_3, i_5, i_4, i_6$  konjugált-képzetes egyenespárról, azt mondhatjuk, hogy:

*A kilenc képzetes négyszögnek,  $I_2^a, \dots, I_4^c$ -nek, hat konjugált-képzetes oldalpárja  $i_1, \dots, i_6$  érintője annak a  $k$  képzetes kúpszeletnek, amelynek polárisháromszögei 135, 246.*

De nemcsak a  $k$  kúpszelet, hanem a desmikus kúpszeletrendszernek mindegyik kúpszelete be van írva a desmikus négyszögrendszernek tizenöt négyszöge közül kilenc-kilenc négyszögbe.

Ugyanis az

$$\begin{array}{ccc} A_1A_2 & E_{12}F_{12} & A_{12}A_{21} \\ A_3A_4 & F_{34}E_{34} & A_{43}A_{34} \\ \\ E_{13}F_{24} & B_1B_3 & B_{31}B_{13} \\ F_{13}E_{24} & B_2B_4 & B_{24}B_{42} \\ \\ A_{13}A_{42} & B_{21}B_{34} & C_{14}C_{23} \\ A_{31}A_{24} & B_{12}B_{43} & C_{32}C_{41} \end{array}$$

táblázat sorai- és oszlopaiban levő ponthatosok oly hat egyenespáron vannak, amelyek a  $c_4$  kúpszeletet érintik, és ezeken az érintőkön levő első, középső és végső pontpár közül bármelyik a másik kettőt harmonikusan választja el. S mert e hat érintőpár kilenc négyszögnek:  $AN_2I_2^a, N_3BI_3^b, I_3^aI_2^bI_4^c$ -nek szembenefekvő oldalpárja, ezért a  $c_4$  kúpszelet e kilenc négyszögbe be van írva.

Ilyen eljárás szerint találhatjuk meg a többi négyszögeket is, amelyekbe az egyes kúpszeletek írva vannak.

Az alábbi táblázat mutatja, hogy mely négyszögekbe van a tiz kúpszelet  $k, a_2, \dots, c_4$  beírva:

$$k \begin{cases} I_2^a I_2^b I_2^c \\ I_3^a I_3^b I_3^c \\ I_4^a I_4^b I_4^c \end{cases}$$

$$a_2 \begin{cases} B N_3 I_3^b \\ N_4 C I_4^c \\ I_4^b I_3^c I_2^a \end{cases} \quad b_2 \begin{cases} C N_3 I_3^c \\ N_4 A I_4^a \\ I_4^a I_3^b I_2^c \end{cases} \quad c_2 \begin{cases} A N_3 I_3^a \\ N_4 B I_4^b \\ I_4^b I_3^c I_2^a \end{cases}$$

$$a_3 \begin{cases} B N_4 I_4^b \\ N_2 C I_2^c \\ I_2^b I I_3^c \end{cases} \quad b_3 \begin{cases} C N_4 I_4^c \\ N_2 A I_2^a \\ I_2^c I_4^b I_3^a \end{cases} \quad c_3 \begin{cases} C N_4 I_4^c \\ N_2 B I_2^b \\ I_3^a I_4^b I_3^c \end{cases}$$

$$a_4 \begin{cases} B N_2 I_2^b \\ N_3 C I_3^c \\ I_3^b I_2^c I_4^a \end{cases} \quad b_4 \begin{cases} C N_2 I_2^c \\ N_3 A I_3^a \\ I_3^c I_2^a I_4^b \end{cases} \quad c_4 \begin{cases} A N_2 I_2^a \\ N_3 B I_3^b \\ I_3^a I_2^b I_4^c \end{cases}$$

A desmikus négyszögrendszer tizenöt négyszögének tizenöt szembenefekvő oldalpárja van; a desmikus rendszer minden kúpszelete hat egyenespárba, és minden egyenespárba négy kúpszelet van beírva ( $10 \cdot 6 = 15 \cdot 4$ ).

A tizenöt négyszög negyvenöt egyszerű négyszögre bontható; a desmikus rendszer minden kúpszelete kilenc ily négyszögbe, és minden ilyen négyszögbe hat kúpszelet van beírva ( $10 \cdot 9 = 15 \cdot 6$ ); de minthogy a hat kúpszelet a teljes négyszögbe, azaz három egyszerű négyszögbe van írva, azért minden egyszerű négyszögbe két kúpszelet jut, amely abba be van írva. (Az egyszerű négyszögek száma a  $3 \cdot 15 =$  a kúpszeletpárok számával  $\binom{10}{2}$ .)

Így például az  $A_1A_3A_2A_4$  négyszögbe van írva a  $b_2, c_2$  kúp-



A $C$ négyszögbe írható kúpszeletek :	$a_2 a_3 a_4 b_2 b_3 b_4$
az $I_4^a$	" " " $a_4 b_2 b_3 c_2 c_3 k$
az $I_4^b$	" " " $a_2 a_3 b_4 c_2 c_3 k$
az $N_4$	" " " $a_2 a_3 b_2 b_3 c_2 c_3$
az $I_2^c$	" " " $a_3 a_4 b_2 b_4 c_2 k$
az $I_3^c$	" " " $a_2 a_4 b_2 b_4 c_3 k$

amiből látható, hogy a  $CI_4^a, CI_2^b, \dots I_2^c I_3^c$  párokba a már ismert tíz kúpszeletnek a  $a_4 b_2 b_3, a_2 a_3 b_4, \dots a_4 b_4 k$  hármasai írhatók. Ha a vizsgálatot az összes desmikus négyszögekre kiterjesztjük, a következő táblázatot nyerjük, amelynek sorai- és oszlopaiban levő négyszögpárok az azokba írható kúpszelethármasokat mutatják, és a  $O$ -ba levő kúpszeletekre a velők egy sorban és oszlopban levő négyszögek polárisnégyszögek. (L. 304. old.)

Hogy például a  $c_4$  kúpszeletre nézve a vele egy sorban és oszlopban levő  $C, N_4$  valós négyszögek polárisnégyszögek, azt már előbb láttuk, itt tehát csak a négy képzetes négyszögre ( $I_4^a, I_4^b, I_2^c, I_3^c$ -ra) kell azt igazolnunk.

A 31, 35 egyeneseknek a  $c_4$  kúpszeletre vonatkozó pólusai az (15, 46), 2 pontok, és az  $i_3 = (A_{14} A_{23}, A_{41} A_{32})$  sugárpár, amely amaz egyeneseket és azoknak pólusait harmonikusan választja el, konjugált polárisa a  $c_4$ -nek.

Ugyanúgy konjugált polárisa a  $c_4$  kúpszeletnek az  $i_6 = (A_{14} A_{32}, A_{41} A_{23})$  sugárpár, amely a 62, 64 egyeneseket és azoknak a  $c_4$ -re vonatkozó (24, 35), 1 pólusait harmonikusan választja el, tehát az  $I_4^a = i_3 i_6$  négyszög és hasonlóképp az  $I_4^b = i_5 i_4$  négyszög, melynek  $A_1 A_4, A_2 A_3; B_1 B_4, B_2 B_3$  valós oldalpárjai is konjugált polárisok, polárisnégyszöge a  $c_4$  kúpszeletnek.

De az  $I_2^c = i_3 i_4; I_3^c = i_5 i_6$  négyszögek is polárisnégyszögei a  $c_4$ -nek, mert egyrészt az  $i_3$ , illetőleg  $i_6$  konjugált-képzetes szembenfekvő oldalpárjai, másrészt a valós szembenfekvő oldalpárjai konjugált polárisai a  $c_4$  kúpszeletnek, tehát mind a négy képzetes négyszög tényleges polárisnégyszöge a  $c_4$ -nek.

Az  $i_1, i_2 \dots i_6$  konjugált-képzetes egyenespárból tehát kettő  $i_1, i_2$  érinti a  $c_4$  kúpszeletet, a többi négy pedig konjugált polárisa annak.

Általában mondhatjuk, hogy a teljes desmikus kúpszelet-

$a_3$	$N_2 I_3^a$	$N_2 I_4^a$	$I_3^a I_4^a$
$AI_2^b$	$c_4$	$c_3$	$b_2$
$AI_2^c$	$b_4$	$b_3$	$c_2$
$I_2^b I_2^c$	$a_3$	$a_4$	$h$

$a_3$	$N_3 I_4^a$	$N_2 I_2^a$	$I_4^a I_2^a$
$AI_3^b$	$c_2$	$c_4$	$b_3$
$AI_3^c$	$b_2$	$b_4$	$c_3$
$I_3^b I_3^c$	$a_4$	$a_2$	$h$

$a_4$	$N_4 I_2^a$	$N_4 I_3^a$	$I_2^a I_3^a$
$AI_4^b$	$c_3$	$c_2$	$b_4$
$AI_4^c$	$b_3$	$b_2$	$c_4$
$I_4^b I_4^c$	$a_2$	$a_3$	$h$

$b_3$	$N_2 I_3^b$	$N_2 I_4^b$	$I_3^b I_4^b$
$BI_2^c$	$a_4$	$a_3$	$c_2$
$BI_2^a$	$c_4$	$c_3$	$a_2$
$I_2^c I_2^a$	$b_3$	$b_4$	$h$

$b_3$	$N_3 I_4^b$	$N I_2^b$	$I_4^b I_2^b$
$BI_3^c$	$a_2$	$a_4$	$c_3$
$BI_3^a$	$c_2$	$c_4$	$a_3$
$I_3^c I_3^a$	$b_4$	$b_2$	$h$

$b_4$	$N_4 I_2^b$	$N_4 I_3^b$	$I_2^b I_3^b$
$BI_4^c$	$a_3$	$a_2$	$c_4$
$BI_4^a$	$c_3$	$c_2$	$a_4$
$I_3^c I_4^a$	$b_2$	$b_3$	$h$

$c_3$	$N_2 I_3^c$	$N_2 I_4^c$	$I_3^c I_4^c$
$CI_2^a$	$b_4$	$b_3$	$a_2$
$CI_2^b$	$a_4$	$a_3$	$b_2$
$I_2^a I_2^b$	$c_3$	$c_4$	$h$

$c_3$	$N_3 I_4^c$	$N_3 I_2^c$	$I_4^c I_2^c$
$CI_3^a$	$b_2$	$b_4$	$a_3$
$CI_3^b$	$a_2$	$a_4$	$b_3$
$I_3^a I_3^b$	$c_4$	$c_2$	$h$

$c_4$	$N_4 I_2^c$	$N_4 I_3^c$	$I_2^c I_3^c$
$CI_4^a$	$b_3$	$b_2$	$a_4$
$CI_4^b$	$a_3$	$a_2$	$b_4$
$I_4^a I_4^b$	$c_2$	$c_3$	$h$



rendszer tíz kúpszelete közül a képzetes kúpszeletet mind a hat konjugált-képzetes egyenespár  $i_1, \dots, i_6$  érinti, míg a többi kilenc valós kúpszeletet két-két ilyen egyenespár érinti, a visszamaradt négy egyenespár pedig annak konjugált polárisa; továbbá a képzetes kúpszeletnek a valós konjugált desmikus négyszöghármas négyszögei — polárisnégyszögei, míg a kilenc valós kúpszeletnek a kilenc képzetes konjugált desmikus négyszöghármas négyszögei — polárisnégyszögei.

22. A  $c_4$  kúpszeletnek az 1 és 2 pontból kisugárzó  $i_1$  és  $i_2$  képzetes érintőpárjai harmonikusan választják el az 1 és 2 pontból kisugárzó konjugált polárisait. E konjugált polárisok egyrészt az 135, 246 háromszögeknek, másrészt az  $[xy]_{1,3,5}$   $[xy]_{2,4,6}$  adjungált négyszögeknek, amelyeknek amazok átlósháromszögei, az 1 és 2 pontba ütköző oldalai: 13, 15;  $x_1y_1$ , illetőleg 24, 26;  $x_2y_2$ . Minthogy e tulajdonság a többi képzetes egyenespárról,  $i_j$ -ről, is kimutatható, mondhatjuk:

*Az ABC desmikus négyszöghármasához adjungált két négyszög átlópontjaiból kisugárzó három sugárpár közül, t. i.: az oldalpár, továbbá az átlópár, végre az  $i_j$  konjugált-képzetes egyenespár közül, bármelyik a másik kettőt harmonikusan választja el.*

Ebből látható, hogy:

*Az ABC desmikus négyszöghármasához adjungált két négyszög polárisnégyszöge a  $k$  kúpszeletnek.*

23. Állapítsuk meg a desmikus kúpszeletrendszer többi kilenc kúpszeletének is ama két-két polárisnégyszögét, amelynek átlósháromszögei egybeesnek az 135, 246 háromszögek oldalaiából, azaz az átlóegyenesekből, alakított polárisháromszögpárokkal. Válasszuk e végből vizsgálatunk tárgyául a  $c_4$  kúpszeletet, amelynek két polárisháromszöge  $1a_2\beta_3$ ,  $2a_3\beta_2$ .

A  $c_4$  kúpszeletnek az 1 és 2 pontból kisugárzó  $i_1$  és  $i_2$  érintőt, az  $1a_2$ ,  $1\beta_3$ , illetőleg a  $2a_3$ ,  $2\beta_2$  konjugált polárisait harmonikusan elválasztó  $x_1y_1$ , illetőleg  $x_2y_2$  egyenespárok: konjugált polárisai a  $c_4$  kúpszeletnek.

Ugyanígy az  $a_2$  és  $\beta_3$  pontból kisugárzó  $A_1A_2$ ,  $A_3A_4$ ;  $B_1B_3$ ,  $B_2B_4$  érintőket és az  $a_21$ ,  $a_3\beta_3$ , illetőleg  $\beta_31$ ,  $\beta_3a_2$  konjugált polárisokat harmonikusan elválasztó konjugált-képzetes egyenes-

párok ( $\alpha_3^i$ , illetőleg  $\beta_3^i$ ) szintén konjugált polárisai a  $c_4$ -nek; végre az  $\alpha_3$  és  $\beta_2$  pontból kisugárzó  $A_1A_3$ ,  $A_2A_4$ , illetőleg  $B_1B_2$ ,  $B_3B_4$  érintőket és az  $\alpha_31$ ,  $\alpha_3\beta_2$ , illetőleg a  $\beta_21$ ,  $\beta_2\alpha_3$  konjugált polárisokat harmonikusan elválasztó  $\alpha_3^i$ ,  $\beta_2^i$  konjugált-képzetes egyenespárok ugyancsak konjugált polárisai a  $c_4$  kúpszeletnek.

E szerint az  $x_1y_1$ ,  $\alpha^i$ ,  $\beta_3^i$  és az  $x_2y_2$ ,  $\alpha_3^i$ ,  $\beta_2^i$  egyenespárok a  $c_4$  kúpszelet egy-egy polárisnégyyszögének szembenfekvő oldalai.

Ha a többi kúpszeletre vonatkozólag az  $\alpha_j$ ,  $\beta_j$ ,  $\gamma_j$  pontokból kisugárzó ilyenmű konjugált polárisokat, melyek mind konjugált-képzetesek, szintén így jelöljük, mint az  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  pontokból kisugárzókat, tudniillik egy jobbfelől a betű mellé elhelyezett «i» mutatóval, tehát:  $\alpha_j^i$ ,  $\beta_j^i$ ,  $\gamma_j^i$ -vel, akkor a tiz kúpszelet két-két polárisnégyszöge, amelynek átlósháromszöge polárisháromszög, a következő táblázatba foglalható:

$$k \text{ polárisnégyyszögei: } [xy]_{135}, [xy]_{246}$$

$a_2$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_3y_5, \beta_3^i, \gamma_4^i \\ x_2y_2, \beta_4^i, \gamma_3^i \end{array} \right.$	$a_3$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_1y_1, \gamma_4^i, \gamma_2^i \\ x_4y_4, \beta_2^i, \gamma_4^i \end{array} \right.$	$a_4$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_3y_3, \beta_2^i, \gamma_3^i \\ x_3y_6, \beta_3^i, \gamma_2^i \end{array} \right.$
$b_2$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_4y_1, \gamma_3^i, \alpha_4^i \\ x_6y_6, \gamma_4^i, \alpha_3^i \end{array} \right.$	$b_3$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_3y_3, \gamma_2^i, \alpha_4^i \\ x_2y_2, \gamma_4^i, \alpha_2^i \end{array} \right.$	$b_4$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_5y_5, \gamma_2^i, \alpha_3^i \\ x_4y_4, \gamma_3^i, \alpha_2^i \end{array} \right.$
$c_2$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_3y_3, \alpha_3^i, \beta_4^i \\ x_4y_4, \alpha_4^i, \beta_3^i \end{array} \right.$	$c_3$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_3y_3, \alpha_4^i, \beta_2^i \\ x_6y_6, \alpha_2^i, \beta_4^i \end{array} \right.$	$c_4$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{polárisnégyyszögek} \\ \text{szemben fekvő oldalai} \end{array} \right.$	$\left[ \begin{array}{l} x_1y_1, \alpha_2^i, \beta_3^i \\ x_2y_2, \alpha_3^i, \beta_2^i \end{array} \right.$

E kilenc képzetes négyszögpár adjungált négyszöge annak a kilenc konjugált desmikus négyszöghármasnak, amelynek négyszögei részben képzetesek.

E tulajdonságát pl. a két utolsó négyszögnek:  $x_1y_1$ ,  $\alpha_3^i$ ,  $\beta_3^i$  és  $x_2y_2$ ,  $\alpha_3^i$ ,  $\beta_2^i$ -nek, akarjuk most igazolni, amennyiben kimutatjuk, hogy a  $CI_4^a I_4^b$  négyszöghármashoz adjungált két négyszögnek szemben fekvő oldalain metszik egymást párjával négy-négy pontban ennek a négyszöghármasnak csúcsegyenesei.

A tizenhat csúcsegyenes nyolc konjugált-képzetes egyenespárból áll, amely a  $C$  négyszög csúcseit az  $I_4^a = A_{14}A_{41}A_{23}A_{32}$  négyszög csúcsaival, vagy ami ugyanazt mondja, az  $I_4^b = B_{14}B_{41}B_{23}B_{32}$  négyszög csúcsaival összeköti.

Ezek a csúcsegyenesek a következő páros kapcsolásban metszik egymást az  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $x_2$ ,  $y_2$  egyeneseken:

$$\begin{array}{l}
 x_1 \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{14}, C_1A_{32} \\ C_4A_{41}, C_1A_{23} \\ C_3A_{23}, C_2A_{41} \\ C_3A_{32}, C_2A_{14} \end{array} \right. \quad y_1 \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{14}, C_4A_{32} \\ C_1A_{41}, C_1A_{23} \\ C_2A_{23}, C_3A_{41} \\ C_2A_{32}, C_3A_{14} \end{array} \right. \\
 \\
 x_2 \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{14}, C_1A_{23} \\ C_4A_{41}, C_2A_{32} \\ C_3A_{14}, C_2A_{23} \\ C_3A_{41}, C_2A_{32} \end{array} \right. \quad y_2 \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{14}, C_4A_{23} \\ C_1A_{41}, C_1A_{32} \\ C_2A_{14}, C_3A_{23} \\ C_2C_{41}, C_3A_{32} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Hogy ezt belássuk, vegyük tekintetbe az  $x_1$  mellett levő első és harmadik egyenespárt, amely ekkép írható fel:

$$\begin{cases} C_4A_{14} = C_4(A_1E_{14}, A_1F_{14}) & | C_3A_{23} = C_3(A_2E_{23}, A_3F_{23}) \\ C_1A_{32} = C_1(A_3E_{23}, A_2F_{23}) & | C_2A_{41} = C_2(A_1E_{14}, A_1F_{14}) \end{cases}$$

Mint hogy a  $C_4C_1F_{14}F_{23}$  és a  $C_3C_2E_{23}E_{14}$  pontok egy-egy egyenesen vannak, azért e harmonikus sugárnégyesek perspektivék és így a homológ sugárpárok ( $C_4A_1, C_1A_3; C_4A_4, C_1A_2; C_4E_{14}, C_1E_{23}$  és  $C_3A_2, C_2A_4; C_3A_3, C_2A_1; C_3F_{23}, C_2F_{14}$ ) egymást egy-egy egyenesen metszik.

De a két első pár metszőpontja mindkét esetben az  $x_1$  egyenesen van (7), és így a  $C_4A_{14}, C_1A_{32}; C_3A_{23}, C_2A_{41}$  képzetes egyenesek, valamint az ezekhez konjugált képzetes egyenesek is, tehát az  $x_1$  mellett levő csoportban mind a négy csúcsegyenes-pár egymást az  $x_1$  egyenesen metszi.

Ugyanígy kimutatható e tulajdonság a többi kijelölt csúcsegyenespárról, t. i. az  $y_1, x_2$  és  $y_2$  mellett levő csúcsegyenespárokról is, és így az 1 pontba ütköző  $x_1y_1$ , és a 2 pontba ütköző  $x_2y_2$  egyenespár tényleg egy-egy szemben fekvő oldalpárja a  $CI_4^a$  desmikus négyszögháromszöghöz adjungált két négyszögnek.

Most folytatólag ki kell mutatni, hogy az  $\alpha_2^i, \beta_3^i$  két konjugált-képzetes egyenespáron metszik egymást az alábbi képzetes csúcsegyenespárok:

$$\alpha_2^i \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{41}B_{14}, C_3A_{14}B_{32} \\ C_4A_{32}B_{32}, C_3A_{23}B_{41} \\ C_1A_{41}B_{41}, C_2A_{14}B_{23} \\ C_1A_{32}B_{32}, C_2A_{23}B_{14} \end{array} \right. \quad \beta_3^i \left\{ \begin{array}{l} C_4A_{32}B_{23}, C_2A_{41}B_{32} \\ C_4A_{14}A_{41}, C_2A_{23}B_{14} \\ C_3A_{32}B_{14}, C_1A_{41}B_{41} \\ C_3A_{14}B_{32}, C_1A_{23}B_{23} \end{array} \right.$$

és e párokhoz konjugált-képzetes csúcsegyenespárok, pl. a  $C_4A_{41}B_{14}$ ,  $C_3A_{14}B_{32}$  csúcsegyenesekhez konjugált-képzetes  $C_4A_{14}B_{41}$ ,  $C_3A_{41}B_{23}$  csúcsegyenesek.

A  $C_4A_{41}=C_4(A_4E_{14}A_1F_{14})$ ,  $C_3A_{14}=C_3(A_1E_{14}A_4F_{14})$  harmonikus sugárnégyesek nem perspektívek, mint az előbbi esetben voltak, tehát perspektív és harmonikus sugárnégyesekkel pótolandók. E végből felkerestük az  $A_1A_4 \cdot E_{14}F_{14}$  társpontokkal megadott involúcióban, amelynek tehát képzetes kettőspontjai  $A_{14}$ ,  $A_{41}$ , a  $C_4C_3$ ,  $A_1A_4$  egyenesek metszőpontjához,  $Y_2$ -höz a társpontot, amelyet  $L$ -lel akarunk jelölni, továbbá azt a társpontpárt,  $HK$ -t, amely az  $Y_2L$ -et harmonikusan választja el. Az  $Y_2HLK$  és  $Y_2KLH$  harmonikus pontnégyes ekkor éppúgy alkalmas az  $A_{14}$ ,  $A_{41}$  konjugált-képzetes pontok ábrázolására, mint az előbbi  $A_1E_{14}A_4F_{14}$  és  $A_4E_{14}A_1F_{14}$ , és azokat a  $C_3$  és  $C_4$  pontból, mert közös megfelelő sugaruk a  $C_3Y_2C_4$ , perspektív sugárnégyes, projiciálja. A homolog sugarak  $C_3H$ ,  $C_4K$ ;  $C_3K$ ,  $C_4H$  egymást megfelelőleg az  $S$ , illetőleg a  $T$  pontban metszik és az  $SLT$  egyenes, valamint annak  $M$  metszőpontja a  $C_3C_4$  egyenessel, a  $C_3$ ,  $C_4$  pontoktól harmonikusan van elválasztva. A  $C_3A_{14}$ ,  $C_4A_{41}$  képzetes sugaraknak és az ezekhez konjugált-képzetes sugaraknak metszőpontja ekkor az  $LSMT$  harmonikus pontnégyessel lesz ábrázolva, és erről a pontpárról kell kimutatni, hogy az  $\alpha_2^2$  konjugált-képzetes egyenespáron van.

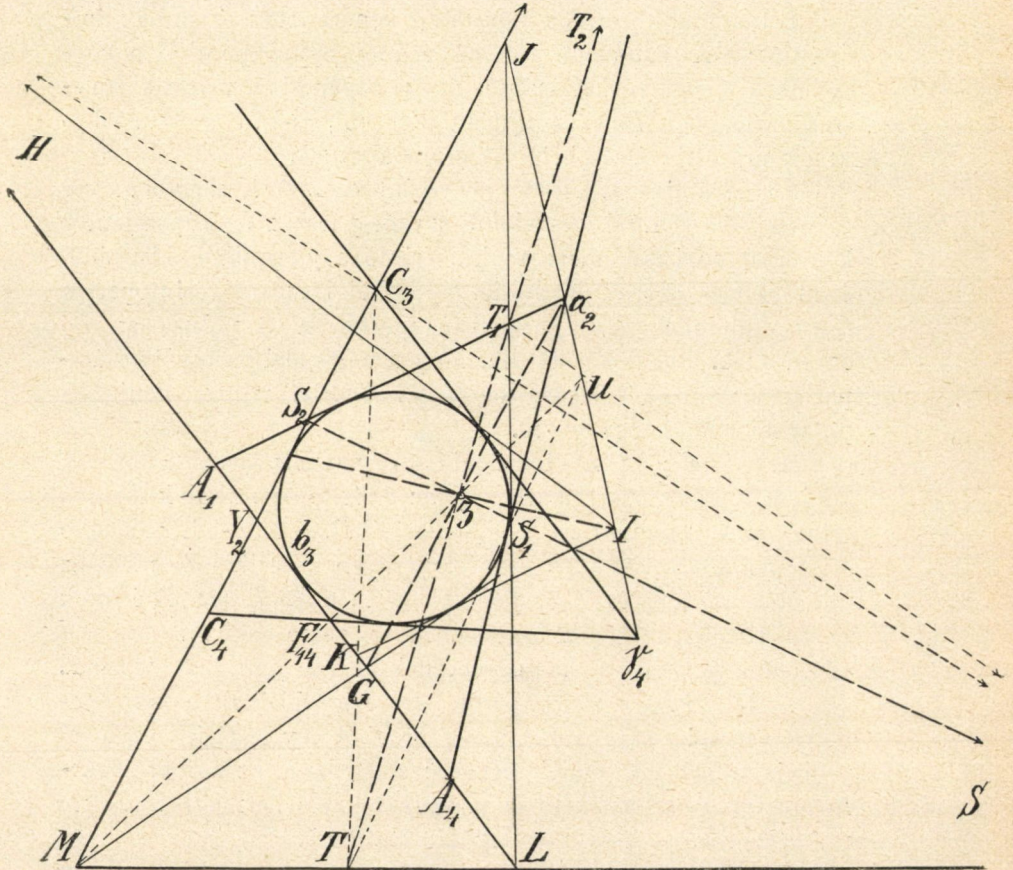
A bizonyítás és szerkesztés alapjául a  $b_3$  kúpszeletet vesszük (5. ábra), amely az  $A_1A_2A_3A_4$ ,  $C_1C_2C_3C_4$  desmikus négyszögbeke van írva, tehát az  $A_1A_4$ ,  $C_3C_4$  egyeneseket érinti.

E kúpszeletnek az  $\alpha_2$ ,  $\gamma_4$  konjugált pólusaiból kisugárzó érintőin vannak az előbbi involúciónak  $A_1$ ,  $A_4$ ;  $E_{14}$ ,  $F_{14}$  társpontjai, és így az  $Y_2 = (A_1A_4, C_3C_4)$  pontnak társpontja,  $L$ , ott lesz, ahol a  $J = (C_3C_4, \alpha_2\gamma_4)$  pontból a  $b_3$  kúpszelethez kisugárzó második érintő az  $A_1A_4$  érintőt metszi.

Ha az  $\alpha_2\gamma_4$  egyenesnek  $\alpha_2$  pontjából kisugárzó és a  $b_3$  kúpszeletre vonatkozó konjugált polárisa,  $13\alpha_2\beta_4\gamma_3$ , az  $A_1A_4$  érintőt a  $G$  pontban metszi, akkor e pontból kisugárzó két érintő a  $C_3C_4$  pontokat harmonikusan választja el, és így ennek az érintőnek metszése a  $C_3C_4$  érintővel lesz a keresett  $M$  pont.

Mint hogy a  $b_3$  kúpszelet az  $MGLJ$  négyszögbe van írva:

az  $a_2$  pontból annak szembenfekvő csúcsaihoz húzott egyenespárok és az  $a_2$ -ből a  $b_3$  kúpszelethez kisugárzó érintőpár társ-sugárpárjai egy involúciónak. Ezek a sugárpárok:  $a_2M, a_2L$ ;



5. ábra.

$a_2G, a_2J$ ;  $a_2A_1, a_2A_4$ ; tehát az első sugárpár tényleg abban a sugárinvolúcióban van, amelynek kettőssugarai  $a_2^i$ .

Ha az  $a_2\gamma_4$  egyenesen a  $J$  ponthoz az  $I$  konjugált pólus a  $b_3$  kúpszeletre nézve, akkor az  $I$  pontból a  $b_3$ -hoz kisugárzó érintők az  $A_1A_4$  érintőt az  $A_1A_4.E_{14}F_{14}.Y_2L$  involúciónak ama

$HK$  társpontjában metszik, amely az  $Y_2L$  pontpárt harmonikusan választja el, és most kimutatandó, hogy az  $S=(C_3H, C_4K)$  és a  $T=(C_3K, C_4H)$  pontot az  $\alpha_2$  pontból projiciáló sugárpár társugárpárja annak az involúciónak, amelynek kettőssugarai  $\alpha_2^i$ .

Felhasználjuk erre a következő ismert tételt és annak fordítottját: «A kúpszelet változó érintői egy  $P$  pontból a kúpszelethez kisugárzó két érintőt oly pontpárokból metszik, amelyek bármely, a  $P$ -hez konjugált pólusból,  $Q$ -ből, a kúpszeletnek konjugált polárispárjaival projiciáltatnak.»

Erre alapítva az előbbi négyoldal  $C_3C_4$ ,  $HK$  szembenfekvő csúcsait a 3 ponttal összekötő egyenespárok a  $b_3$  kúpszeletnek konjugált polárisai, mert a  $C_3C_4$  érintő a  $\gamma_4$  pontból kisugárzó érintőpárt és az  $A_1A_4$  érintő az  $I$  pontból kisugárzó érintőpárt a  $C_3$ ,  $C_4$ , illetőleg  $HK$  pontokban metszi és 3 pólusa az  $I\gamma_4$  egyenesnek. Ebből következik, hogy a négyoldal harmadik csúcspárját a 3-mal összekötő egyenesek  $3S$ ,  $3T$  szintén konjugált polárisai a  $b_3$  kúpszeletnek.

Az  $I$  és  $\gamma_4$  pont harmonikusan van elválasztva a  $3S$ ,  $3T$  konjugált polárisoktól, tehát úgy az  $I$  és  $\gamma_4$  pontból kisugárzó érintőpárok, valamint a  $3I$ ,  $3\gamma_4$  polárisából,  $J$ - és  $\alpha_2$ -ből kisugárzó érintőpárok egymást a  $3S$  és  $3T$  egyenesen metszik, még pedig az utóbbiak az  $S_1S_2$  és  $T_1T_2$  pontokban, és a  $JS_1T_1$ ,  $JS_2T_2$  érintők az  $L$ , illetőleg az  $M$  ponton mennek át, végre az  $ST_1$ ,  $TS_1$ ,  $3M$  egyenesek egymást a  $Ja_2$  egyenesnek egy  $U$  pontjában metszik.

A  $3U$ ,  $S_1T_1$ ,  $ST$  pontpárok egy négyoldalnak a szembenfekvő csúcsai; ezek tehát az  $\alpha_2$  pontból egy sugárinvolúcióval projiciáltatnak; de ennek két első sugárpárja, az előbbi sugárinvolúcióhoz tartozik, ehhez tartozik tehát a harmadik sugárpár is:  $\alpha_2S$ ,  $\alpha_2T$ , — és ezt kellett kimutatnunk.

E szerint az  $LSMT$  harmonikus pontnégyessel megadott két konjugált-képzetes pont, amely a  $C_3A_{1,4}$ ,  $C_4A_{4,1}$  képzetes csúcsegyeneseknek és az azokhoz konjugált-képzetes csúcsegyeneseknek  $C_4A_{4,1}$ ,  $C_3A_{1,4}$  metszéspontja, — rajta van az  $\alpha_2^i$  konjugált-képzetes egyenespáron.

Ugyanígy kimutatható, hogy a többi kijelölt csúcsegyenespárok metszéspontja az  $\alpha_2^i$ , illetőleg  $\beta_3^i$  konjugált-képzetes egyenespáron van, tehát hogy a  $CI_4^2I_4^0$  desmikus négyszöghármas



adjungált négyszögnek szembenfekvő oldalai:  $x_1y_1$ ,  $a_2^i$ ,  $a_3^i$  és hasonlóképp  $x_2y_2$ ,  $a_3^i$ ,  $\beta_2^i$ .

Ezek után az egész vizsgálat főbb eredményeit a következő tételbe foglalhatjuk:

24. Egy  $x$  kúpszelet hat érintője hármásával tíz párba foglalható; minden ily hármas és a párja, mint polárisháromszög meghatároz egy kúpszeletet, s a tíz pár tíz kúpszeletet; ezeknek egyike képzetes, a többi kilenc pedig valós.

E tíz kúpszelet negyvenöt párba foglalható, amely köré ugyanennyi négyszöget lehet írni; a négyszögek tizenöt teljes négyszögnek egyszerű négyszögei, és ezek közül hat valós, kilenc pedig képzetes. A képzetes négyszögek egyszerű négyszögeiből egynek mindkét szembenfekvő oldalpárja konjugált-képzetes, a másik kettőnek egy szembenfekvő oldalpárja valós, a másik konjugált-képzetes.

A tizenöt négyszög negyvenöt szembenfekvő oldalpárja közül huszonhét pár valós, tizennyolc pár konjugált-képzetes; a valós párok hármásával kilenc egyenespáron, a képzetesek szintén hármásával hat egyenespáron vannak. A tíz kúpszelet közül mindegyik hat ily egyenespárba van írva, és pedig a képzetes kúpszelet a hat konjugált-képzetes egyenespárba, a kilenc valós kúpszelet pedig négy valós és két konjugált-képzetesek egyenespárba; a többi kilenc kimaradt egyenespár az illető kúpszeletnek konjugált polárispárja.

A hat valós négyszög egy konjugált desmikus négyszöghármaspárba, mind a tizenöt négyszög pedig tíz konjugált desmikus négyszöghármaspárba csoportosul; ez utóbbi kilenc pár négyszöghármás négyszögei közül egy valós, a másik kettő képzetes.

Minden desmikus négyszöghármás és a hozzá konjugált négyszöghármás három-három négyszögpárra bontható; e négyszögpároknak egyszerű négyszögeibe az előbbi tíz kúpszeletből egy-egy kúpszelet írható be, és pedig akár az egyik desmikus négyszöghármásnak, akár a hozzá konjugáltnak egyszerű négyszögpárjaiba ugyanaz a kilenc kúpszelet írható, míg a tizedik kúpszeletre nézve ezeknek a konjugált desmikus négyszöghármásoknak négyszögei polárisnégyszögek.

A tíz kúpszelet a tizenöt négyszög közül kilencbe van írva, és pedig a képzetes kúpszelet a kilenc képzetes négyszögbe, minden valós kúpszelet pedig a valós desmikus négyszöghármas egy négyszögpárjába és a hozzá konjugálnak egy négyszögpárjába és még öt képzetes négyszögbe; a kimaradt hat négyszög az illető kúpszeletnek polárisnégyszöge.

Minden desmikus négyszöghármas négyszögeinek csücskei hármásával tizenhat egyenesen, az úgynevezett csúcsegyeneseken vannak; ezek közül négy pár és a másik négy pár egy-egy egyenes négy-négy pontjában metszi egymást, és ezek az egyenespárok, számra hat, két négyszögnek, a desmikus négyszöghármashoz adjungált két négyszögnek, a szembenfekvő oldalai.

Két konjugált desmikus négyszöghármashoz ugyanaz a két négyszög, azaz egy négyszögpár van adjungálva.

A tíz pár konjugált desmikus négyszöghármashoz tíz négyszögpár van adjungálva és pedig: a valós négyszögekből álló két konjugált desmikus négyszöghármashoz adjungált négyszögpár valós, a többi kilenc pár desmikus négyszöghármashoz adjungált négyszögpár négyszögeinek egy szembenfekvő oldalpárja valós, a többi két-két szembenfekvő oldalpárja konjugált-képzetes.

Minden adjungált négyszögpár és annak két átlóháromszöge a tíz kúpszelet egyikének két polárisnégyszöge, illetőleg két polárisháromszöge, és pedig: a valós oldalú adjungált négyszögpár a képzetes kúpszeletnek, a részben képzetes oldalú kilenc adjungált négyszögpár és valós oldalú átlóháromszögpárja a kilenc valós kúpszeletnek két polárisnégyszöge, illetőleg két polárisháromszöge. Ezek a polárisháromszögek pedig ugyanazok, amelyek a tétel elején az illető kúpszelet meghatározására szolgáltak, azaz a  $x$  kúpszelet hat érintőjéből alakított háromszögek.

## DESMISCHE VIERECKE.

Von L. KLUG.

Drei Vierecke in der Lage, daß die Eckpunkte von zweien aus den Eckpunkten des dritten ineinander projiciert werden können, bilden ein desmisches Vierecktripel. Die Seiten dieser Vierecke treffen sich zu dreien in zwölf Punkten, die die Eckpunkte von drei neuen Vierecken sind, welche ebenfalls ein desmisches Vierecktripel bilden. Beide Vierecktripel heissen wegen ihrer Gegenseitigkeit, konjugiert.

Liegen die drei ersten Vierecke in einer Ebene, so haben sie Diagonaldreiecke. Die Diagonaldreiecke der Viereckpaare eines desmischen Tripels sind perspektiv, und ihre Eckpunkte liegen zu dreien in sechs Geraden, die wir Diagonalgeraden nennen wollen. Auch das konjugierte Vierecktripel hat dieselben sechs Diagonalgeraden wie das erste, und diese berühren einen Kegelschnitt.

Die Gegenseiten der konjugierten desmischen Vierecktripeln liegen auf neun Geradenpaaren, und die Eckpunktpaare der Vierseiten auf allen diesen Geraden trennen einander harmonisch, und werden von zwei konjugiert-imaginären Punkten harmonisch getrennt. Die auf den neun Gegenseiten der sechs Vierecke liegenden neun Paar konjugiert-imaginären Punktpaare sind die Eckpunkte von neun imaginären Vierecken.

Die sechs reellen und neun imaginären Vierecke spalten sich in zehn konjugierte desmische Vierecktripel: eines dieser Tripel (von welchem wir ausgegangen sind) hat lauter reelle Vierecke, die übrigen desmischen Vierecktripel bestehen aus einem reellen und zwei imaginären Vierecken. Alle zehn konjugierte desmische Vierecktripel haben die nämlichen sechs Diagonalgeraden, und die ganze Konfiguration dieser Vierecke kann aus den sechs Diagonalgeraden, die ein BRIANCHON-sechseck bilden (das man aber beliebig annehmen kann) konstruiert werden.

Wir erhalten dann als Resultat der weiteren Untersuchung:

Sechs Tangenten eines Kegelschnitts  $x$  können zu zehn Dreieckpaaren vereinigt werden: die Dreiecke jedes Paares bestimmen als Polardreiecke einen Kegelschnitt, also bestimmen alle zehn Dreieckpaare zehn Kegelschnitte, von welchen neun reell, der zehnte aber imaginär ist. Diese zehn Kegelschnitte lassen sich in fünfundvierzig Paare zusammenfassen, welchen man ebensoviele Vierecke umschreiben kann; diese sind die einfachen Vierecke von fünfzehn vollständigen Vierecken, von welchen sechs reell, die übrigen neun aber imaginär sind. Von den einfachen Vierecken dieser imaginären Vierecke hat eines lauter konjugiert-imaginäre Gegenseiten, während die beiden übrigen einfachen Vierecke ein reelles und zwei konjugiert-imaginäre Gegenseitenpaare haben. Von den Gegenseitenpaaren aller dieser fünfzehn Vierecke sind siebenundzwanzig Paare reell, achzehn Paare aber konjugiert-imaginär; die reellen Paare liegen zu dreien auf neun Geradenpaaren, und ebenso liegen die imaginären zu dreien auf sechs konjugiert-imaginären Geradenpaaren. Von den zehn Kegelschnitten ist jedes sechs solchen Geradenpaaren einbeschrieben; u. z. ist der imaginäre Kegelschnitt sechs konjugiert-imaginären Geradenpaaren, die neun reellen Kegelschnitte aber sind vier reellen und zwei konjugiert-imaginären Geradenpaaren einbeschrieben; die übrigen neun zurückgebliebenen Geradenpaare sind konjugierte Polaren des betreffenden Kegelschnitts.

Die sechs reellen Vierecke vereinigen sich zu zwei konjugierten desmischen Vierecktripeln, alle fünfzehn Vierecke aber vereinigen sich in zehn Paar konjugierte Vierecktripel; neun von diesen Vierecktripelpaaren haben in jedem Tripel ein reelles und zwei imaginäre Vierecke.

Jedes der desmischen Vierecktripel und auch das dazu konjugierte spaltet sich in drei Viereckpaare; in den einfachen Vierecken dieser Paare kann von den obigen Kegelschnitten je einer einbeschrieben werden, u. z. sind die nämlichen neun Kegelschnitte in den Viereckpaaren des einen Tripels, als auch in den Viereckpaaren des zu diesem konjugierten Tripels einbeschrieben, während alle sechs Vierecke dieses Tripelpaares Polarvierecke sind des zehnten Kegelschnitts.

Jedes der zehn Kegelschnitte ist von den fünfzehn Vierecken in neun Vierecken einbeschrieben, u. z. ist der imaginäre Kegelschnitt in den neun imaginären Vierecken, jedes der neun reellen Kegelschnitte aber ist in je zwei reellen Vierecken der reellen desmischen Tripeln einbeschrieben und ausserdem noch in fünf der imaginären Vierecken; die übrigen sechs Vierecke sind Polarvierecke des betreffenden Kegelschnitts.

Die zwölf Eckpunkte der Vierecke eines desmischen Tripels liegen zu dreien in sechzehn Geraden, in den Scheitelgeraden des Tripels; von diesen treffen sich vier Paare und die übrigen vier Paare in je einer Geraden, und solche Geradenpaare giebt es sechs, welche die Gegenseiten von zwei Vierecken sind, die wir zum betreffenden desmischen Vierecktripel adjungiert nennen. Konjugierte desmische Vierecktripel haben die nämlichen zwei adjungierten Vierecke.

Zu den zehn Paar konjugierten desmischen Vierecktripeln sind zehn Viereckpaare adjungiert, u. z. sind die adjungierten Vierecke zu den konjugierten desmischen Tripeln mit reellen Vierecken beide reell, während jedes der adjungierten Vierecken, welche zu den übrigen neun konjugierten desmischen Tripeln gehören: ein reelles und zwei konjugiert-imaginäre Gegenseitenpaare haben.

Jedes Paar der adjungierten Vierecke und auch die Diagonaldreiecke derselben sind Polarvierecke, bzw. Polardreiecke zu einem der früheren zehn Kegelschnitte, u. z. sind die Vierecke des reellen adjungierten Viereckpaares Polarvierecke des imaginären Kegelschnitts, und die neun adjungierten Viereckpaare mit imaginären Vierecken sind Polarvierecke der neun reellen Kegelschnitten; die Diagonaldreiecke aller dieser konjugierten Vierecke sind reell und Polardreiecke der betreffenden Kegelschnitte. Diese Polardreieckpaare aber sind die nämlichen, welche uns am Anfang dieses Satzes zur Bestimmung der betreffenden Kegelschnitte dienen, nämlich die aus den sechs Tangenten des Kegelschnitts  $x$  gebildeten Dreieckpaare.

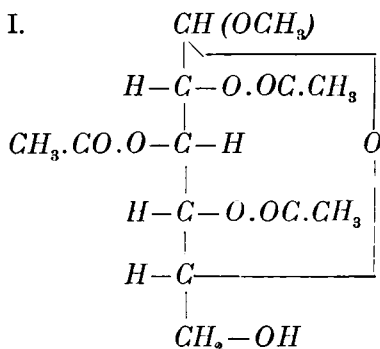
---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften am 22. December 1930.)

## TRISZACCHARID SZINTÉZISEK HIGANYSÓK SEGÍTSÉGÉVEL.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Egy előbbi közleményemben kimutattam,<sup>1</sup> hogy ha különböző alkoholok higanyacetát jelenlétében acetobróm-cellobiozzal reagálnak, akkor, az alkohol mennyisége szerint,  $\alpha$ - vagy  $\beta$ -sorba tartozó cellobiozid keletkezik. E megfigyelés alapján alkoholkomponensnek az 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükózt<sup>2</sup> választottam (I.):



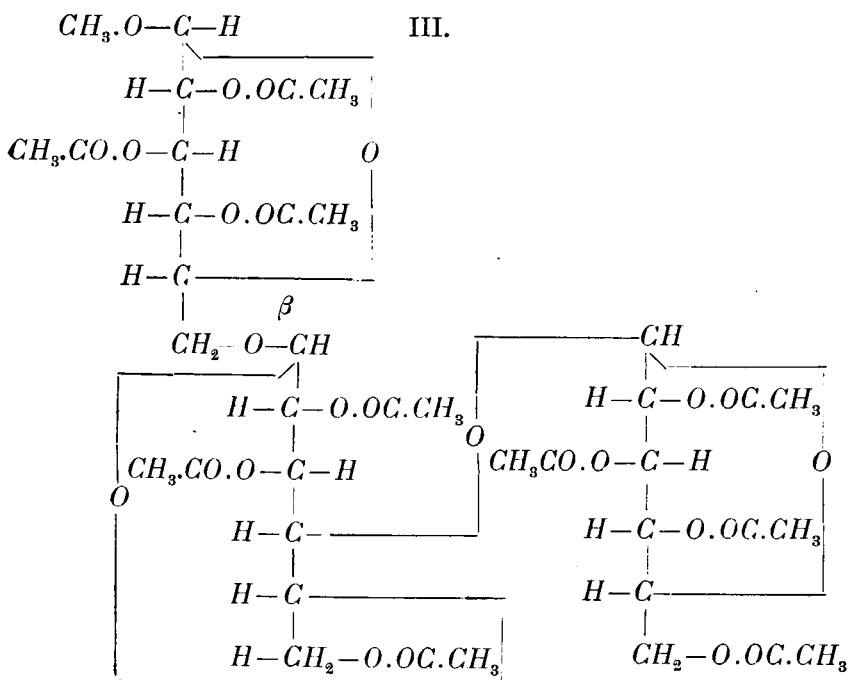
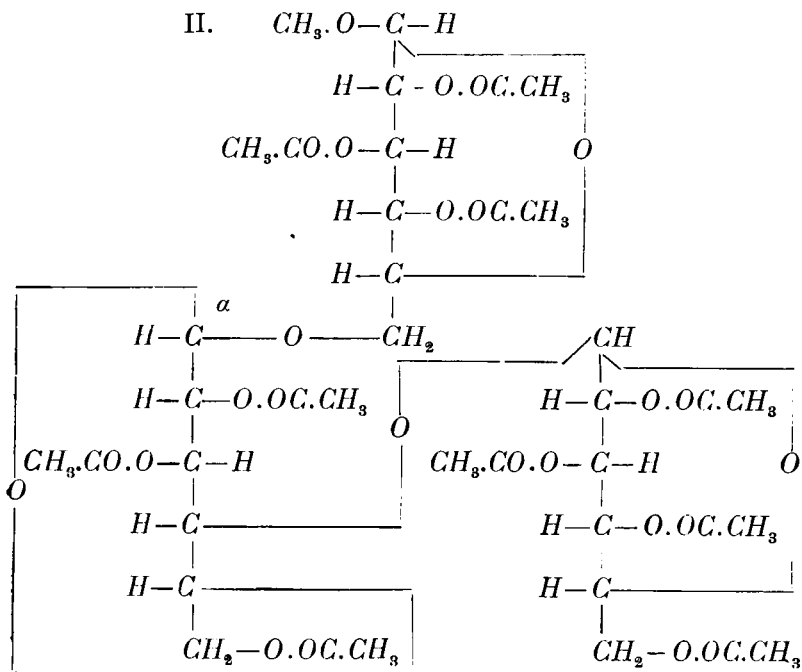
Előállítható triacetillevoglükozánból, ha azt titántetrakloriddal klórtermékké és ezt metilalkohollal és ezüstkarbonáttal metilglükóziddá alakítjuk át.

Acetohalogén-cukornak acetobrómcellobiozt választva, megpróbáltam a triaszaccharidglükozid szintézisének mindkét izomer vegyületet, a *decaacetyl-1- $\beta$ -metil- $\alpha$ -cellobiozido-6-glükózt* (II.) és a *decaacetyl-1- $\beta$ -metil- $\beta$ -cellobiozido-6-glükózt* (III.) elkülöníteni.

<sup>1</sup> G. ZEMPLÉN u. Á. GERECs: Berichte 63, 2720. (1930.)

<sup>2</sup> G. ZEMPLÉN u. Z. CsÜRÖs: Ber. 62, 993. (1929.)





Ebben az esetben is bebizonyult, hogy a két izomer keletkezése az *1-β-metil-2, 3, 4-triacetilglükóz* mennyiségének kellő megválasztásával befolyásolható. Az átmenet az izomer  $\alpha$ - és  $\beta$ -formák között még élesebb, mint a cellobiozidoknál volt, mint ez a következő táblázatból látható:

Jelzés	1-β-metil-triacetilglükóz mennyisége gr-ban	Felesleg %-ban	Keletkezett termék gr-ban	Redukáló-képesség %-ban	$[\alpha]_D$ kloroformban
II.	4.9	7	5.3	3.1	+ 7.9°
IIIb.	4.95	8	4.6	4.2	+ 20.3°
IVa.	5.0	10	4.0		+ 23.06°
VI.	5.26	15	5.2		- 7.3°
VII.	5.5	20	5.5	1.0	- 11°

Ezeknél a kísérleteknél mindig 10 acetobrómcellobiozt, 2.0 gr higanyacetátot és 80 cm<sup>3</sup> absz. benzolt használtam, 2 órai forralással. A termék feldolgozása is lehetőleg ugyanúgy történt. Az elkülönített termékek mindig kristályosak voltak.

Az erősen balra forgató részletből, forró aceton + alkoholból való átkristályosítással, könnyen el lehetett különíteni a  $\beta$ -cellobiozidoszármazékot (VII. kísérlet), tekintve, hogy ez sokkal nehezebben oldható, mint az  $\alpha$ -származék. Az így előállított legtisztább termék 248—249°-on (korr.) olvad, forgatóképessége:  $[\alpha]_D = -23.53^\circ$ , kloroformban.

Az erősen jobbraforgató frakciók nagyrésze  $\alpha$ -cellobiozidoszármazék. Ennek teljes megtisztítása könnyebb oldhatósága és redukáló szennyezések miatt, körülményesebb volt. Csak a különböző frakciók rendszeres szétválasztásával sikerült, a kísérleti részben megadott úton. Az elkülönített legtisztább  $\alpha$ -származék forgatóképessége  $[\alpha]_D^{20} = +26.23^\circ$ , kloroformban.

Alig volt hihető, hogy az ennél a reakciónál elkülöníthető izomer termékek egyszerűen az 1-β-metilglükozido csoportnak  $\alpha$ -formában való átalakulásával keletkeznének. A higanyacetátos reakcióknál hasonló jelenségnek eddig nyoma se mutatkozott. Az *1-β-metil- $\alpha$ -cellobiozido-terméket* mégis megpróbáltam titáنتetrakloriddal<sup>1</sup> *1- $\alpha$ -metil- $\alpha$ -cellobiozidoszármazékká* átalakítani, hogy az utób-

<sup>1</sup> E Pacsu: J. Amer. Chem. Soc. 52, 2571. (1930).

bit az én anyagommal összehasonlíthassam. Sajnos, egészen váratlanul, *míndkét itt leírt vegyület titántetraklorid hatására felhasadt és acetoklorcellobióz keletkezett.* Így, ezen az úton, nem sikerült a triaszaccharid- $\beta$ -glükozidot  $\alpha$ -glükóziddá alakítani.

Ez a jelenség azért is feltűnő, mert az endekaacetyl-cellobiozido-6-glükóz<sup>1</sup> titántetrakloriddal könnyen atalakítható acetoklor-triaszacchariddá. Ez pedig további titántetrakloridos behatásra sem változik meg.

Ezzel szemben beigazolódott, hogy a higanyacetátos módszer cellobiozido-6-glükózt is képes  $\alpha$ -sorbeli glükóziddá átalakítani. Erre példa a *decaacetyl- $\alpha$ -1-etyl- $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz* előállítása.

A kutatásokat folytatom.

#### KÍSÉRLETI RÉSZ.

Előtanulmányok decaacetyl-1- $\beta$ -metil- $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz előállításához.

##### I. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 5 % felesleg 1-metil-2, 3, 4-triacetylglükóz.

10 gr acetobrómcellobioznak, 4·8 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetylglükóznak és 2·0 gr vákuumban 100°-nál megszáritott higanyacetátnak keverékét leöntjük 80 cm<sup>3</sup> abszolút benzollal és klórcalciummal elzárt készülékben visszacepegő hűtőn forraljuk két óra hosszat. Az oldatot most lehűtjük, kimossuk négy-szer vízzel, nátriumszulfáttal megszáritjuk és csökkentett nyomás alatt bepároljuk, majd a benzolnak teljes elűzése céljából kétszer abszolút alkohollal újból bepároljuk, végül felfőzzük 50 cm<sup>3</sup> alkohollal és másnapig állni hagyjuk. A kivált kristályos terméket leszivatva, megszáritjuk. Termelés 3·8 gr, vagyis a számitott mennyiség 28·3%-a. Olvadáspontja 236° (korr.).

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{23} = + \frac{0 \cdot 45^\circ \times 7 \cdot 3414}{0 \cdot 2028 \times 1 \cdot 459} = + 11 \cdot 1^\circ, \text{ kloroformban.}$$

<sup>1</sup> B. HELFERICH u. W. SCHÄFER: Liebigs Annalen 450, 232. (1906)

**II. Acetobrómcellobioz +1 mol és 7 % felesleg  
1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.**

10 gr acetobrómcellobioz, 4·9 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 2·0 gr higanyacetát. Feldolgozás az I. kísérlet szerint. Termelés 5·3 gr, vagyis a számított mennyiség 39·5 %-a.

*Redukálóképesség:*

0·2048 gr : 2·0 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0063 gr glükóz = 3·1 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0\cdot33^\circ \times 7\cdot3410}{0\cdot2090 \times 1\cdot459} = + 7\cdot9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**IIIa. Acetobrómcellobioz +1 mol és 8% felesleg  
1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.**

10 gr acetobrómcellobioz 4·95 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 2·0 gr higanyacetát. Az I. kísérlet szerint feldolgozva a maradékot felfőzzük 60 cm<sup>3</sup> alkollal és forrón leszivatjuk. A nem oldódó rész 1 gr. Redukálóképesség csak nyomokban.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0\cdot470 \times 7\cdot3874}{0\cdot2262 \times 1\cdot468} = + 10\cdot4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A szüredékből 3 gr termék kristályosodik ki.

*Redukálóképesség:*

0·2000 gr : 2·5 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0079 gr glükóz = 3·95 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{1\cdot13^\circ \times 7\cdot3752}{0\cdot2194 \times 1\cdot466} = + 25\cdot9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**IIIb. A IIIa. kísérlet megismétlése a két frakció  
szétválasztása nélkül.**

Termelés 4·6 gr, vagyis a számított mennyiség 34·3 % a.

*Redukálóképesség:*

0·2206 gr : 3·0 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0093 gr glükóz = 4·2 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{0.67^\circ \times 7.370}{0.1660 \times 1.465} = + 20.3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**IVa. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 10 % felesleg  
1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.**

10 gr acetobrómcellobioz, 5 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz, 2.0 gr higanyacetát. A maradékot felfőzzük 5 cm<sup>3</sup> kloroform + 70 cm<sup>3</sup> alkohollal. 4 gr termék kristályosodik ki. Olvadáspontja 230°

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{23^\circ} = + \frac{1.02^\circ \times 7.3874}{0.2226 \times 1.468} = + 23.06^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**IVb. A IVa. kísérlet megismétlése és a termék szétválasztása két frakcióra.**

A maradékot felfőzzük 70 cm<sup>3</sup> alkohollal és forrón leszivatjuk. 1.8 gr-ot kapunk. Állandói:

*Redukálóképesség:*

0.1996 gr : 0.9 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0.0028 gr glükóz = 1.4 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{0.46^\circ \times 7.3654}{0.1730 \times 1.464} = + 13.3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az anyalúgból másnapra 2.8 gr válik ki.

*Redukálóképesség:*

0.2010 gr : 3.7 cm<sup>3</sup> n/10  $KmnO_4$  = 0.0115 gr glükóz = 5.7 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1.20^\circ \times 7.3746}{0.2040 \times 1.466} = + 29.6^\circ, \text{ kloroformban.}$$

V. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 10·3 % felesleg  
1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.

10 gr acetobrómcellobioz, 5·05 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 2·0 gr higanyacetát. Feldolgozás a IVa. kísérlet szerint. Termelés 4·8 gr, vagyis a számított mennyiség 35·8 %-a.

*Redukálóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{0\cdot80^\circ \times 7\cdot3468}{0\cdot2388 \times 1\cdot460} = + 16\cdot8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

VI. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 15 % felesleg  
1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.

10 gr acetobrómcellobioz, 5, 26 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 2·0 gr higanyacetát. A maradékot feloldjuk 15 cm<sup>3</sup> kloroformban és 60 cm<sup>3</sup> forró alkoholt adunk hozzá. Kiválik 5·2 gr, a számított mennyiség 38·7 %-a. Olvadáspontja 239°.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = - \frac{0\cdot28^\circ \times 7\cdot3544}{0\cdot1924 \times 1\cdot461} = - 7\cdot3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

VII. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 20 % felesleg  
1- $\beta$ -metil 2, 3, 4-triacetilglükóz.

10 gr acetobrómcellobioz, 5·5 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 2·0 gr higanyacetát. Feldolgozás a VI. kísérlet mintájára. Termelés 5·5 gr; a számított mennyiség 41 %-a. Olvadáspont 242°.

*Redukálóképesség:*

0·2084 gr : 0·7 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0022 gr glükóz = 1·0 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = - \frac{0\cdot42^\circ \times 7\cdot369}{0\cdot1868 \times 1\cdot464} = - 11\cdot3^\circ, \text{ kloroformban.}$$



### VIII. Acetobrómcellobioz + 1 mol és 50 % felesleg 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz.

8·75 gr acetobrómcellobioz, 6 gr 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 1·9 gr higanyacetát 90 cm<sup>3</sup> abszolút benzolban két-órái forralás. A maradékot kifőzzük 35 cm<sup>3</sup> metilalkohollal, miközben részben oldatba megy. Teljes lehülés után leszívadjuk és 12 cm<sup>3</sup> forró kloroform + 60 cm<sup>3</sup> forró metilalkoholból kristályosítjuk át. 4 gr válik ki, a számított mennyiség 34%-a. Olvadáspontja 244°.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{23^\circ} = - \frac{0\cdot77 \times 5\cdot032}{0\cdot2572} = - 17\cdot2^\circ, \text{ kloroformban.}$$

2 gr-ot 20 cm<sup>3</sup> forró aceton- és 50 cm<sup>3</sup> forró alkoholból kristályosítunk át. Az oldatból az eddig kapott legtisztább

#### dekaacetil-1- $\beta$ -metil- $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz

válk ki, hosszú, selyemfényű tűkben. Külsőleg és oldhatóságában erősen emlékeztet az  $\alpha$ -oktaacetilcellobiozra. Teljesen redukciómentes és 248–249°-on olvad.

4·300 mg : 7·770 mg CO<sub>2</sub>; 2·260 mg H<sub>2</sub>O

C<sub>39</sub>H<sub>54</sub>O<sub>28</sub> (938·43)

Számított: 49·87% C, 5·80% H.

talált: 49·28% C, 5·88% H.

10·139 mg : 2·428 mg AgJ.

Számított: 3·31% metoxil,

talált: 3·16% metoxil.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{23^\circ} = - \frac{0\cdot71^\circ \times 7\cdot3538}{0\cdot1518 \times 1\cdot463} = - 23\cdot53^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Ugyanez a termék előállítható a két dekaacetil-1- $\beta$ -metil- $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz erősen pozitív forgatású keverékéből. Itt azonban — aceton+alkoholból — igen sok frakcionált kristályosítást kell végezni, míg végül optikailag is tiszta a termék. Így például egy —  $[\alpha]_D = +6^\circ, +8^\circ$  és  $+11^\circ$  forgatóképességű, 3 frakcióból álló — termék 14-szeri átkristályosítás után lett csak optikailag tiszta.

### Dekaacetil-1- $\alpha$ -metil- $\alpha$ -cellobiozido-6-glükóz.

100 gr acetobrómcellobioz, 49·5 gr (1 mol + 8·1% felesleg) 1- $\beta$ -metil-2, 3, 4-triacetilglükóz és 20 gr higanyacetát keverékét leöntjük 800 cm<sup>3</sup> száraz benzollal és visszacsepegő hűtőn forraljuk kétóra hosszat. Kimossuk és bepároljuk az I. kísérlet leírása szerint. A maradékot felfőzzük 600 cm<sup>3</sup> alkohollal, forrón szűrjük, a nem oldódó részt (B anyag) kimossuk 50 cm<sup>3</sup> forró alkohollal. A szüredékből a C-anyag kristályosodik ki.

A B-termék 5·7 gr, csak nyomokban redukál.  $[\alpha]_D^{18^\circ} = +10,1^\circ$ , kloroformban.

A C-termék 35 gr (a számított mennyiség 26%-a).

*Redukálóképesség:*

0·2136 gr : 2·4 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  - 0·0076 gr glükóz = 3·56%.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{1\cdot75^\circ \times 7\cdot3742}{0\cdot2906 \times 1\cdot465} = + 30\cdot31^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A C-termékből 34 gr-ot szobahőmérsékleten kétóra hosszat rázatunk 300 cm<sup>3</sup> 20 térfogatrész aceton- és 80 térfogatrész alkoholból álló keverékkel. Leszívátva még kimossuk 40 cm<sup>3</sup> fenti oldószerrel. I. termék.

Az anyalúgot csökkentett nyomáson 50 cm<sup>3</sup>-nyire pároljuk be. Másnap 5 gr (X. jelzésű) anyag válik ki.

*Redukálóképesség:*

0·2046 gr : 3·5 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0109 gr glükóz = 5·3%.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{1\cdot70^\circ \times 7\cdot3556}{0\cdot2340 \times 1\cdot462} = + 46\cdot55^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az I-es terméket 80 cm<sup>3</sup> aceton és 12 cm<sup>3</sup> alkoholból álló keverékkel rázzuk egyóra hosszat szobahőmérsékleten. Oldatlanul marad a II-es termék. Az anyalúgot csökkentett nyomáson bepárolva, másnapra 3·7 gr kristályos termék válik ki (XX).

*Redukálóképesség:*

0·2030 gr : 3·9 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0122 gr glükóz : 6·0%.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{1\cdot41^\circ \times 8\cdot356}{0\cdot2389 \times 1\cdot462} = + 29\cdot7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A II-es terméket szobahőmérsékleten egyóra hosszat rázzuk 150 cm<sup>3</sup> — 60% aceton és 40% alkoholból álló — oldószerrel. Oldatlanul marad 6·5 gr (III.). Redukálóképessége nincsen.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{0\cdot36^\circ \times 6\cdot3940}{0\cdot2064 \times 1\cdot469} = + 8\cdot78^\circ, \text{ kloroformban.}$$

III-as termék csökkentett nyomáson bekoncentrált anyalúgjaból másnapra 5·4 gr (XXX) válik ki.

*Redukálóképesség:*

0·2032 gr : 1·3 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0041 gr glükóz = 2·0%.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{0\cdot97^\circ \times 7\cdot3754}{0\cdot2010 \times 1\cdot466} = + 24\cdot28^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az elkülönített frakciókban jelentős mennyiségű keresett anyag van. E mellett azonban még nem kívánatos redukáló anyag is van. Megtisztítani tőle nem lehetett jól. Ezért a következőkben leírt kísérleteket a III-as frakcióval végeztem. Ennek redukálóképessége nincsen és kereken 60% keresett anyag van benne.

5·9 gr III-as terméket 30 cm<sup>3</sup> — 80% aceton és 20% alkoholból álló — eleggyel másfélóra hosszat rázatunk szobahőmérsékleten. Leszivatva 20 cm<sup>3</sup> fenti összetételű oldószerrel mossuk. Az oldatlanul maradt 2 gr forgatóképessége  $[\alpha]_D = -6\cdot41^\circ$ , kloroformban. A szüredéket csökkentett nyomáson 10 cm<sup>3</sup>-re pároljuk be és 20 cm<sup>3</sup> forró alkoholt adunk hozzá. Másnapra 1·65 gr (L-anyag) válik ki.

*Forgatóképesség :*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0.36^\circ \times 7.391}{0.0912 \times 1.469} = + 19.86^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Ezt a terméket kétóra hosszat rázatjuk szobahőmérsékleten 20 cm<sup>3</sup> — 60% aceton és 40% alkoholból álló — keverékkel. Leszívva még 10 cm<sup>3</sup>-el mossuk. Az oldatlan rész 0.5 gr  $[\alpha]_D = + 13.5^\circ$ . Az anyalúgokat esőkkentett nyomáson bepároljuk és a maradékot feloldjuk 15 cm<sup>3</sup> forró alkoholban. Az L<sub>2</sub>-termék válik ki, súlya 0.8 gr. 235°-on olvad, nem redukál. Minden oldószerben jobban oldódik, mint az izomer β-termék.

12.872 mg : 2.99 mg AgJ.

C<sub>39</sub>H<sub>54</sub>O<sub>26</sub> (938.43).

Számított: 3.31% metoxil,

talált: 3.10% metoxil.

*Forgatóképesség :*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0.45^\circ \times 7.3884}{0.1022 \times 1.468} = + 22.16^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A termék elemzése és olvadáspontja alapján, már a tiszta keresett vegyület. Optikailag azonban még mindig nem elég tiszta. Ugyanígy tisztítható tovább, vagyis 40% acetontartalmú alkohollal rázva. Egy  $[\alpha]_D = + 19.61^\circ$  forgatású nehezebben oldódó, és egy könnyebben oldódó, optikailag is elég tiszta frakció kapható.

*Forgatóképesség :*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0.53^\circ \times 7.3784}{0.1018 \times 1.466} = + 26.23^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### A C-termék anyalúgjainak vizsgálata.

Az anyalúgokat 150 cm<sup>3</sup>-re bepárolva, másnapra 3.3 gr kristályosodik ki. Redukálóképessége 18.3%. Szüredékéből már hosszabb állásra sem válik ki kristályos anyag. Ezért vízbe öntjük és lecentrifugáljuk. Az E-jelzésű terméket kapjuk, súlya 66 gr. Redukálóképessége 2.7%.  $[\alpha]_D = + 43.7^\circ$ , kloroformban. Megacetilezve ugyancsak amorf termékhez jutunk. Redukáló-

képessége 4·3 %,  $[\alpha]_D = + 46\cdot4^\circ$ , kloroformban. Metoxiltartalma 2·00 %. Ez arra mutat, hogy a keverékben jelentős mennyiségű dekaacetil-1-metil- $\alpha$ -cellobiozido-6-glükóz van. A kedvezőtlen oldódási viszonyok miatt azonban nem különíthető el.

**A C-termék XXX-as frakciójának kezelése titántetrakloriddal.  
Acetoklórcellobioz keletkezése.**

Ez a kloroformban  $[\alpha]_D^{18^\circ} = + 24\cdot3^\circ$  forgatóképességű és 2 %-ot redukáló frakció már több mint 90 % dekaacetil-1- $\beta$ -metil- $\alpha$ -cellobiozido-6-glükóz tartalmú. 5 gr-ot feloldunk 60 cm<sup>3</sup> alkoholmentes kloroformban és 23 gr kloroformban oldott 1·5 gr titántetrakloriddal forraljuk, klórkalciumos csővel zárt visszacsepegő hűtőn, hatóra hosszat. Jégre öntve a kloroformos oldatot vízzel mossuk, megszáritjuk és csökkentett nyomáson bepárolva, a maradékot 30 cm<sup>3</sup> alkoholban vesszük fel. A másnapra kivált kristályokat leszívátjuk, mossuk és szárítjuk. 1·65 gr olvadáspontja 181·5°.

0·3024 gr : 4·1 cm<sup>3</sup> n/10  $AgNO_3$ .

Acetoklórcellobioz :  $C_{28}H_{35}O_{17}Cl$  (652·74) :

Számított : 5·43 % Cl,

talált : 4·8 % Cl.

*Forgatóképesség :*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{2\cdot88^\circ \times 7\cdot3704}{0\cdot2148 \times 1\cdot465} = + 67\cdot45^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A tiszta acetoklórcellobioz forgatása  $[\alpha]_D^{20^\circ} = + 71\cdot70^\circ$ , kloroformban.<sup>1</sup>

**Decaacetil-1- $\beta$ -metil- $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz kezelése  
titántetrakloriddal.**

1. 2 gr fenti anyagot 24 gr abszolút, alkoholmentes kloroformban oldva 6 cm<sup>3</sup> kloroformban oldott 0·6 gr titántetrakloriddal hatóra hosszat forraljuk klórkalciumos csővel zárt vissza-

<sup>1</sup> D. H. BRAUNS : J. Amer. Chem. Soc. 48, 2776. (1926).

csepegő hűtővel ellátott lombikban. Ezután a XXX-as frakció titántetrakloridos kezelésénél leírt módon dolgozzuk fel. A maradékot eldörzsöljük éterrel. Leszívátva, alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 0·7 gr, olvadáspontja 180—181°

0·2904 gr : 4·02 cm<sup>3</sup> n/10 AgNO<sub>3</sub>.

Acetoklorcellobioz: C<sub>26</sub>H<sub>35</sub>O<sub>17</sub>Cl (652·74).

Számított: 5·43 % Cl,

talált: 4·91 % Cl.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{1 \cdot 38^\circ \times 7 \cdot 3580}{1 \cdot 4716 \times 0 \cdot 1054} = + 65 \cdot 5^\circ, \text{ kloroformban.}$$

2. Az 1-es kísérlet megismétlése kétszeres anyagmennyiséggel. Termelés 1·2 gr.

0·3100 gr : 4·02 cm<sup>3</sup> n/10 AgNO<sub>3</sub>.

Acetoklorcellobiozra számítva: 5·43 % Cl,

talált: 4·60 % Cl.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{2 \cdot 00^\circ \times 14 \cdot 6286}{1 \cdot 4628 \times 0 \cdot 3076} = + 65 \cdot 02^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Dekaacetyl-1- $\alpha$ -etyl- $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz.

3·4 gr acetobromtriszaccharidot<sup>1</sup> 0·48 gr (a számított mennyiségnél 12% al kevesebb) higanyacetáttal és 0·32 gr abszolút etilalkohollal (100% felesleg) félóra hosszat forralunk visszacssepegő hűtőn, 30 cm<sup>3</sup> száraz benzolban. Utána négyszer mosuk vízzel, megszáritjuk klórkalciummal és leszűrve csökkentett nyomáson bepároljuk. Alkoholal többször lepárolva, a maradékot kétszer átkristályosítjuk forró alkoholból. 1·3 gr kristályosodik ki. Olvadáspontja 210°. Újbóli kétszeres átkristályosítás után olvadáspontja 212°.

<sup>1</sup> B. HELFERICH u. H. BREDERECK: Liebigs Annalen 465, 176. (1928).



*Redukálóképesség:*

0·3052 gr : 2·10 cm<sup>3</sup> n/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·0065 gr glükóz = 2·1 %.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0\cdot72^\circ \times 14\cdot6370}{1\cdot4637 \times 0\cdot3046} = + 23\cdot64^\circ, \text{ kloroformban.}$$

\*

A vizsgálatok elvégzésében dr. BRUCKNER ZOLTÁN és dr. GE-  
BECS ÁRPÁD urak voltak igen nagy segítségemre. E helyen mon-  
dok nekik köszönetet.

A dolgozat a «Rockefeller Foundation», a «Széchenyi Tár-  
saság» és a «M. T. Akadémia» anyagi támogatásával készült.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1930. december 22-én tartott üléséből.)

# TRISACCHARIDSYNTHESEN MIT HILFE VON QUECKSILBERSALZEN.

Von GÉZA ZEMPLÉN.

Mit Hilfe der Quecksilberacetatmethode wurden aus Acetobromcellobiose und 1- $\beta$ -Metyl-2, 3, 4-triacetyl-glykose beide Dekaacetyl 1- $\beta$ -Metyl- $\alpha$ -cellobiosido-6-glykose und die isomere Dekaacetyl 1- $\beta$ -metyl- $\beta$ -cellobiosido-6-glykose gewonnen, die Versuchsbedingungen ihrer Bildung wurden genau untersucht und die Isolierung bezw. Eigenschaften der beiden Trisaccharidglykoside beschrieben. Die Arbeit erscheint demnächst in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Bd. 64 (1931).

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Dezember 1930.)

## VESZELYIT VASKÖRÖL.

ZSIVNY VIKTOR-tól.

• **Bevezetés.** A szép és jól kristályosodott ásványairól híres bánsági kontakterületen fekvő Vasköröl, az ottani gránátszirt-régióból, SCHRAUF<sup>1</sup> 1874-ben érdekes új ásványról tett jelentést a bécsi Császári Akadémiának. A zöldeskék színű ásványt, mely a gránátszirtre nőtt részint szabad kristályokban, részint pedig mint bekérgezés, az ottani bányagondnokról Veszelyitnek nevezte el. Triklinnek tekintette, kémiai összetételét «minimális mennyiségű», «teljesen tiszta» anyagból készített elemzése alapján  $4CuO P_2O_5 + 5H_2O$  képlettel adja meg és az 1 molekula  $P_2O_5$ -ra 4 molekula  $CuO$ -ot tartalmazó rézfoszfátok sorozatába osztja be, melynek többi tagjai az 1  $H_2O$ -et tartalmazó Libethenit és a 3  $H_2O$ -et tartalmazó Tagilit. Hangsúlyozza, hogy észrevehető mennyiségű arzént nem talált benne.

1880-ban megjelent második közleményében<sup>2</sup> SCHRAUF a «látszólag monosymmetrikus», továbbra is triklinnek tartott kristályoknak új orientációt ad. A régi orientáció vertikális alapprizmája az új orientációban klinodómává lesz:

SCHRAUF (I.)<sup>3</sup> SCHRAUF (II.)

$$M(110) = M(0\bar{1}1)$$

$$m(1\bar{1}0) = m(011).$$

---

<sup>1</sup> Anzeiger der kaiserl. Akad. d. Wiss., Mathem.-Naturw. Classe, **11**, 135—137 (1874, Wien).

<sup>2</sup> Über Phosphorkupfererze, Veszelyit, Zs. f. Kryst., **4**, 31—33 (1880).

<sup>3</sup> A következőkben az első dolgozatra vonatkozó adatok mindig «SCHRAUF (I.)», a másodikra vonatkozók «SCHRAUF (II.)» megjelöléssel szerepelnek.

A többi alak, valamint azok párhuzamosítása a VII. táblázatban, az újabb szögértékek pedig a régiekkel együtt az I. táblázatban találhatóak meg. (Itt az összes táblázatokra és a szövegre vonatkozólag megjegyzem, hogy az azonos, vagy az egymással párhuzamos lappárok, illetőleg identikus kristálylapkomplexumból álló alakok egyazon vízszintes sorban vannak feltüntetve, továbbá, hogy a lapok, illetőleg az alakoknak összes betűs jelzései és a betűk után következő MILLER-féle szimbólumai (pl.  $b^{\frac{1}{2}}$  vagy  $b^{\frac{1}{2}}\{\bar{1}11\}$ ) mindig a megfelelő szerző eredeti betűs jelzései, illetőleg a szerző eredeti orientálására vonatkozó MILLER-féle szimbólumok. Az egymagukban szereplő MILLER-féle szimbólumok ellenben (I. a II. és VII. táblázatban) mindig az általam is használt SCHRAUF (II.)-féle felállításra vonatkoznak.)

Az új felállításra vonatkozólag a tengelyviszonyt:  $a:b:c = 0.7101:1:0.9134$ -nek, s a tengelyek által képezett szögek supplementenseit:  $\alpha = 90^\circ 29'$ ,  $\beta = 76^\circ 10'$ ,  $\gamma = 90^\circ 26'$ -nek adja meg.<sup>4</sup> SCHRAUF úgy  $b(010)$ , mint  $a(100)$  szerinti ikerállásban lévő lapokról<sup>5</sup> is említést tesz s ezekre vonatkozólag mérési adatokat is közöl.

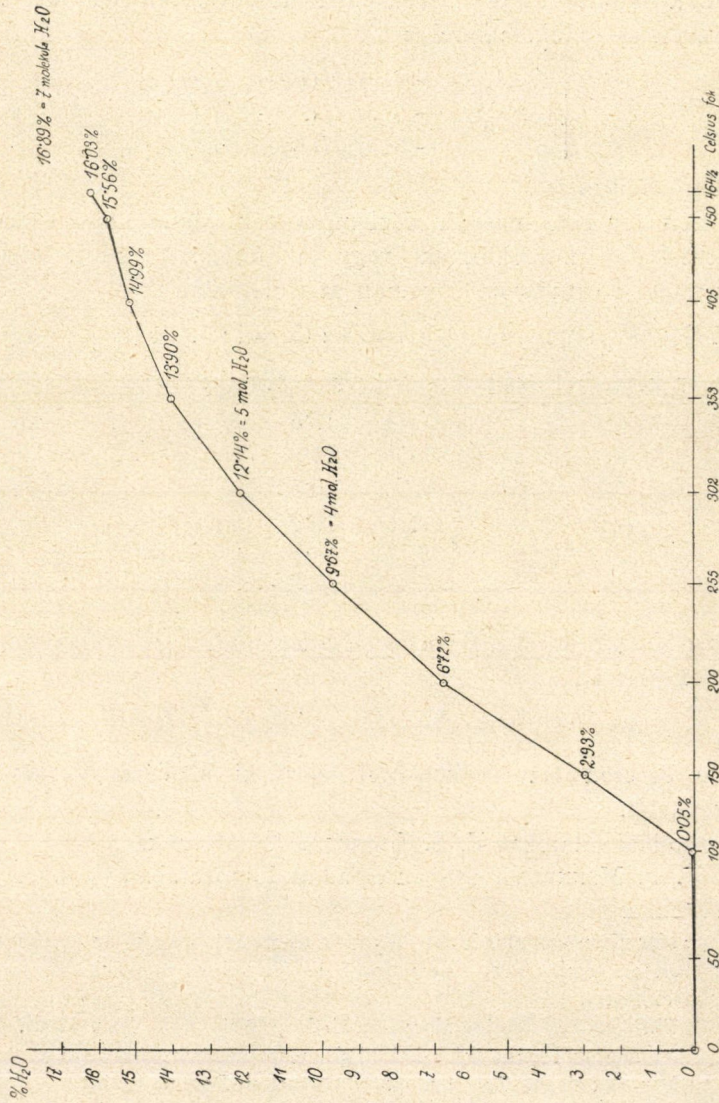
0.0956 g anyagból készített elemzésének adatai s azok interpretálási eredménye a következők:

	észlelt %		számított %
$CuO$	37.34	$9CuO$	37.68
$ZnO$	25.20	$6ZnO$	25.62
$P_2O_5$	9.01	$P_2O_5$	7.48
$As_2O_5$	10.41 <sup>6</sup>	$As_2O_5$	12.13
$H_2O$	17.05	$18H_2O$	17.08
	99.01		100.00

<sup>4</sup> SCHRAUF (II.) eredetileg a tengelyek által képezett tényleges  $\alpha=89^\circ 31'$ ,  $\beta=103^\circ 50'$ ,  $\gamma=89^\circ 34'$  szögeket közli, de minthogy az összes többi szerzők és a magam  $\beta$  jelzése is a kiegészítő szögre vonatkozik: az egyöntetűség kedvéért itt is a supplementenseket adom meg.

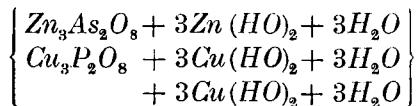
<sup>5</sup> Ezekre vonatkozó általános megjegyzéseket lásd loc. cit., 27—28.

<sup>6</sup> SCHRAUF az arzénsavat és foszforsavat együtt csapta le magnéziával, a pirofoszfátot és piroarzenátot együtt mérte ( $Mg_2P_2O_7=28.14\%$ ) s ezek keverékében az arzénsav és foszforsav viszonyát molibdénoldattal igyekezett közelítőleg meghatározni.»



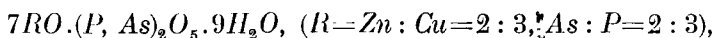
1. ábra.

A Veszelyitnek «a Libethenittel és az Adaminnal való rokonságának feltüntetésére»<sup>7</sup> az elemzésből levezetett adatokat önkényesen és indokolatlanul a



képletre bontja fel.

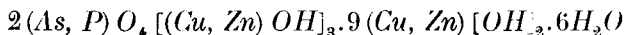
SCHRAUF eme második közleményének adatai alapján DANA<sup>8</sup> a Veszelyitot «monoklinnak (vagy triklinnek?)» tekinti. Kémiai összetétele RAMMELSBERG nyomán szerinte talán



a mely képletből számított értékek a következők:

<i>CuO</i>	37·5
<i>ZnO</i>	24·8
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	9·5
<i>As<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	10·2
<i>H<sub>2</sub>O</i>	18·1
	100% <sup>9</sup>

GROTH-MIELEITNER<sup>10</sup> a SCHRAUF (II.)-féle eredeti molekulaviszonyszámok alapján a



«nem egészen biztos» képlettel fejezi ki a Veszelyit kémiai összetételét.

Optikai adatokat E. S. LARSENÉL<sup>11</sup> találunk.

F. P. MENNELL 1920-ban előadott dolgozatában<sup>12</sup> az észak-

<sup>7</sup> Már KRENNER (kiadatlan kézirat) megjegyzi, hogy az ásványnak természetesen semmi köze sincsen azon ásványokhoz, melyekkel SCHRAUF összehasonlította.

<sup>8</sup> The system of mineralogy, 6. kiad., p. 841 (New-York, 1892).

<sup>9</sup> Az adatok egyike 0·1%-kal hibás, mert végösszegük 100·1%-ot ad.

<sup>10</sup> Mineralogische Tabellen, p. 77 (München-Berlin, 1921).

<sup>11</sup> The microscopic determination of the nonopaque minerals, United States Geol. Surv., Bulletin 679, 153, 221 (1921, Washington).

<sup>12</sup> Rare zinc-copper minerals from the Rhodesian Broken Hill mine Northern Rhodesia, Min. Mag., 19, 69—72 (1920—1922).



rhodesiai broken hilli cink-ólom bányából, melyből olykor réz-ércek is előkerültek, egy sötét ultramarinkék színű ásványt írt le, melynek szögértékei igen közel állanak SCHRAUF Veszelyitjéhez (l. a II. táblázatot). A monoklinnak tekintett ásvány habitusa MENNELL szerint «nagyon különbözik» az Veszelyitétől azáltal, hogy kristályain az  $a\{100\}$  véglap uralkodik, melyet SCHRAUF nem is észlelt a Veszelyiten. A többi alakját lásd a VII. táblázatban. A forrasztócső előtti viselkedéséből és még «más reakciók»-ból következtetve víztartalmú réz-cinkfoszfát, mely szerinte úgy látszik csak kevés vagy semmi arzént sem tartalmaz. Az ásvány elemzője, G. C. NORRIS, csupán a víztartalmát határozhatta meg kvantitatív (=17·62%). MENNELL az ásványt olyan Veszelyitnek tekinti, mely főleg foszforsavat tartalmaz és a Veszelyit nevet mindazokra a varietásokra kiterjesztendőnek tartja, melyekben a foszfát-molekula predominál.

A broken hilli Veszelyitet L. J. SPENCER is megvizsgálta<sup>13</sup> s a SCHRAUF (II.)-féle orientációra vonatkozólag, melyet MENNELL is adoptált az

$$a : b : c = 0.71 : 1 : 0.95$$

tengelyviszonyt s a

$$\beta = 76\frac{1}{3}^\circ$$

szöget adja meg. Az optikai és egyéb adataira vonatkozólag a II. táblázat nyújt felvilágosítást.

WAKABAYASHI és KOMADA<sup>14</sup> az Akita (Japán) melletti Arakawa-bánya egyik réztelérének oxidációs zónájából 18×8 mm nagyságot is elérő sötét kékeszöld színű monoklin kristályokat írt le, melyeken rendszeren az  $c\{011\}$  és  $m\{110\}$  formák uralkodnak. (A többi formát l. a VII. táblázatban.) A szögértékek közel állanak a Veszelyitéihez (l. a II. táblázatot). A SCHRAUF (II.)-féle orientációnál, melyet ezek a szerzők is elfogadtak

$$a : b : c = 0.74972 : 1 : 1.02447, \beta = 70\frac{1}{2}^\circ.$$

<sup>13</sup> Appendix F. P. MENNELL idézett értekezéséhez.

<sup>14</sup> Réz-cinkfoszfát az Arakawa-bányából (japánul), Journ. Geol. Soc. Tōkyō, 28, 191—211 (1921); referálva Mineralogical Abstracts-ben, 1, 250—251 (1920—1922).

Három elemzés középértékéből nyert következő értékek:

<i>CuO</i>	40·44
<i>ZnO</i>	23·64
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	19·01
<i>H<sub>2</sub>O</i>	16·22
	99·31 %

a szerzők szerint a  $4CuO \cdot 2ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 6\frac{1}{2}H_2O$  képletre vezetnek. Itt meg kell jegyezni, hogy a pontos molekulaviszonyértékek:

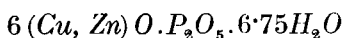
$$\frac{3 \cdot 799 CuO, 2 \cdot 171 ZnO, 1 P_2O_5, 6 \cdot 729 H_2O}{5 \cdot 970 (Cu, Zn)O}$$

szigorúan az

$$5 \cdot 97 (Cu, Zn)O \cdot P_2O_5 \cdot 6 \cdot 73 H_2O, (CuO : ZnO = 5 \cdot 082 : 2 \cdot 905 = 3 : 1 \cdot 7)$$

képletre vezetnek.<sup>15</sup>

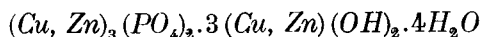
Ennek kikerekített alakja



éppoly közel áll a szerzők által eredetileg megadott, mint a



vagy



képletéhez.<sup>16</sup>

Mint hogy az ásvány arzént nem tartalmaz, leírói a Veszelyittől megkülönböztetendő ásványnak tekintik. R. OHASHI<sup>17</sup> szerint azonos a broken hilli Veszelyittel, amire már előbb is rámutattak.<sup>18</sup>

H. BUTTGENBACH<sup>19</sup> a Belga Királyi Akadémiának 1926-ban egy a katangai (Belga Kongo) Kipushiban levő Prince Léopold-

<sup>15</sup> Számította ZSIVNY.

<sup>16</sup> V. ö. H. BUTTGENBACH, Description d'un minéral du Katanga, Académie Royale de Belgique, Bulletins de la classe des sciences, 911 (1927).

<sup>17</sup> A daiton-kén-, az arakawait- és az ishikawaitról (japánul), Journ. Geol. Soc. Tōkyō, 31, 166—170 (1924); referálva, Min. Abstracts, 2, 380 (1923—1925).

<sup>18</sup> WAKABAYASHI és KOMADA munkájának loc. cit. referátumában.

<sup>19</sup> loc. cit., 905—913.

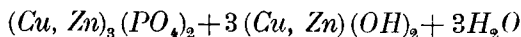
bányából származó ásványt mutatott be, melyet provizórikusan Kipushitnak nevezett el. Az azúr—sötétkék színűmonoklin ásvány szögértékei a vaskői Veszelyitéihez közel állanak (I. a II. táblázatot), épp úgy termete is (a SCHRAUF (II.) által lerajzolt kristályéhoz). BUTTGENBACH kétféle felállítást közöl. Az elsőnek (BUTTG. I.) negatív alaphemipiramisa  $d^{\frac{1}{2}}\{111\}$ , a másodiknál — mely a SCHRAUF (I.)-féle orientációval azonos — klinodómává  $e^1\{011\}$ , az elsőnek pozitív alaphemipiramisa  $b^{\frac{1}{2}}\{\bar{1}11\}$  pedig vert. alapprizmává  $m\{110\}$  lesz. A többi alak felsorolása és párhuzamosítása a VII. táblázatban található meg. A kristályokon, mint a SCHRAUF (II.) által közölt vaskői Veszelyit-kristályokon és az Arakawaiton a  $d^{\frac{1}{2}}\{111\}$  és  $b^{\frac{1}{2}}\{\bar{1}11\}$  (BUTTGENBACH I.) =  $e^1\{011\}$  és  $m\{110\}$  (BUTTGENBACH II.) alakok lapjai uralkodnak, melyek a SCHRAUF (II.) = MENNELL-SPENCER etc.-féle orientációban az  $\{110\}$  és  $\{011\}$  alakok lapjainak felelnek meg. Eme utóbbi orientációra vonatkozólag

$$a : b : c = 0.7397 : 1 : 0.9060, \beta = 76^\circ 57'.^{20}$$

Kémiai összetétele BOLSIVUS szerint <sup>21</sup>

<i>CuO</i>	35.99
<i>ZnO</i>	28.94
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	19.90
<i>H<sub>2</sub>O</i>	14.31
<i>SiO<sub>2</sub></i>	0.65
	99.79%

amelyből BUTTGENBACH a



képletet vezet le. Megjegyzem, hogy az előbbi elemzési adatokból levezethető ki nem kerekített molekulaviszonyértékek: <sup>22</sup>

$$\frac{3.229CuO.2.539ZnO.1.000P_2O_5.5.671H_2O}{5.769(Cu, Zn)O}$$

és

$$CuO : ZnO = 4.000 : 3.145^{23} = 3.000 : 2.359.$$

<sup>20</sup> Számította ZSIVNY BUTTGENBACH eredeti adataiból.

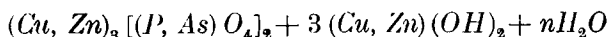
<sup>21</sup> Közölve BUTTGENBACHnál loc. cit., 905.

<sup>22</sup> Számította ZSIVNY.

<sup>23</sup> A BUTTGENBACHnál olvasható  $CuO : ZnO = 4 : 5$  nyilván íráshiba 4 : 3 helyett.

BUTTGEBACH a Kipushitot a broken hilli Veszelyittel kétségtelenül azonosnak tartja s azt Kipushitnak is nevezi.<sup>24</sup> Mindkettőt a vaskői Veszelyittel csak izomorfnek tekinti, mivel az utóbbi ásványt SCHRAUF (II.) adatai alapján arzéntartalmúnak kellett tekintenie.<sup>25</sup>

Feltételezi továbbá a



«izomorf» sorozat létezését, melynek szélső tagjai a HENGLEIN- és MEIGENTŐL<sup>26</sup> Otaviból (D.-Ny.-Afrika) leírt Barthit =  $Zn_3(AsO_4)_2 + Cu(OH)_2 + H_2O$  és a Kipushit, egyik közbülső tagja pedig a vaskői Veszelyit volna.

A vaskői Veszelyit kémiai összetételének bizonytalan megállapítása,<sup>27</sup> mely SCHRAUF I. és II. közleménye között fennálló feltűnő ellentmondásban nyilvánul meg, lehetetlenné tette, hogy az előbbieken röviden ismertetett, morfológiailag hozzá nagyon közelálló víztartalmú bázikus rézcinkfoszfátokhoz való viszonyát tisztázzák. Ennélfogva indokolt volt ennek az ásványnak újból való pontos megvizsgálása, nevezetesen SCHRAUF morfológiai adatainak ellenőrzése, LARSEN optikai adatainak kiegészítése és az ásvány kémiai összetételének megbízható megállapítása. Az ásvány kristálytani, optikai és kémiai vizsgálatát a dr. LIFFA AURÉL főgeológus, műegyetemi rk. tanár úr által a M. N. Múzeum ásvány-öslénytárának vizsgálatra készségesen átengedett jó és bőséges anyagon — melyet dr. ZIMÁNYI KÁROLY igazgató úr bocsátott rendelkezésemre — végeztem. Külső akadályok következtében nem volt módomban valamennyi optikai sajátosságát megállapítani, de reménylem, hogy e hiányt pótolhatom. Vizsgálá-

<sup>24</sup> loc. cit. p. 913. A következőkben Kipushit alatt mindig a katangai Kipushitot értem.

<sup>25</sup> A Veszelyit és az Arakawait rokonságának tárgyalásánál BUTTGEBACH (loc. cit., p. 913) a broken hilli Veszelyitet összecseréli a vaskői-vel: OHASHI megállapítása a broken hillire s nem (mint BUTTGEBACH szövegéből következik) a vaskőire vonatkozik.

<sup>26</sup> Centralblatt f. Min. etc., 353 (1914).

<sup>27</sup> Már KRENNER (kiadatlan kéziratában) megjegyzi, hogy «SCHRAUF 0.09 g-mal végzett elemzéséből komoly következtetést vonni nem lehet».

taim befejezése után, de még publikálásuk előtt KRENNER J. hátrahagyott kéziratai alapján még egy közlemény jelent meg<sup>28</sup> a vaskői Veszelyit morfológiai és optikai viszonyaira vonatkozólag (I. az I. és II. táblázatot). Kémiai elemzést azonban KRENNER nem közöl, csupán hangsúlyozza, hogy az ásvány arzént nem tartalmaz.

**Vizsgálataimról** a következőkben számolhatok be.

Összesen 20 kristályt és egy  $7 \times 4$  mm nagyságú, kissé hipoparallel összenövést mutató kristályhalmaz egyik egyénét mértem meg. Az előbb említettek közül 10 csupán kristálytöredék volt 3–4 lappal, amelyek alapján a kombináció és a termet nem volt rekonstruálható, 10 pedig csonka kristály. A kristályok orientálásánál a SCHRAUF (II.)-féle felállítást használtam, melyet KRENNER is elfogadott s mint már az előzőkben említettem, MENNELL-SPENCER a broken hilli Veszelyitnél, WAKABAYASHI-KOMADA pedig az Arakawaitnál adoptáltak.

**Alakok és kristályelemek.** Az észlelt formák gyakoriságuk sorrendjében a következők:

$$m\{110\}, e\{011\}, a\{100\}, X^*, Y^*, Z^*, \\ \{511\}^*, \{253\}^* \text{ és } \{594\}^*.$$

A csillaggal jelzettek nemcsak a Veszelyitre általában újak, hanem az Arakawaiton és a Kipushiton sem figyelték meg azokat. Az  $X$ ,  $Y$  és  $Z$  formák lapjai görbültek.

A mért szögek értékeit a határértékeik feltüntetésével, SCHRAUF és KRENNER megfelelő adataival összehasonlítva, az I. táblázatban foglaltam össze. Ez utóbbiból kitűnik, hogy a szögértékek jelentékeny mértékű ingadozást mutatnak, mely általában  $1/2$ – $3/4$ ° körüli, ritkán eléri az  $1$ °-ot, sőt egy esetben a  $2\frac{1}{2}$ °-ot is. Az egymástól független mérések nagyobb száma (az alapértékek-nél: 11, 14, 16, 11) azonban elegendőképpen biztosítja a középértékek megbízhatóságát. Az I. táblázat 5. függélyes rovatának } jellel összekapcsolt értékeiből kitűnik, hogy ásványunkat monoklinnak kell tekinteni, mert a triklin-rendszerben különértékű

<sup>28</sup> J. KRENNER, Mineralogische Mitteilungen aus Ungarn, 22: Veszelyit von Vaskő, Centralblatt f. Min. etc., Abt. A, 163 (1930).

		ZSIVNY		
		az összes mérések		
		száma	határértékei	középértéke <sup>29</sup>
$m : m'''$	110 : 110	5	69°39½' — 70°43½'	70°13½' → 70°40½'
$: m'$	: 110	6	108°48' — 109°32'	109°8' ↗
			(71°12' — 70°28')	(70°52') <sup>31</sup>
$e : e'$	011 : 011	10	85°1' — 85°35'	85°22' → 85°44½'
$: e'''$	: 011	4	93°18½' — 93°46'	93°26½' ↗
			(86°41½' — 86°14')	(86°33½')
$m : e$	110 : 011	4	57°9' — 57°50'	57°30' } <sup>34</sup> 57°32'
$m''' : e'$	110 : 011	7	56°3' — 58°39½'	57°32½' }
$m : e'''$	110 : 011	9	74°34' — 76°23½'	74°56½' }
$m''' : e''$	110 : 011	7	74°31½' — 75°56'	74°54' }
$: e$	: 011	—	—	—
$m : e'$	110 : 011	—	—	—
$a : m$	100 : 110	4	35°1½' — 35°26'	35°19' }
$: m'''$	: 110	4	35°10' — 35°33'	35°31' }
$: e$	: 011	1	—	80°5' }
$: e'$	: 011	1	—	80°½' }
$b : m'''$	010 : 110	—	—	—
$: m$	: 110	—	—	—
$: e'$	: 011	—	—	—
$: e''$	: 011	—	—	—
—	: 121	—	—	—
—	010 : 121	—	—	—
—	201 : 011	—	—	—
—	511 : 100	1	—	11° 7'
—	: 011	1	—	68°58'
—	253 : 110	1	—	43°33½'
—	: 011	1	—	31°15'
—	121 : 110	—	—	—
—	121 : 110	—	—	—
—	121 : 011	—	—	—
—	121 : 011	—	—	—
—	121 : 011	—	—	—
—	121 : 110	—	—	—
—	594 : 110 <sup>36</sup>	1	—	29°33½'
—	: 011 <sup>36</sup>	1	—	45°21'
$X : m'$	$X : 110$	4	23°1' — 23°36½'	23°20' }
$X' : m''$	$X' : 110$	1	—	22°15½' }
$X : e$	$X : 011$	4	64°43' — 66°2½'	65°39' }
$X' : e'$	$X' : 011$	4	63°43½' — 66°34'	65°2' }
$X : a'$	$X : 100$	1	—	35°45½'

<sup>29</sup> A középértékek kiszámításánál az egyes értékek súlyát is tekintetbe vettem. — <sup>30</sup> 70° 43' és 70° 51' középértéke. — <sup>31</sup> Könnyebb áttekinthetőség kedvéért a kiegészítő szöveget is (zárójelben) feltüntettem. — <sup>32</sup> 84° 47' és 84° 42' középértéke. — <sup>33</sup> A + -tel jelzett lappárok nem azonosak, hanem csupán párhuzamosak a táblázat 1. rovatában feltüntetett megfelelő lappárokkal. — <sup>34</sup> Azokat a lappárokat, melyek a monoklin rend-



## I á z a t.

ZSIVNY		KRENNER		SCHRAUF			
számított különbség				II.		I.	
—	—	<i>mm</i>	70°40'	<i>eε</i> <sup>30</sup>	70°47'	<i>ηe</i>	70°10'
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	<i>dd</i>	86°48'	<i>mM</i> <sup>32</sup>	84°44½'	<i>mM</i>	86°58'
—	—	—	—	—	—	<i>m'M</i> <sup>33</sup>	93° 2'
57°52'	—20'	<i>md</i>	57°42'	<i>em</i>	57°19'	<i>ηm</i>	60°20'}
75°13'30"	—17'30"	—	—	<i>εM</i>	—	<i>eM</i>	58° 0'}
—	—	—	—	<i>eM'</i>	75°25'	<i>ηM'</i>	74°30'}
—	—	—	—	<i>εm'</i>	—	<i>em'</i>	73°10'}
—	—	—	—	<i>εm</i>	104° 3'	—	—
—	—	—	—	<i>eM</i>	104°16'	—	—
35°20'15"	+4'15"	—	—	—	—	—	—
80°14'00"	—10'45"	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	<i>Be</i>	53°24'
—	—	—	—	—	—	<i>Bη</i>	56°26'
—	—	—	—	—	—	<i>BM</i>	45°42'
—	—	—	—	—	—	<i>Bm'</i>	47°20'
—	—	—	—	—	—	<i>Bρ</i>	38°10'
—	—	—	—	—	—	<i>B'π</i>	38°57'
—	—	—	—	<i>δM'</i> <sup>35</sup>	84°10'	—	—
11°13'23"	—6'23"	—	—	—	—	—	—
69°00'37"	+3'23"	—	—	—	—	—	—
42°55'21"	+38'9"	—	—	—	—	—	—
32°18' 9"	—1°3'9"	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	<i>πη</i>	34°27'}
—	—	—	—	<i>σ'ε'</i> <sup>35</sup>	34°43'	<i>pe</i> <sup>+</sup>	32°15'}
—	—	—	—	—	—	<i>πm</i>	72°30'}
—	—	—	—	<i>σ'M'</i> <sup>35</sup>	71½'	<i>pM</i> <sup>+</sup>	70°35'}
—	—	—	—	<i>σ'm</i> <sup>35</sup>	40°50'	—	—
—	—	—	—	<i>σ'e</i> <sup>35</sup>	ca. 84°	—	—
29°15'15"	+18'15"	—	—	—	—	—	—
45°58'15"	—37'15"	—	—	—	—	—	—
[211 : 110 24°56½']	—1°46½']	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

szerben egyenlő értékűek, }-lel foglaltam össze. — <sup>35</sup> SCHRAUF Zs. f. KRYSZT., 4 (1880) 31—32. lapon részben, illetőleg Taf. I., Fig. 10-ben következetlen módon (121) lapot  $\sigma$ -val, (121) lapot  $\sigma'$ -vel, (201) lapot pedig  $\delta$ -val jelöli  $\sigma'$ ,  $\sigma$ , illetőleg  $\delta'$  helyett. E táblázatban az eredeti jelzések szerepelnek, melyeknek sorrendben  $\delta'M'$ ,  $\sigma\varepsilon'$ ,  $\sigma M'$ ,  $\sigma m$  és  $\sigma e$  helyesbített jelzések felelnek meg. — <sup>36</sup> A valóságban (594) : (110), ill. (594) : (011) szögeket mértem.

lappárok szögeinek középértékei nemcsak hogy kisebb eltérést mutatnak egymástól, mint amekkora különbség ugyanazon lappárok szögeinek határértékei között mutatkozik, hanem az eltérés az identikus lappároknál általában megengedhető eltérést sem haladja meg.

$$\begin{aligned} \text{Az} \quad (110) : (1\bar{1}0) &= 70^\circ 40\frac{1}{2}' \\ (011) : (0\bar{1}1) &= 85^\circ 44\frac{1}{2}' \\ (110) : (01\bar{1}) &= 74^\circ 56' \end{aligned}$$

alapértékekből számítva :

$$\beta = (100) : (001) = 77^\circ 6'.$$

Ha ellenben  $(110) : (01\bar{1})$  szög helyett  $(110) : (011) = 57^\circ 32'$  szöget vesszük számításba, úgy

$$\beta = (100) : (001) = 76^\circ 8'.$$

A két eredmény középértékéből

$$\beta = (100) : (001) = 76^\circ 37'$$

-ből — amely érték az összes többi számítás alapjául szolgált — a tengelyviszonyra :

$$a : b : c = 0.7288 : 1 : 0.9542,$$

arra a két szögre pedig, melyek  $\beta$  kétféle kiszámításánál különbözők voltak :

$$(110) : (01\bar{1}) = 75^\circ 13\frac{1}{2}', \text{ illetve } (110) : (011) = 57^\circ 52'$$

értékeket nyerjük. A fent megadott elemek SCHRAUF (II.), de még inkább KRENNER adataihoz (I. a II. táblázatot) közel állanak. Az  $m$  és  $e$  alakok mindegyik kristályon felléptek,  $a$ -t hét esetben figyelhettem meg;  $a$  lapjainak felső része legtöbbször kissé görbült (lásd alább a görbült lapok tárgyalásánál is). E három alak lapjai szabják meg a kristály habitusát.

$\{511\}$ -,  $\{253\}$ - és  $\{594\}$ -nek lapjai nagyon keskenyek. Mind a három alakot egyetlen egyszer egyetlen lapjával három különböző kristályon észleltem.  $(511)$  lap az  $(100)(011)$  élt,  $(594)$  lap a  $(\bar{1}\bar{1}0)(0\bar{1}1)$  élt, a három közül legszeleesebb és elég jól fénylő  $(253)$  lap pedig az  $(110)(01\bar{1})$  élt tompította egyenesen.

A  $\{594\}$  szimbólumra vonatkozólag megjegyzem, hogy jobban megfelel az egyszerűbb  $\{\bar{1}21\}$ -nél:

	Számított <sup>37</sup>	Észlelt	Különbség
$(\bar{1}21) : (\bar{1}10) =$	$34^{\circ} 2'$	} $29^{\circ} 33\frac{1}{2}'$	$+ 4^{\circ} 28\frac{1}{2}'$
$(594) : (\bar{1}10) =$	$29^{\circ} 15'$		$- 18\frac{1}{2}'$
$(\bar{1}21) : (011) =$	$41^{\circ} 12'$	} $45^{\circ} 21'$	$- 4^{\circ} 9'$
$(594) : (011) =$	$45^{\circ} 58'$		$+ 37'$

**Görbült lapok.** A később említendő, csak a főtengely egyik végén kifejlődött kristályok hátsó oldalán, a  $(011)(0\bar{1}1)$  él hátsó végén két szimmetrikusan fekvő lap ( $X$  és  $X'$ ) fut össze, melyek két főirányban kissé görbültek, de mindig ugyanama körvonallakkal elég gyakran jelennek meg s így a Veszelyitnek egyik jellegzetes alakjához:  $X$  tartoznak. E lapok által szolgáltatott reflexfoltok középső része a  $(011)(\bar{1}00)=[0\bar{1}1]$ , illetőleg a  $(0\bar{1}1)(\bar{1}00)=[0\bar{1}\bar{1}]$  zónákba esnek. E lapok helyzete aránylag elég jól fixírozható és közel áll a  $\{\bar{2}11\}$  lapjaiéhoz (l. az I. táblázatot).

Ugyancsak egy jellegzetes görbült lap:  $Y$  gyakran jelenik meg a vertikális alapprizma két hátsó lapja közé ékelődve, s úgy látszik a  $(\bar{1}00)$  lapba megy át. A kristályok mellső oldalán hasonló lapot:  $Z$  észlelhetünk (l. a félig vázlatos 6. és 7. (II. tábl.) ábrákat). Voltaképpen ezek a lapok képezik az  $\{100\}$  lapjainak az előbbieken említett felső görbült részét.

A vert. alapprizma két hátulsó lapjának ama része, mely  $X$  lapjaival és  $Y$ -nal határos, szintén görbültek lehetnek. Ekkor természetesen az  $\{110\}$  és  $\{011\}$  alakok kombinációs élei is legáltalább részben görbék.

Végül felemlitem, hogy a  $(\bar{1}10)$ , a vele szomszédos  $X$ - és  $(011)$  lap által képezett csúcshelyén egyetlen esetben egy igen apró domború lapocskát figyeltem meg, mely  $X$ -be ment át.

**A lapok minősége és reflexeik.** Az  $\{110\}$  lapjai nem ritkán, a  $\{011\}$  lapjai pedig mindig kitűnően fényesek, de csak ritkábban szolgáltatnak egyetlen reflexet. Reflexeik leggyakrab-

<sup>37</sup> Percekre kikerekítve.

ban többszörösek, és pedig vagy egymástól élesen elkülönülő két-háromszoros reflexet, vagy többé-kevésbé elmosódott összefüggő reflexsávot adnak s így a reflexeknek a beállított zónából való kisebb-nagyobb mértékű kiesései sem ritkák. Több reflexnél, illetőleg reflexsáv esetében a beállítás a legintenzívebb vagy legélesebb reflexre, illetőleg a sáv legintenzívebb vagy legélesebb részére, vagy a sáv közepére történt. Ha a reflexek a hajszáldereszt függőleges szálának irányában mutattak egymáshoz képest eltolódást, úgy a beállított zónába legjobban beleeső reflex figyeltetett meg.

Itt kell megemlítenem, hogy a szögértékek elég tetemes ingadozásának (l. az I. táblázatot) oka nem csupán a reflexek egy részének tökéletlenségében rejlik, mivel optikailag tökéletes reflexeket adó lappárok esetében is tetemes ingadozásokat észlelhettem ásványunknál.

Az *a* lapok egy esetben (l. a 8. ábrát,<sup>38</sup> [II. tábl.]) a *c* tengellyel párhuzamosan, alig észrevehetően vonalkézottak voltak. (511), (594) csak halvány fényfoltokat, (253) elmosódott reflexsávot, illetőleg egy másik zónába beállítva, háromszoros reflexet adott. Ennélfogva ezeket az alakokat, ámbár észlelt szögértékeik a számított értékekkel aránylag tűrhetően egyeznek, még sem tekintem biztosan megállapítottaknak. *X* lapjai több reflexet vagy csak fényfoltokat adnak (igen bizonytalan reflexek). *Y* lap nagyon kevésbé divergensen vonalkézott lehet; *Z* ritkán és alig észrevehetően (7. ábra [II. tábl.]).

**Termet. — Kombinációk.** Az ép vagy elváltozott gránát-szirtre nőtt 1—2 mm-es kristályok legnagyobb része csak néhány lapjával jelenik meg, úgyhogy a kristály termetére nem engednek következtetést vonni. A főtengelynek csupán egyik végén kifejlődött, a főtengely irányában többé-kevésbé nyúlt prizmatikus-táblás, részben nagyobb kristályokon, amelyeket az anyakőzetre növe magam sohasem észlelhettem (szabad kr.-ok a vizsgálati anyagban) s amelyeknek szabadon álló része az 5 mm hosszúságot is elérheti — csaknem mindig fellépnek *X* lapjai. Ezek a kristályokon jelenhetnek meg az *Y* és *Z* lapok is

<sup>38</sup> melyben a vonalkézottságot fülzottan tüntettem fel.

6. és 7. ábra [II. tábl.]). A legnagyobb e fajta kristály  $e$  lapjának hossza mintegy 7 mm volt. A megfigyelt kombinációkat, illetőleg lapesoporttípusokat, melyek úgy látszik két fő kombinációs típusra : egy a főtengely irányában többé-kevésbé nyúlt prizmás-táblás (I. tábl. 1., 2., II. tábl. 6., 7. ábra) és egy pseudopiramisos (I. tábl. 5. ábra) típusra engednek következtetni, az 1—7. ábrákban tüntettem fel. Érdekesekek a főtengely irányában nyúlt elliptikus körvonalú legömbölyödött kristályok is, melyek  $2\frac{1}{2}$  mm hosszúságot érhetnek el (9—11. ábra [II. tábl.]).

A prizmatikus—táblás kristályoknál olykor parallel vagy hipoparallel összenövést figyelhetünk meg. A 8. ábra [II. tábl.] egy ily kristálycsoportot ( $7 \times 4$  mm) az  $a$  tengelyre merőleges síkra projiciálva leegyszerűsítve és a kisfokú hipoparallelizmus elhagyásával vázlatosan mutat be.

Hasadást nem figyelhettem meg. Keménységét 4-nél valamivel nagyobbnak találtam, tehát nagyobbak, mint SCHRAUF (II.) a vaskői Veszelyitét ( $3\frac{1}{2}$ —4), MENNELL a broken hilli Veszelyitét ( $3\frac{1}{2}$ —4), W. és K. az Arakawaitét ( $3\frac{1}{2}$ ) és BUTTGENBACH a Kipushitét ( $<4$ ).

Színe zöldeskék; átlátszó — többé-kevésbé áttetsző; erős üvegfényű.  $n_g$  a hegyes  $\beta$ -szögben körülbelül  $39^\circ$ -os szöget képez a főtengellyel. Pleochroizmusát, melyet a többi szerzők nem tudtak megfigyelni, egy cca 0.2 mm-es  $\parallel$  (010) csiszolatban gyengének ugyan, de határozottnak találtam:  $n_g$ =kék,  $n_p$ =zöldeskék.

A fajsúly és a kémiai összetétel meghatározásához a limonitos zárványoktól és a kristályok felületére tapadó lág, viaszszerű bevonattól lupé alatt tüvel és lancettával gondosan megtisztított teljesen tiszta anyagot használtam fel.

Miután egy előzetes kísérletben meggyőződtem arról, hogy 96%-os alkohol az anyagra hatástalan, fajsúlyát pontosan ismert fajsúlyú alkohollal pyknométerrel határoztam meg. Körülbelül 0.62 gr anyaggal  $20.0^\circ$  C-on két egymástól függetlenül végzett meghatározás szerint a fajsúly :

$$\left. \begin{array}{l} 3.346 \\ 3.352 \end{array} \right\} \text{k. é.-ben } 3.349.$$

A qualitativ elemzésnél Cu-ot, Zn-ot,  $P_2O_5$ -at és  $H_2O$ -et, mint

II. Táblázat.<sup>39</sup>

	Veszelyit				
	Vaskő				
	ZSIVNY	KRENNER	SCHRAUF II	SCHRAUF I.	LARSEN <sup>40</sup>
Kristályrendszer	monoklin	monoklin	triklin (látszólag monoklin)	triklin	—
110 : 110	$mm'' 70^\circ 40\frac{1}{2}'$	$mm 70^\circ 40'$	$ee 70^\circ 47'$	$\eta e 70^\circ 10'$	—
011 : 011	$ee' 85^\circ 44\frac{1}{2}'$	$dl 86^\circ 48'$	$mM 84^\circ 44\frac{1}{2}'$	$mM 86^\circ 58'$	—
110 : 011	$me 57^\circ 32'$	$md 57^\circ 42'$	$em 57^\circ 19'$	$\eta m \} 59^\circ 10'$ $em \}$	—
$a : b : c$	0·7288 : 1 : 0·9542	0·7286 : 1 : 0·9719	0·7101 : 1 : 0·9134	—	—
$\beta$	$76^\circ 37'$	$76^\circ 40'$	$76^\circ 10'$	—	—
Ikerképződés	—	nem figyelhető meg	ikerállásban levő lapok (010) és (100) sz.	—	—
Hasadás	nem hasad	nem hasad	—	—	—
Keményiség	valamint > 4-nél	—	$3\frac{1}{2}$ —4	4	—
Fajsúly	3·349 (20° C)	—	3·531	3·5	—
Szín	zöldeskék	malachit-v. smaragdzöld	zöldeskék	kékeszöld	zöldeskék
Átlátszóság	átlátszó—többé- kevésbé áttetsző	átlátszó—áttetsző	—	—	—
Fény	erős üvegfényű	—	—	—	—
Törésmutató	—	—	—	—	—
Kettős törés	—	erős, pozitív	—	—	—
Opt. tengelysík	(010)	(010)	—	—	—
$Bx_a : c^{41}$	ca. 39°	$23^\circ 28'$	—	—	—
Tengelyszög	—	$2 H_a = 69^\circ 16' 44''^*$	—	—	—
Diszperzió	—	gyenge, $\rho < \nu$	—	—	—
Pleochroizmus	$\eta_g = \text{kék}$ $\eta_p = \text{zöldeskék}$	nem figyelhető meg	—	—	—

<sup>39</sup> A II. táblázatban a tengelyviszony,  $\beta$ , és a  $Bx_a : c$ -re vonatkozó összes értékek, valamint az összes MILLER-szimbólumok a SCHRAUF (II.)-féle orientációra vonatkoznak. <sup>40</sup> LARSEN megfigyelései az American-Museum of Natural History-nak egy «Dognacska, Bohemia» lellyel jelzett darabjára vonatkoznak. Mintfogy Dognácskáról nem ismeretes a Veszelyit, kétség-telen, hogy a Dognácskával szomszédos Vaskőről származó darabról van szó. — <sup>41</sup> A hegység  $\beta$ -szögében fekvő hegyes hegyesek-trixnek a főtengellyel képezett szöge. — <sup>41\*</sup> Olajban mérve,  $N_a$  fényre vonatkozólag.

$$\begin{aligned} \eta_g &= 1.695 \pm 0.003 \\ \eta_m &= 1.658 \pm 0.003 \\ \eta_p &= 1.640 \pm 0.003 \\ &\text{pozitív} \end{aligned}$$

$$2V = 71^\circ \pm 5'$$

$\rho < \nu$  (igen erős)  
esztiszolhatlan nem észre-  
vehető



	Veszelyit		Arakawait		Kipushit	
	MENNELL	SPENCER	Arakawa Mine (Akita. mellett)	WAKABAYASHI— KOMADA	BUTGENBACH I.	BUTGENBACH II.
Kristályrendszer	monoklin	monoklin	monoklin	monoklin	monoklin	monoklin
110 : 110	$mm'$ ca. $70^\circ$	$69^\circ 0' 42''$	$mm''$ $70^\circ 30'$	$mm''$ $70^\circ 30'$	$d_1 d_2$ ant. $71^\circ 35'$	$e'e'$ $71^\circ 35'$
011 : 011	$ee'$ ca. $85^\circ$	$ee'$ $85^\circ 35' 43''$ — $44$	$ee'$ $88^\circ$	$ee'$ $88^\circ$	$b_1 b_2$ ant. $433^\circ 50 \frac{1}{2}'$	$mm$ $85^\circ 50 \frac{1}{2}'$
110 : 011	—	— $44$	$me$ $54^\circ$	—	$45$	$e'ba$ ant. $57^\circ 37' 46''$
$a : b : c$	$76^\circ$	$071 : 1 : 095$	$07497 : 1 : 10245$	$70 \frac{1}{2}^\circ$	$07397 : 1 : 09060$	$76^\circ 57'$
$\beta$	—	$76 \frac{1}{3}^\circ$	—	—	—	—
Ikerképződés	ikerlemezesség	—	—	—	{011} lapjai sz.	—
Hasadás	jó hasadás nincsen	—	$3 \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{2}$	kissé $> 3:37$ -nél	—
Keményiség	$3 \frac{1}{2}$ —4	—	3-09	sötét kékeszöld	azár—nagyon sötétek	—
Fajsúly	—	$> 333$ -nál	—	átétszó—opak	helyenként áttetsző	—
Szín	sötét ultramarinkék	égszínkék	—	üveges—gyantás	üveges	—
Atlátszóság	teljesen átlátszó	—	—	$n_p = 1.658, n_m = 1.622$	(010) és (011) lemezeken $1.63$ és $1.74$ közötti	—
Pény	üveges	erős	$n_p = 1.618$	pozitív	—	—
Törésmutató	közepes	ca. $1.63$	—	(010)	pozitív	—
Kettős törés	erős	—	—	$35 \frac{3}{8}^\circ$	(010)	—
Opt. tengelysík	—	(010)	—	$2V = 38 \frac{1}{2}^\circ$	$41^\circ, Bx_a = +$	—
$Bx_a : c$	—	ca. $33^\circ, Bx_a = +$	—	—	—	—
Tengelyszög	—	$2H = \text{ca } 43^\circ 47'$	—	—	—	—
Diszperzió	—	—	—	—	—	—
Pleochroizmus	$\rho < \nu$	—	—	—	nincsen	—

$^{42}$  SPENCER  $am = 34 \frac{1}{2}^\circ$  értéket adja meg. —  $^{43}$  Határértékek :  $85^\circ 29' - 85^\circ 40'$ . SPENCER sz. {100} és {110} lapjai a vert. prizmaélel, a {011} lapjai pedig az (100) (011) éllel párhuzamosan vonalkázottak. —  $^{44}$  SPENCER  $ae = 80^\circ$  ( $78^\circ - 82^\circ$ ) értéket adja meg. —  $^{45}$  BUTGENBACH (i.)  $b_1 \frac{1}{2} d_2$  sur  $m$  [a SCHRAUF (II.)-féle orientációban (110) (011)] =  $74^\circ 41'$  szöveget adja meg. Mért szögértékeiből a rovatunkban szereplő szögre  $57^\circ 37'$ -et számított. —  $^{46}$  Számított. —  $^{47}$  Olivolajban.

főalkatrészeket, igen kis mennyiségű *Pb*-ot és *Fe*-ot és a *Ni* elenyésző nyomait mutattam ki; *As* jelenléte nem volt megállapítható.

A kvantitatív elemzésre vonatkozólag a következőket említhetem meg. A vizet egy 0·30605 (I) és egy 0·30286 (II) grammos részletből határoztam meg.<sup>48</sup> Az I részletet platinatégelyben 109° C-tól kiindulólág körülbelül 50° C-ként emelkedő hőmérsékleteken, nevezetesen 150, 200, 255, 302, 353, 405, 450° C-on, továbbá 464·5° C-on és gyöngye vörös izzáson, minden esetben állandó súlyig hevítettem. Az egyes hőmérséklet-intervallumokban észlelt súlyvesztéseket, illetőleg az eltávozott vízmennyiséget, továbbá az előbbieken megadott hőmérsékletekig eltávozott összes vízmennyiséget a III. táblázatban foglaltam össze.<sup>49</sup> Az utoljára említett adatokat az 1. ábrában (3. oldal) grafikusán tüntettem fel. A végleges súlyvesztés 16·89% volt.

### III. táblázat.

#### *Az eltávozott víz mennyisége*

10 óra alatt	—109° C-ig	0·05%	109° C-ig összesen	0·05%
16½ «	« 109—150 között	2·88 «	150 «	« 2·93 «
17½ «	« 150—200 «	3·79 «	200 «	« 6·72 «
15 «	« 200—255 «	2·95 «	255 «	« 9·67 « =4·008 molekula
11½ «	« 255—302 «	2·47 «	302 «	« 12·14 « =5·031 «
9 «	« 302—353 «	1·76 «	353 «	« 13·90 «
8 «	« 353—405 «	1·09 «	405 «	« 14·99 «
3½ «	« 405—450 «	0·57 «	450 «	« 15·56 «
6½ «	« 450—464·5 «	0·47 «	464·5 «	« 16·03 «
¾ «	« 464·5 fölött	0·86 «	464·5 fölött	« 16·89 «
<hr/>				
98¼				

SCHRAUF (II.) szerint

150° C-nál 2·30%  
 200° « 4·39 «  
 vörös izzásnál 17·05 «

a súlyvesztés, míg SCHRAUF (I.) szerint körülbelül 100°-nál «1 aeq. víz» távozik el, a többi pedig világos vörös izzásnál.<sup>50</sup>

<sup>48</sup> I és II a fajsúlymeghatározáshoz használt anyag volt.

<sup>49</sup> A közölt adatok a platinatégely 98¼ órás hevítésénél fellépő súlyvesztésének számításba vételével korrigálva vannak.

<sup>50</sup> loc. cit., 136.

SCHRAUF (I.) 100°-ra vonatkozó adata tehát téves megfigyelésen alapszik.

A második részletet üvegcsőben, porcelláncsónakban hevítettem. Az abszorpciós  $U$ -csövekben közvetlenül mért víz mennyisége 16·87%, a porcelláncsónak súlyvesztése pedig 16·86% volt. A három meghatározás

$$\begin{array}{l} \text{I: } 16\cdot89 \\ \text{II: } \left\{ \begin{array}{l} 16\cdot87 \\ 16\cdot86 \end{array} \right\} \text{ középértéke } 16\cdot87\% \text{ H}_2\text{O.} \end{array}$$

Ha a 109° C-ig eltávozott 0·05%  $\text{H}_2\text{O}$ -et nedvességnek tekintjük, úgy a víztartalom

$$\begin{array}{l} \text{I: } 16\cdot84 \\ \text{II: } \left\{ \begin{array}{l} 16\cdot82 \\ 16\cdot81 \end{array} \right\} 16\cdot82\% \text{ H}_2\text{O.} \end{array}$$

A kationokat és a foszforsavat az I. próbából a víz kiűzése után határoztam meg. A réz meghatározása gyorselektrolizissal D. S. ASHBROOK következő előírása szerint<sup>51</sup> történt: 125 cm<sup>3</sup> oldat; 1 cm<sup>3</sup> koncentrált kénsav;  $ND_{100} = 3-5$  Amp. A kimosást ammoniumnitrátos vízzel végeztem s a levállott rézet 100° C-nál szárítottam. Előzetes kísérleteim szerint ily viszonyok között foszforsav jelenlétében +0·10% (a  $\text{Cu}$  0·1%-a)<sup>52</sup> pontossággal végezhető a réz leválasztása. A WINKLER-féle cilindrikus platiniridiumháló katódra leválasztott rézet feloldva azt kontrollképpen újra leválasztottam. A két meghatározás eredménye 37·81, illetőleg 37·82%  $\text{Cu}$  volt. Az anódon nem vállalt le ólomsuperoxid s a rézzel sem vállalt le ólom. A cink meghatározása ugyancsak gyorselektrolizissal történt. Előzetes kísérleteimben az ammoniás oldatból L. H. INGHAM<sup>53</sup> szerinti leválasztása nem bizonyult célravezetőnek. Jó eredményt (+0·12% csak a  $\text{Zn}$ -re számítva) adott azonban foszforsav jelenlétében is H. J. SAND<sup>54</sup> módszere, melyet csekély módosítással a következő módon alkal-

<sup>51</sup> A. CLASSEN, Quantitative Analyse durch Elektrolyse, 5. kiad., Berlin, 1908, Schnelltrennung des Kupfers von Zink, 241—242.

<sup>52</sup> Az egész anyagra számítva ez esetünkben 0·04%-nak felel meg.

<sup>53</sup> CLASSEN, loc. cit., 176.

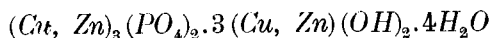
<sup>54</sup> CLASSEN, loc. cit., 179, 6. rovat.

maztam: a  $2 \text{ cm}^3$  konc. kénsavat tartalmazó oldatot tömény ammoniaoldattal elegyítettem a kiváltott csapadék feloldódásáig, majd annyi ecetsavval, míg az újra kiváltott csapadék ismét feloldódott, végül még  $1\frac{1}{2} \text{ cm}^3$  jégecettel. A cink teljes leválásához az előírt 30 perc nem bizonyult elegendőnek, egy óra alatt azonban teljesen leváltott. A cinket ezüstözött cilindrikus platiniridium dróthálóelektrodra az elektrolitnak hideg vízzel való állandó hűtése közben választottam le; a csapadék kimosása vízzel történt, míg az áramerősség cca  $0.6 \text{ Amp.}$ -ra csökkent;  $ND_{100}=3A$ . A cinkkel sem vas, sem ólom nem váltott le. Az ólmot a cink leválasztása után visszamaradt oldatból kénhidrogéngázzal, a vasat pedig az ólomszulfid szűrletéből hidrogénperoxid és ammóniával választottam le. A foszforsavat a kationok leválasztása után N. v. LORENZ<sup>55</sup> szerint mint foszformolibdénsavas ammoniumot választottam le s ugyanezen alakban NEUBAUER-tégelyben mértem ( $=18.40\% P_2O_5$ ), majd kontrollképpen e csapadéknak ammóniával való oldása után a foszforsavat WINKLER L.<sup>56</sup> szerint mint magnéziumammoniumfoszfátot is leválasztottam s mint olyant mértem ( $=18.47\% P_2O_5$ ). A két meghatározás középértéke  $=18.43\% P_2O_5$ .

A légszáraz anyag elemzési adatai a következők:

	%	Molekulaviszony				
<i>CuO</i>	37.82	0.4753	0.8043	6.0000	6.00	6
<i>ZnO</i>	26.69	0.3280				
<i>PbO</i>	0.05	0.0002				
<i>FeO</i>	0.06	0.0008				
<i>NiO</i> eleny. nyomok	—	—				
$P_2O_5$	18.43	—	0.1297	0.9675	0.97	1
$H_2O$	16.87	—	0.9364	7.0015	7.00	7
	<u>99.92</u>					

s igen nagy megközelítéssel a



képletre vezetnek.

<sup>55</sup> KÖNIG, Unters. Landw. etc. Stoffe, 239 (1923).

<sup>56</sup> Zeitschr. f. angew. Chem. 32, 100 (1919); WINKLER-MILLIG, vál. fejezetek a chemiai analysis köréből (litografálva), 243—246 (1926).

IV. táblázat.

Elenző	Veszelyit				Arakawait	Kipushit		
	Vaskő		Br. Hill				Arakawa-M., Akita	Kipushi
	ZSIVNY	SCHRAUF (II.)	SCHRAUF (I.)	NORRIS				
CuO	37.82	37.34	57.2	—	40.44	35.99		
ZnO	26.69	25.20	—	—	23.64	28.94		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18.43	9.01	—	—	19.01	19.90		
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	10.41	—	—	—	—		
H <sub>2</sub> O	16.87	17.05	16	17.62	16.22	14.31		
PbO	0.05	—	—	—	—	—		
FeO	0.06	—	—	—	—	—		
NiO	—	—	—	—	—	—		
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—		
	99.92%	99.01%	—	—	99.31%	99.79%		

V. táblázat.

Veszelyit	Arakawait	Kipushit	CuO : ZnO	
			pontosan	körülbelül
SCHRAUF (I)	SCHRAUF (I)	SCHRAUF (I)	—	—
SCHRAUF (II)	SCHRAUF (II)	SCHRAUF (II)	3:000	3:2
ZSIVNY	ZSIVNY	ZSIVNY	3:000	3:2
			5:082	3:1.7
			4:523	3:2.4

57 RAMMELSBURG (DANA) szerint

$CuO : ZnO = 3.000 : 2.070 =$  körülbelül  $3 : 2$ . Ez az arány eléggé egyezik a SCHRAUF (II.) által találttal ( $3.000 : 1.980$ ).<sup>58</sup> E szerint a vaskői Veszelyit éppúgy, mint a broken hilli Veszelyit, az Arakawait és a Kipushit víztartalmú bázikus rézcinkfoszfát. Tehát SCHRAUF (II.) adataival szemben, melyek félszázadnál hosszabb ideig útjában állottak annak, hogy az említett három ásványhoz való viszonyát tisztázhassák, arzént nem tartalmaz.

**Összehasonlítás.** Ez ásványok összehasonlításának megkönnyítésére a II. táblázatban kristálytani alapértékeiket és elemeiket, fizikai sajátágaikat, illetőleg állandóikat, a IV. táblázatban %-os kémiai összetételüket, és végül az V. táblázatban a kémiai képleteiket foglaltam össze. A különböző szerzők által alkalmazott orientációt a következő összeállítás tünteti fel:

1. SCHRAUF I. (vaskői Veszelyit) = BUTTGEBACH II. (Kipushit).
2. SCHRAUF II. (vaskői Veszelyit) = KRENNER (u. a.) = ZSIVNY (u. a.) = MENNELL-SPENCER (broken hilli Veszelyit) = WAKABAYASHI-KOMADA (Arakawait).
3. BUTTGEBACH I.

A. következő VI. táblázatban

VI. táblázat.

	$CuO : ZnO$	$a : b : c$	$D_{100} : c$
Arakawait	$3 : 1.7$	$59 \ 0.750 : 1 : 1.025$	$35.2^\circ$
Veszelyit { Broken Hill	—	$0.71 : 1 : 0.95$	$cca \ 33^\circ$
Vaskő	$3 : 2.0$	$0.729 : 1 : 0.954$	$cca \ 39^\circ \ 60'$
Kipushit	$3 : 2.4$	$0.740 : 1 : 0.906$	$41^\circ$

	$n_g$	$n_m$	$n_p$
Arakawait	1.658	1.622	1.618
Veszelyit { Broken Hill	—	1.63 <sup>61</sup>	—
Vaskő	1.695	1.658	1.640
Kipushit	1.74	—	1.63

<sup>58</sup> Számította ZSIVNY.

<sup>59</sup> A < és > jelek az előttük álló számértékek növekedését, illetőleg csökkenését fejezik ki.

<sup>60</sup> KRENNER  $23\frac{1}{2}^\circ$ -os, a sorozatba be nem illő adatát figyelmen kívül hagyva.

<sup>61</sup> Ez a hozzávetőleges érték a közepes törésmutatóra vonatkozik.



## VII. Táblázat.

Veszelyit				Broken Hill	Ara-kawait	Kipushit		A SCHRAUF II.-féle orientálásra vonatkozó szimbólum
Vaskő					Ara-kawa Mine	Kipushi		
ZSIVNY	KRENNER	SCHRAUF II.	SCHRAUF I.	MENNELL—SPENCER	WAKAHAYASHI—KOMADA	BUTTENBACH I.	BUTTENBACH II. 62	
$m\{110\}$	$m\{110\}$	$e\{110\}$ $\varepsilon\{1\bar{1}0\}$	$\eta\{0\bar{1}1\}$ $e\{011\}$	$m\{110\}$	$m\{110\}$	$d\frac{1}{2}\{111\}$	$e'\{011\}$	$\{110\}$
$e\{011\}$	$d\{011\}$	$M\{0\bar{1}1\}$ $\{011\}$	$M\{110\}$ $m\{1\bar{1}0\}$	$e\{011\}$	$e\{011\}$	$b\frac{1}{2}\{1\bar{1}1\}$	$m\{110\}$	$\{011\}$
$a\{100\}$	—	—	—	$a\{100\}$	$a\{100\}$	—	—	$\{100\}$
—	—	—	$B\{010\}$	—	—	—	—	$\{010\}$
—	—	$\delta\{201\}$	—	—	—	—	—	$\{201\}$
$\{511\}$	—	—	—	—	—	—	—	$\{511\}$
$\{253\}$	—	—	—	—	—	—	—	$\{253\}$
—	—	$\{\bar{1}21\}$	$p\{\bar{1}21\}$ $\pi\{\bar{1}21\}$	—	$l\{\bar{1}21\}$	$m\{110\}$	$s\{\bar{1}21\}$	$\{\bar{1}21\}$
$\{594\}$	—	—	—	—	—	—	—	$\{594\}$
—	—	—	—	—	$i\{\bar{1}11\}$	$h^3\{210\}$	$b\frac{1}{2}\{\bar{1}11\}$	$\{\bar{1}11\}$
—	—	—	—	—	$n\{524\}$	—	—	$\{524\}$
—	—	—	—	—	$p\{526\}$	—	—	$\{526\}$
—	—	—	—	—	—	$t\{421\}$	$t'\{345\}$	$\{543\}$
—	—	—	—	—	$o\{311\}$	—	—	$\{311\}$
X	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	—	—	—
Z	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>62</sup> A BUTTENBACH-nál (loc. cit. 909) olvasható  $b^1b^{\frac{1}{2}}g^1$ ,  $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}h^1$  és  $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}g^{\frac{1}{2}}$  LÉVY-féle szimbólumok hibásak. A helyes jelzések az előbbi sorrendben:  $s = b^{\frac{1}{2}}d^1g^1$ ,  $t = d^{\frac{1}{2}}d^{\frac{1}{2}}h^1$  és  $t' = b^{\frac{1}{2}}d^1g^{\frac{1}{2}}$ .

külön kidomborított tulajdonságokat egymással összehasonlítva látjuk, hogy a  $Zn$ -tartalom növekedésével a tengelyviszony  $c$ -értéke elég szabályosan csökken, az optikai állandók nem jelentéktelenül változnak: úgy a törésmutatók, mint a kioltások úgy látszik általában növekednek.

Az említett négy ásvány közötti összefüggésekre már eddig is rámutattak. Mint a bevezetésben említettem, R. OHASHI az Arakawaitot azonosnak tartja a broken hilli Veszelyittel. BUTTGEBACH a Kipushitot tartja kétségtelenül azonosnak a broken hilli Veszelyittel és izomorfnak a vaskői Veszelyittel.

Saját vizsgálataim szerint a vaskői Veszelyitet a következőkben hasonlíthatom össze a másik három ásvánnyal.

A vaskői Veszelyit morfológiailag, és pedig úgy a szögértékekben, illetőleg a tengelyviszonyban, mint a termet tekintetében azonos a broken hilli Veszelyittel. Kémiai összetételükre vonatkozólag szigorúan pontos összehasonlítás nem lehetséges, mert az utóbbi ásványnak teljes elemzése hiányzik. Mivel azonban víztartalma nagyon közel áll az előbbiéhez és leírója szerint arzénből keveset, vagy semmit sem tartalmaz: a vaskői ásványtól lényegesen nem térhet el, minélfogva e két ásvány azonos fajnak tekinthető.

Az Arakawaittal a kémiai összképlete tekintetében gyakorlatilag teljesen megegyezik, csupán a  $CuO : ZnO$  viszonyban van kicsiny eltérés (l. az V. táblázatot), és morfológiailag sem mutat lényeges eltérést.

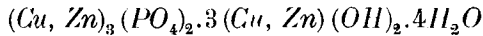
A Kipushithoz morfológiailag, és pedig úgy a szögértékekben, mint termetben nagyon közel áll, kémiai összképlete pedig a Kipushitétől csak kevéssé különbözik (7 molekula (vaskői Veszelyit), illetőleg 6 molekula (Kipushit) víz [V. táblázat]). Ez utóbbi eltérés oka a Kipushit elemzésében lehet.

Úgy az Arakawait, mint a Kipushit tengelyviszonyánál mutatózó kicsiny eltérés a VI. táblázat szerint a  $CuO : ZnO$  viszonyban mutatózó eltéréssel kielégítőleg megmagyarázható és úgy látszik éppúgy az optikai állandók egy részének változása is.

Ezek szerint a vaskői Veszelyit főleg morfológiai és kémiai sajátosságai alapján azonosnak tekinthető a broken hilli Veszelyittel s az Arakawaittal, továbbá legnagyobb valószínűséggel a Kipushittal is. Ez utóbbi ásvánnyal való azonosságát a Kipushit-

nak újból való megelemezése döntené el egészen szigorúan.<sup>63</sup> Az Arakawait csupán a  $CuO : ZnO$  viszonyban tér el a vaskői Veszelyittől és valószínűleg ez fog kitűnni új elemzések alapján a broken hilli Veszelyitről és a Kipushitról is.

Az elmondottak szerint tehát ez a három különböző néven leírt négy ásvány mindegyike egy-egy a



képlettel jellemezhető izomorf keverék, nevezetesen pedig egy és ugyanannak az ásványfajnak különböző varietása volna, amely varietásokban az egymást izomorf módon helyettesítő réz és cink változó arányban vannak jelen. Megnevezésükre a prioritás elvénél fogva a Veszelyit név volna használandó, amelyet az először felfedezett varietásnak, a vaskői ásványnak, adott leírója.

A közöltekből az is kitűnik, hogy nem ismerünk az előbbiekekkel rokon olyan ásványt, mely kémiai összetételében csak abban különböznék tőlük, hogy a foszforsavat részben arzénsav helyettesitené benne lényeges mennyiségben. Végül rámutatok arra, hogy a fentemlített izomorf keverékek komponensei, nevezetesen a tiszta rézvegyület és a tiszta cinkvegyület nem ismeretesek a természetben.

Az egyes szerzők által a Veszelyit különböző varietásain észlelt alakokat a szerzők eredeti felállítására vonatkozó MILLER-féle szimbólummal, az eredeti betűs jelzéssel, továbbá a SCHRAUF (II.)-féle felállításra vonatkozó szimbólumokkal a VII. táblázatban állítottam össze.

Budapest, 1931. jan. 10. Készült a Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-öslénytani osztályában.

<sup>63</sup> Az 1929. évi katangai tartózkodásom alatt az «Union Minière du Haut Katanga» bányatársaság Chef du Service géologique-ja, RICHET úr, felsőbb instrukcióra hivatkozva, sajnos, szigorúan elzárkózott attól, hogy csak egyetlen egy Kipushit-kristályt is — melyekből a társaság pandai múzeumában több példány volt — rendelkezésemre bocsásson e ritka ásvány új megelemezésére s így e kérdés tisztázásának céljára.

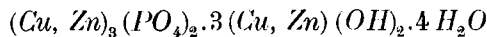
# ÜBER DEN VESZELYIT VON VASKÖ (MORAVICZA).<sup>1</sup>

Von VIKTOR ZSIVNY.

Eine neue mit gutem und reichlichem Material ausgeführte Untersuchung des Veszelyites von Vaskö ergab das Axenverhältnis

$$a : b : c = 0.7288 : 1 : 0.9542^2$$
$$\beta = 76^\circ 37'$$

und mit sehr guter Übereinstimmung die chemische Formel



mit dem ungefähren Verhältnisse



Das Mineral enthält also keine Arsensäure gegenüber den Angaben von SCHRAUF. Spez. Gew. bei 20° C = 3.349.

Von den beobachteten Formen  $m\{110\}$ ,  $e\{011\}$ ,  $a\{100\}$ ,  $X^*$ ,  $Y^*$ ,  $Z^*$   $\{511\}^*$ ,  $\{253\}^*$  und  $\{594\}^*$  sind die mit ein \* bezeichneten für den Veszelyit neu. Die Flächen von X, Y, Z sind gekrümmt.

Härte etwas über 4.  $n_g : c$  im spitzen Winkel  $\beta = \text{cca } 39^\circ$ . Pleochroismus schwach aber entschieden:  $n_g = \text{blau}$ ,  $n_p = \text{grünlichblau}$ .

Der Veszelyit von Vaskö ist morphologisch identisch mit

---

<sup>1</sup> Auszug des ungarischen Originals.

<sup>2</sup> Aufstellung wie die zweite von SCHRAUF (Zs. f. Kryst., 4, 31—33 (1879), die auch KRENNER (Centralblatt f. Min. etc., Abt. A, 163 (1930) annahm und auch MENNELL-SPENCER, WAKABAYASHI u. KOMADA für den V. von Broken Hill, resp. Arakawait adoptierten.

dem Veszelyit von Broken Hill<sup>3</sup> (Nord-Rhodesien), und da letzterer nur wenig oder gar kein Arsen enthält und der Wassergehalt (17·62%) sehr nahe zu dem des Veszelyites von Vaskö steht, können die zwei Mineralien zur selben Art angehörig betrachtet werden.

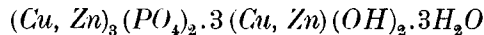
Die chemische Formel des Arakawaites<sup>4</sup> ist mit diejenigen des Veszelyites von Vaskö identisch; bloß das Verhältnis  $CuO : ZnO$  ist beim Arakawait etwas abweichend (cca 3 : 1·7). Die morphologische Abweichung des letztgenannten Minerals vom Veszelyit von Vaskö ist unbedeutend:

$$a : b : c = 0·7497 : 1 : 1·0245, \beta = 70\frac{1}{2}^\circ \text{ (Arakawait).}$$

Dem Kipushit<sup>5</sup> von Katanga steht der Veszelyit von Vaskö morphologisch sehr nahe:

$$a : b : c = 0·7397 : 1 : 0·9060, \beta = 76^\circ 57' \text{ (Kipushit)}$$

und auch chemisch unterscheidet sich das erstgenannte Mineral, dessen Formel für



angegeben ist mit dem Verhältnis  $CuO : ZnO = \text{cca } 3 : 2·4$  bloß wenig vom Veszelyit von Vaskö. Die Ursache des Unterschiedes im Wassergehalte könnte in der Analyse des Kipushites zu suchen sein.

Die kleine Abweichung im Axenverhältnisse kann sowohl beim Arakawait als beim Kipushit durch den Unterschiede im Verhältnis  $CuO : ZnO$  genügend erklärt werden. Auch die Brechungsexponenten und  $Bx_a : c$ <sup>6</sup> weisen eine graduelle Änderung mit dem erwähnten Verhältnisse auf.<sup>7</sup> Demzufolge kann der

<sup>3</sup> MENNELL: Min. Mag., 19, 69—72 (1920—1922); SPENCER: ebendort 72.

<sup>4</sup> WAKABAYASHI und KOMADA, Journ. Geol. Soc. Tokyo, 28, 191—221; Auszug in Min. Mag. Abstracts, 1, 250—251 (1920—1922).

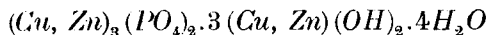
<sup>5</sup> BUTTGENBACH, Académie Royale de Belgique, Bulletin de la Classe des sciences, 905—913 (1927).

<sup>6</sup> Im spitzen Winkel.

<sup>7</sup> Siehe Tabelle VI des ungarischen Textes (p. 22).

Veszelyit von Vaskő hauptsächlich auf Grunde seiner morphologischen und chemischen Eigenschaften mit dem Veszelyit von Broken Hill, mit dem Arakawait und mit der grössten Wahrscheinlichkeit auch mit dem Kipushit als identisch betrachtet werden. Die Identität mit dem letztgenannten Mineral könnte ganz streng erst durch eine neue Analyse des Kipushits bewiesen werden.

So wären die vier Mineralien bloß Varietäten ein und derselben Mineralart von der Formel



und unterschieden sich bloß im Verhältnis des Kupfers zum Zinke. Zu ihrer Benennung müsste der Name Veszelyit behalten werden, welcher der zuerst aufgefundenen Varietät, dem Veszelyit von Vaskő, beigelegt wurde.

Detaillierte Zahlenwerte siehe im ungarischen Original.

Mineralogisch-paläontologische Abteilung des Magyar Nemzeti Múzeums.

Budapest, den 10. Januar.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. Januar 1931.)



# ADATOK NÉHÁNY ALMAFAJTA POLLEN- MEDDŐSÉGÉNEK GENETIKAI MAGYARÁZATÁHOZ.

VARGA FERENC-től.

## I. Bevezetés.

Korunk *többtermelési* mozgalmával kapcsolatban nemcsak a mező, hanem a kertgazdaságban is megindult az intenzívebb termesztés. Ennek következményeként úgy hazánkban, mint a világ minden kultúrországaiban az egyéb művelési célra alkalmatlan, sőt gyakran értékes területeken is létesültek kisebb-nagyobb, tiszta vagy kevert fajtákból álló gyümölcsösök. A cél a minél fokozottabb haszon, a minél fokozottabb kihasználás melletti legnagyobb jövedelmezőség volt. Ezen törekvéseket nem kísérte minden esetben siker, mert a gyümölcsösök terméketlenségnek bizonyultak. Ezzel kapcsolatban a kertészeti irodalomban mind egyre nagyobb és nagyobb teret foglaltak el a gyümölcsfák, illetőleg fajták terméketlenségére vonatkozó kutatások. Ebben az irodalomban egészen az utolsó évtizedekig a kutatók túlnyomó része a külső tényezeti tényezők hatásában kereste és vélte megtalálni a terméketlenség okát. Ennek megszüntetésére a külső tényezők megfelelő módosításával törekedtek több-kevesebb sikerrel, mert sok esetben még így sem voltak az eredmények teljesen kielégítőek. Szükségszerűen be kellett következni ezen tevékenységgel kapcsolatban olyan irányzatnak, amely a külső okok mellett a terméketlenség okait belső tényezők hatásának tudja be és igyekszik minél mélyebben behatolni ezen belső okok felderítésébe. Nem kell e helyen mindazon megállapításokat felsorolni, amelyeket ezen kutatások eredményeztek. Felesleges volna ez azért, mert idevágó szakmunkákban mind

az megtalálható és az egész kérdést igen világosan összegezi POENICKE (16). Legfeljebb egy megállapítást kell NÉMETH (17) és MAHÁCS (18) nyomán leszögezni, a *magameddőséget*, amelyet a kertészeti irodalomban rendszeren *fujta tulajdonságnak* szoktak mondani. Ezen utóbbi megállapítással azután rendszeren napi-rendre is térnek a kérdés megokolásában.

Századunk elején megindult örökléstani kutatásokkal kapcsolatban egyre fokozódó mértékben kezdtek egyes kutatók a megtermékenyülésnél szerepet játszó ivarszervek közül a *virágporral* foglalkozni és ez alapon igyekeztek a meddőség, illetve terméketlenség kérdésére fényt deríteni. Úgy Európa, mint Amerika gyümölcsstermesztő országainak irodalmában egyre több és több ilyen irányú kutatás eredménye lát napvilágot. Hazánkban, ahol pedig a gyümölcsstermesztésnek mindegyre fokozódó fontosságot kezdenek tulajdonítani és néhány nagyon kiváló minőségű eredeti, magyar gyümölcsfajtaival rendelkezünk, a pollennek ily irányú vizsgálatával tudtommal eddig nem igen foglalkoztak. Ettől sarkalva és hogy bizonyos csalódásokat elkerülhessünk, amelyek pedig az egyes gyümölcsfajták pollenmeddőségének, illetőleg pollenminőségének kellő figyelemben nem részvételére esetén a termesztők körében bekövetkezhetnének, helyén valónak láttam örökléstani alapon néhány rendelkezésemre álló gyümölcs, elsősorban almafajta pollenének vizsgálatával foglalkozni. A kérdés természetéből folyik, hogy vizsgálataim eredményeivel közélről sem záródhatik le ezen kutatások sora, sőt azt még fokozottabb mértékben kellene folytatni, kiterjeszteni más gyümölcsfajtákra is. Csakis így lesz majd lehetséges, hogy már meglevő és még létesítendő gyümölcsösökünk rentabilitását a pollenminőségének figyelembevételével az eddiginél is jobban biztosíthassuk.

A rendelkezésemre álló és majd az alábbiakban idézendő irodalmi adatok szerint a külföldi pollenminőségi vizsgálatok két irányban haladtak. Az egyik irányban kutató vizsgálok a mesterséges megporzások, keresztezések alapján nyert megfigyelésekből igyekeztek a pollen jóságára vagy értéktelenségére fényt deríteni. Ez az irány túlnyomórésztben empirikus eredmények, nevezetesen a kötési eredmények alapján igyekezett eredményt

elérni. Leszögezhetjük, hogy ezen eredmények némelykor nagyon ellentmondók voltak. A másik irány kutatói pollentömlő fejlesztési kísérletekből nyert adatok alapján igyekeztek a pollenminőséget megállapítani. Itt már nagyobb mértékű megegyezés mutatkozik az eredményekben, de majd minden egyes szerzőnél található több-kevesebb eredménybeli ingadozás. Ezen látszólagos ellentmondások talán annak a körülménynek tudhatók be, hogy a kutatók egyike sem dolgozta fel eredményeit *variációs statisztikai* módszerekkel. Ezek alkalmazása mellett és az örökléstani szabályok figyelembevételével ezen látszólagos ellentmondások nagy része kiküszöbölhető volna, ha az egyes kutatók számadatai, amelyek önmagukban igen értékesek, ilyen összehasonlításokra felhasználhatók volnának. Bizonyára rájöttek volna ezen megállapítás helyességére más kutatók is, ha megfontolták volna, hogy a pollen minőségének megítélése elsősorban örökléstani alapon végzendő, hisz az az apai örökségnek az átszármaztatója az utódokra. Az utódokban megnyilvánuló apai hatás megítélése tehát csakis örökléstani alapon lehetséges. Örökléstani szempontból tekintve az eddigi vizsgálatok vagy csak fenotípus vagy csak genotípus vizsgálatok voltak, csak igen kevés esetben látunk egy-egy kisebb próbálkozást genetikai vizsgálatra és az sem a JOHANNSEN (2) jelezte exakt matematikai, hanem tisztára empirikus alapon történt. Ezen két vizsgálati irány egybekapcsolását kísértem meg vizsgálataimban. Azt hiszem, hogy így sikerült egyes látszólagos ellentmondásokat teljesen kiküszöbölni és ezzel lehetővé tenni azt, hogy gyümölcsfáink pollenének minőségét exaktabb alapon ítéljük meg.

Mielőtt vizsgálataim részletes tárgyalásába belefognék, foglalkozni kell azok technikai részének egyes kérdéseivel. A pollentömlő fejlesztési kísérletek és azok eredményének megítélése előtt foglalkozni kellett elsősorban azzal a kérdéssel, melyik a legmegfelelőbb tápaljzat az ilyen vizsgálatok végzéséhez. Ez a kérdés volt tulajdonképpen az 1928. évben megejtett vizsgálataimnak a magva és ebből nőtte ki magát a variációs statisztikai és örökléstani irányba a következő évek vizsgálata. A kérdés tisztázására elsősorban a pollentömlő fejlesztési kísérleteknél szokásos *nádcukor*-oldatot használtam fel. Ezen az aljzaton

vizsgáltam 1928-ban néhány alma-, körte- és csonthéjas termésű gyümölcsfajta virágporának viselkedését. Minthogy ezen tápaljzat jóságának kérdését közben PASSECKER (8) vizsgálatai tisztázták, sőt BRANSCHIEDT-tel (1) szemben azt is eldöntötték, hogy kellő koncentrátságu nádcukor-oldat bibe hozzáadása nélkül is megnyugtató, jó eredményeket ad, felesleges az idevágó vizsgálataim eredményeinek a közlése. Annyit mégis megemlítek, hogy az almafajták pollene, amint azt PASSECKER is megállapította, a 10% és 15% nádcukor-oldaton adta a legjobb eredményeket.

A különböző koncentrátságu nádcukor-oldatok mellett még különböző összetételű *agar-agar* aljzatokon is végeztem kísérleteket. Ezekre BRINK (9) vizsgálata ösztönzött, amely szerint a *nádcukor-agar*hoz adott steril *élesztőkivonat* egyes növények virágporára stimulálólólag hatott. Ezen kérdés tisztázására kétféle összetételű nádcukor-agar tápaljzatot használtam. Az I. jelzésű állott: 0.5 gr agar-agar + 1 gr nádcukor + 25 cm deszt. vízből. A II. jelzésű összetétele: 1 gr agar-agar + 2.5 gr nádcukor + 25 cm<sup>3</sup> deszt. víz volt. Az ilyen összetételű alapanyagokat kétféle formában alkalmaztam, mégpedig eredeti összetételükben és a BRINK utasítása szerint készült steril élesztőkivonat hozzáadásával. A nádcukor-agar aljzat semilyen formában és koncentrátságban sem adott olyan jó eredményeket az alma pollenénél, mint a nádcukor-oldat. Az utóbbi aljzat kedvező hatása nemcsak a tömlőfejlődés nagyobb százalékában mutatkozott, hanem azok hosszában is. A 10% nádcukor-oldaton a *Téli aranygyarmen* virágpora 24 óra alatt 54.71% tömlőt fejlesztett, míg a nádcukor-agaron legkedvezőbb esetben (I. aljzat) 18.64% fejlődött csak. A tömlő hossza az utóbbi anyagon 24 óra alatt 288  $\mu$ -t ért el, míg a 10% nádcukor-oldatban 379  $\mu$ -t, amit a nádcukor-agaron csak 49 óra eltelte után lehetett az előbb mért tömlőnél találni. A nádcukor kedvezőbb hatása kitűnik még egyéb aljzatokkal való összehasonlításból is. Idevonatkozó részletesebb adatok felsorolása helyett csak megemlítjük, hogy ezen összehasonlítás gelatin, gelatin + bibe lemosásából nyert oldat, nádcukor + agar + bibenedv, ugyanezen anyagokhoz adott ép, de már fogékonynak látszó bibe, továbbá e helyett 0.005—0.005% almasavból álló aljzatokon nyert eredményekkel történt. Mind-

ezek figyelembevételével 1929 és 1930-ban a nádcukor mellett már csak az I. jelzésű nádcukor-agar aljzaton folytattam pollentömlőfejlesztési kísérleteimet. A kapott eredmények közül a legjobb, a nádcukor-oldaton elért adatokat használtam fel.

Úgy a tápaljzatok, valamint a kísérleti praeparatum előállítására steril volt. Minthogy a portokokat nem mertem sterilizálni, félve attól, hogy ezzel a pollenminősége leromlik, az egyes tápaljzatokat és a használt eszközöket sterilizáltam. Hogy egyes esetekben milyen fokú sterilitást sikerült ily módon elérni, arra jellemző a következő adat. A *Batul* pollenéből 1928. V. 27-én bemélyített tárgylemezen, viasz-vazelin 1 : 1 arányú keverékből készült elzáróanyaggal bevont fedőlemezzel lefedett készítmény még 1929. VI. 10-én sem mutatta a fertőzést, pedig a tápaljzat (I. jelzésű) már teljesen összezsugorodott volt.

A vizsgálatok menetét két szakaszra osztottam. Az egyik volt a variációs statisztikai adatok szerzése, számlálás és mérés. Erre a célra szolgáló anyagot, minthogy az a friss állapotban való vizsgálatnál megduzzadt, STRASSBURGER (15) után készült *chromocetsarval* fixáltam. Fixáláshoz ugyanazon ágról két-három virágot, majd más ágakról egy-egy virágot egymástól elkülönítve használtam fel. Ebből az anyagból azután egy virág több portokjának a virágporát vizsgáltam meg. Lehetőleg egyenlő fejlettségű portokok pollenét használtam erre a célra. Olyan portokokat vagy portokot kerestem ki, amelynek falán a felnyílás helye körül mikroszkóp alatt nem igen látszott barnulás vagy száradás és tartalmának nagy része még megvolt. Ezen bélyegek alapján jogosan tételezhettem fel, hogy az ilyen portok csak kevéssel a fixálás előtt nyílhatott fel, tehát a benne levő pollen kifogástalan minőségű. A fixálás előtt ugyanilyen külsejű két-három portokot steril próbacsőbe gyűjtöttem be, amelyet vattával bedugva chlorkaliumot tartalmazó, patentzáros nagyobb üvegben tettem el ellenőrző kísérletek anyagául.

A vizsgálatok második szakaszát képezte, amely azonban időben megelőzte az elsőt, a pollentömlőfejlesztési kísérlet. Erre a célra friss anyagot használtam fel, amely a fixálásra kiszemelt virágok éppen felnyílt portokjaiból származott. A virágport rendszeren úgy ráztam rá az aljzatra, amely vagy bemélyített

tárgylemezen, vagy nedves kamrában volt és a már fent elmondott módon zártam le. A kísérletek szobahőmérsékleten folytak. Amennyire időm engedte, a tömlőfejlődést négy-öt napon át 6—8—12 óránként mérésekkel és számlálással ellenőriztem. A tömlők a legtöbb esetben már három nap múlva befejezték fejlődésüket, elhaltak; biztonság kedvéért az említett ellenőrzést az elhalás után még negyvennyolc óráig 12 óránként megismételtem. A jobbminőségű virágpor egész tartalma rendszeren belemömlött a tömlőbe és szorosan ennek csúcsa mögött helyezkedett el, megszakitás nélkül töltve ki annak belvilágát. Állománya egyenletes volt, a sejtmagok jól kivehetők voltak. Amint a két generatív mag a tömlő csúcsa közelébe ért, utána 6—12 óra alatt bekövetkezett az elhalás. Ennek első nyoma a plazma szemcsézetttségével kezdődik, amit vagy vakuolaképződés követ, vagy az egész tartalom plazmolyzálódik. Az utóbbi esetben a tartalom bentmaradt a tömlőben, az előző esetben a tömlő csúcsa felrepedt és tartalma kiömlött. Ezen utóbbi változás volt a sorsa rendszeren a rövidebb tömlőt fejlesztő pollenszemecskének és gyakran azoknak is, amelyek nem fejlesztettek egyáltalában tömlőt. Ez rendszeren már előbb bekövetkezett, mint a normális tömlőfejlődés befejeződése. Azokat a pollenszemecskéket, amelyeken átmérőjüknek legalább háromszorosát elérő tömlőhosszat tudtam megállapítani, még az *aktívokhoz* számítottam, míg a többit *inaktívok* vettem.

Vizsgálataimat a *Téli aranyparmen*, *Török Bálint* és *Batu'*-fajtákra terjesztettem ki, mert megbízható anyag csak ezekből állott rendelkezésemre. A fák fajta azonosságát, tenyésztési körülményeit alkalmam volt több éven át ellenőrizni, tehát e tekintetben semmi kételyem nem lehetett. Ugyanezen fajtákat más termőhelyekről azért nem mertem feldolgozni, mert fajtaazonosságukat saját megfigyeléssel nem tudtam megbízhatóan ellenőrizni és egyéb körülményeket illetőleg sem kaphattam teljesen megbízható adatokat.

## II. Téli aranyparmen.

A rendelkezésemre álló irodalmi források szerint a feldolgozott almafajták közül erről történik a legtöbbször említés.

Azért ezt tárgyalom elsőnek, noha csak egy évfolyam vizsgálati adatai állanak róla rendelkezésemre. Ez a fajta elég korán és bőven termő fajtaként ismeretes a gyümölcsstermesztők előtt és mint kiváló minőségű, termése meglehetősen keresett. Alföldünk egyik-másik gyümölcsstermesztője a hozam mennyiségét illetőleg nem a legmegfelelőbbnek tartja, ami érthető is, mert a páradúsabb klímaviszonyokhoz alkalmazkodott fajta nem oda való. Talán ezzel és a védettebb fekvéssel lehet megmagyarázni, hogy a Dunántúl sokkal biztosabban és bővebben terem, különösen az ottani kötöttebb talajokon. Ilyen helyeken alkalmasnak látszik nagybani termesztése. Az 1930. évi vizsgálati anyagom STIBRÁNYI GYULA tanár aszódi kertjéből való. Az anyanövény 9—10 éves, már termőre hajlott, a ceglédi UNGHÁRY JÓZSEF faiskolájából származik. Az anyagot a bevezető részben leszögezzett módon 1930. IV. 28-án gyűjtöttem be.

E fajta pollenében, amelyről BRANSCHFIDT (1) megjegyzi, hogy «*nagymértékű homogenitásával tűnik ki*», *fenotipikusan* két, jól megkülönböztethető alakot találunk.

I. Az *első fenotípus* csoportba, amelyet *normálisnak* lehet nevezni, a tetraedrikus alakú pollenszemecskék sorolhatók, amelyekben a három pollentömlő kilépési pórus jól megállapítható. Tartalmuk egyenletesen, finoman szemcsézett, az egész szemecske belvilágát kitölti, színük sárgásbarnás. A sejtmagjuk rendszeren jól kivehető, gömbölyű alakú és centralis helyzetű. Részletesebb vizsgálatnál e csoporton belül két alcsoportot lehet megkülönböztetni (1. ábra A. I'1. és I'2.), ú. m.

1. Egyik tengely irányában kissé *megnyúltabb, karcsúbb* alakokat, amelyeken a hosszabbik átmérő végéhez eső pollentömlő kilépési pórusának fala mintha erősebben domborodna ki, mint a másik kettőé és nagyobbak is látszik. (1. ábra A. I/1.)

2. Minden irányban egyenlő átmérőjű, *zömökebb* alakok, amelyeknek minden pollentömlő kilépési pórusa egyenlő nagyságú és egyformán kidomborodó falú. (1. ábra A. I'2.)

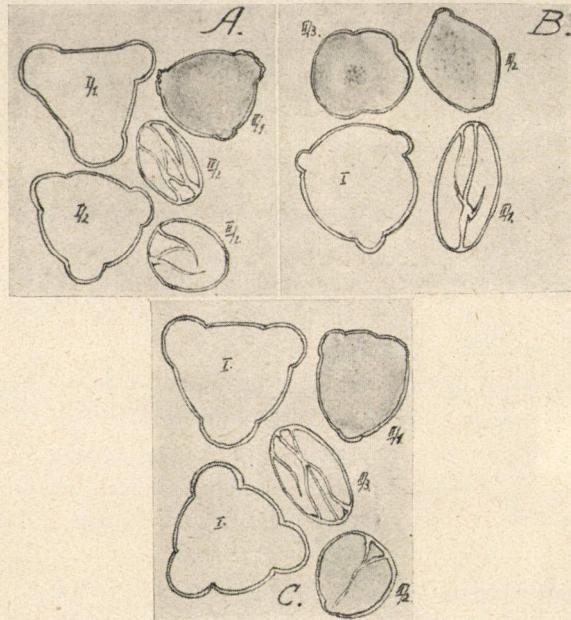
Ez a két alcsoport együttesen alkotja a közép-variánsok túlnyomó részét és kizárólag a plusz-variánsokat, amennyiben 27—36  $\mu$  között variálnak.

II. A *második fenotípus* csoportba sorolhatjuk azokat, ame-



lyeknek alakja a normálistól elüt, ezek a *nem tetraedrikus, nem normális* alakúak. Közöttük, ha az alakon kívül tartalmukat is figyelembe vesszük, két alcsoportot lehet megkülönböztetni (1. ábra A. II/1. és II/2.), mégpedig:

1, A *zömökebb* normális alakúakra emlékeztetőket (1. ábra II/1.), amelyeknek azonban egyik vagy másik, esetleg egyszerre



1. ábra. Alma fajták pollen típusai. 500-szoros nagyítás.  
A = Téli aranyparmen. B = Török Bálint. C = Batul.

több pollentömlő kilépési pórusának a falán *ráncokat* találunk. A cytoplazma a ráncosfalú pórustól többé-kevésbé kivehetően visszahúzódott, durván szemcsézett, szinte *rögös*. A sejtmag körvonala elmosódott. Egyik-másik idesorolható alaknál mintha nemcsak a pórustól húzódott volna vissza a cytoplazma, hanem a pórusok közé eső falrésztől is. Ez ugyan egész határozottan nem vehető ki, de reá következtetünk abból, hogy az ilyen helyek fala vastagabbnak látszik az eltérő fénytörés következtében, mint



ott, ahol a cytoplazma a falhoz simul. Színük világosabb egy árnyalattal, mint az első fenotípus csoportba tartozóké és jobban áttetszők. (1. ábra A. II/1.)

2. Gömbölyded, tojásdad, zsugorodott, az előzőkhöz semmit sem hasonlító alakokat. Ezek fala ráncos, tartalmuk vagy teljesen hiányzik, vagy csak kevés, kisebb-nagyobb rögöcske maradványból áll. (1. ábra A. II/2.) Színük egészen világossárga és teljesen áttetszők.

A második fenotípus csoportba sorolt alakok alkotják az összes minusz-variánsokat, ahová a második (II/2.) alcsoport tagjai tartoznak és egy részét a közép-variánsoknak, ahová az első (II/1.) alcsoport tagjai tartoznak. Méretük 21—27  $\mu$  között variál. A II/1. alcsoport tagjai 10% *KHO*-val kezelve megduzzadnak, alakjuk teljesen olyan lesz, mint az első fenotípus csoportba tartozóké; az említett színeltérés és nagyobb fokú áttetszőség ilyen állapotban nagyon jól kivehető. A II/2. alcsoport tagjai 10% *KHO* kezelésre eleinte alig, csak hosszabb állás után duzzadnak meg, de az előzők nagyságát és alakját még *KHO*-ban való főzéskor sem veszik fel.

I. Táblázat. Alma pollen variációs sorai.

Sorszám	A fajta neve és a vizsgálati anyag jelölése :	A variáns osztályok méretei $\mu$ -okban:												
		18	21	24	27	30	33	36	39	42	45			
1	Téli aranyparmen 930 I.			7	3	15	<b>49</b>	26						
2	„ „ „ 930 II.			7	4	25	<b>44</b>	20						
3	Török Bálint 929 I. ....				1	9	17	28	<b>33</b>	9	3			
4	„ „ 929 II. ....			9	<b>12</b>	8	7	18	<b>34</b>	12				
5	Batul 929 I. ....			2	7	<b>8</b>	7	21	<b>39</b>	13	3			
6	„ 929 II. ....	1	3	<b>15</b>	6	5	19	<b>36</b>	14	1				
7	„ 930 I. ....			4	3	13	31	<b>39</b>	10					
8	„ 930 II. ....			4	6	7	20	<b>43</b>	15	5				

A variációs statisztikai adatok közül két variációs sort találunk az I. táblázatban, több ilyen sornak a közlése teljesen felesleges, mert majdnem mind olyan mértékű megegyezést

mutatnak, mint ezek. Láthatjuk, hogy a *Téli aranyparmen* pollenének a variációs terjedelme 21—36  $\mu$  között változik. A variációs terjedelem olyan állandónak bizonyult, hogy 15, százszáz mérést tartalmazó variációs sor esetében csak egy akadt, amelynek a terjedelme nagyobb volt, amennyiben 21—39  $\mu$  közé esett. Az utóbbi variációs sornál ezt a nagyobb terjedelmet a 36—39  $\mu$  variánsosztályba eső három pollenszemecske okozta. Ez a mennyiség a vizsgált anyagnak csak 0·2%-át teszi ki, úgy-hogy nagyobb hiba elkövetése nélkül elhanyagolhatjuk. Ezek alapján a *Téli aranyparmen* 21—36  $\mu$  variációs terjedelmet jellegzetesnek tekinthetjük az 1930. évi vizsgálati anyagra. JOHANNSEN (2) szerint a variációs terjedelem csak előzetes tájékozódásra szolgálhat útmutatással, de nem tekinthető a variabilitás exakt, tipikus kifejezőjének; sokkal inkább ilyen összehasonlítási alap, tehát tipikus érték kifejező a variációs középérték ( $M$ ). A 930. I. jelzésű vizsgálati anyag variációs sorának adatai alapján kiszámítható, tehát elméleti középérték  $M = 31\cdot02 \pm 0\cdot273$ , a 930. II. jelzésű anyagnál ugyanez az adat  $M = 30\cdot48 \pm 0\cdot102$ . (II. táblázat 1., 2. sorszám.) BRANSCHIEDT (1) szerint a tömlőfejlesztőképességgel bíró pollenszemecskék középértéke:  $M = 33\cdot3 \pm 0\cdot2$ . Ezen adattól a fenti adatok  $1\cdot28 \pm 0\cdot0$ , illetőleg  $2\cdot82 \pm 0\cdot1$  eltérést mutatnak. Ennek az eltérésnek a magyarázata abban van, hogy említett szerző csak a tömlőt fejlesztett, tehát a mi első fenotípus csoportunkba sorolt pollenszemecskéből számította a középértéket. Kitűnik ez abból is, hogy a tömlőt nem fejlesztő, tehát a mi második fenotípus csoportunkba sorolt léha szemecskék középértékét  $20\cdot0 \pm 1$ -nek állapította meg. A léhák ezen BRANSCHIEDT-től megállapított középértéke meglehetősen eltérést mutat a mi vizsgálataink alapján kiszámítható  $24\cdot0 \pm 1\cdot8$  értéktől. Ez az eltérés azonban könnyen megérthető, ha figyelembe vesszük azt, hogy BRANSCHIEDT vizsgálati anyaga, amint arra a középértékből következtetni lehet, a minusz-variánsok, a léhák irányában nagyobb mértékű változékonyságot mutatott. Ilyen eltérés, minthogy különböző tenyészeti helyről származó vizsgálati anyag adatairól van szó, nagyon is lehetséges. Végeredményben a léhák nagyobb variációs terjedelme nem olyan körülmény, amely miatt a két különböző helyről származó vizs-



## II. Táblázat. Alma pollen variációs statisztikai adatai.

A) *Egycúcsú variációsgörbék adatai:*

Sorszám	A fajta neve és a vizsgálati anyag megjelölése	Variációs közép-érték= $M$	A közép-érték számítás közép-hibája= $m$	Standard eltérés (szórás) = $\sigma x^1$	Ferdeség mutató = $F$	Excessus kitevő= $E$	Megjegyzés
1	Téli aranyparmen 930 I. ...	31.02	$\pm 0.273$	$\pm 2.73$	- 0.75	- <sup>2</sup>	<sup>1</sup> SHEPPARD-féle korrekcióval számítva. <sup>2</sup> A variáns osztályok száma kevesebb hatnál, ezért $E$ nem volt kiszámítható.
2	« « 930 II.	30.48	$\pm 0.102$	$\pm 1.02$	-14.96	- <sup>2</sup>	
3	Török Bálint 929 I. ...	35.16	$\pm 0.552$	$\pm 5.52$	- 2.40	- 7.25	
4	Batul 929 I. ...	35.46	$\pm 0.471$	$\pm 4.71$	- 3.51	- 9.66	
5	« 930 I. ...	32.34	$\pm 0.519$	$\pm 5.19$	- 2.56	- 7.46	
6	« 930 II. ...	33.21	$\pm 0.579$	$\pm 5.79$	- 6.81	-15.58	

B) *Kétsúcú variációs görbék adatai:*

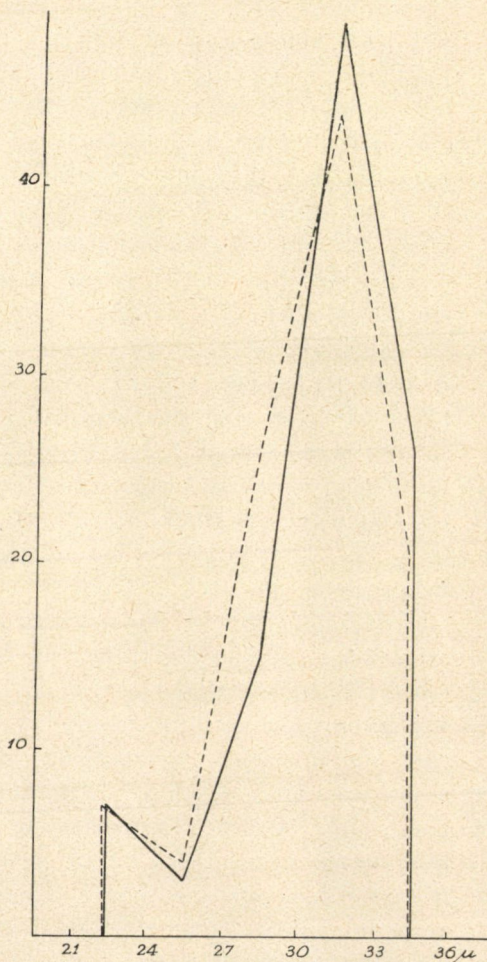
Sor- szám	A fajta neve és a vizsgálati anyag megjelölése	Első csúc talppontja	Második csúc talppontja
		(Mode) —Mo I.	(Mode) —Mo II.
1	Török Bálint 929 II. . . . .	24·25	36·47
2	Batul 929 I. . . . .	27·12	36·46
3	„ 929 II. . . . .	24·8	36·47

gálati anyagokból kapott eredményeket helyteleneknek kellene tekinteni. Hisz ez az eltérés nagyon könnyen előállhatott mérés-technikai okokból, mert én mindig a pollenszemecskék hosszab-  
bik átmérőjét mértem, ezzel szemben lehet, hogy BRANSCHIEDT a tojásdadalakú szemecskének a rövidebb átmérőjét mérte és így állott elő a minusz-variánsok irányában mutatkozó nagyobb variációs terjedelme az anyagnak. Minthogy a vizsgálati anyag tömlőfejlesztőképességét, tehát aktivitását illetőleg nem a minusz-variánsok a fontosak, hanem a normális alakok, a plusz-variánsok, azért még röviden vissza kell térni a már fentebb részben megmagyarázott középértékek közötti  $1\cdot28 \pm 0\cdot0$ , illetőleg  $2\cdot82 \pm 0\cdot2$  eltérésre. Ez is csak látszólagos, ha figyelembe vesszük a standard-eltérést:  $\sigma^x = \pm 2\cdot73$ , illetőleg  $\pm 1\cdot02$  (II. táblázat), amely sem az én esetemben nem haladja meg egy variánsosztály méretét ( $= 3\mu$ ), sem pedig a fenti különbségek nem nagyobbak ennél. Az ilyen látszólagos eltérések osztályvariánsok variációs sorainál JOHANNSEN (2) szerint könnyen lehetségesek, minthogy az anyagon bizonyos fokú kényszerbeosztást végzünk. De ha az eltérések egy variánsosztály méreteinél nem jelentékenyen nagyobbak, akkor az említett szerző szerint az adatokat helyeseknek kell elfogadni.

JOHANNSEN (2) szerint az elméleti középértékeket akkor tekint-  
hetjük a változékonyság tipikus érték kifejezőjének és helyes össze-  
hasonlítási alapnak, ha *különbségük* nem nagyobb *egynél*. Ha  
nagyobb, úgy bizonyára valamilyen külső körülmény annak az  
okozója, aminek kellő magyarázata nélkül az elméleti, variációs



középértékeket összehasonlítani nem lehet, tehát tipikus jellemzőknek nem fogadhatók el. A *Téli aranyparmen* 1930-as évi variációs középértékeinek a kiszámítható különbsége  $= 0.54 \pm 0.291$  (II. táblázat), ami nem éri el az egységet, tehát az elméleti középértékek e szerint a variabilitás összehasonlítási alapjául elfogadhatók. Tehát azok a variációs statisztikai adatok ( $M$  és  $\sigma^2$ ), amelyek alapján eredményeinket kaptuk, továbbá a variációs sorok nyilván tipikus jellemzői a *Téli aranyparmen* pollen fenotípusának. Ebből viszont azt állapíthatjuk meg, hogy az almafajta pollenének fenotipikus tulajdonságai meglehetősen állandók. Ezt az állandóságot szépen kifejezésre juttatják a variációs sorok adatai alapján megszerkeszthető *empirikus variációs görbék* (2. ábra). Ezen görbék csúcsai a  $30-33 \mu$  variánsosztályhoz esnek, helyzetük tehát teljesen meg egyezik elméleti helyükkel. Ez a körülmény még inkább megerősíti előbbi állításunkat, hogy a *Téli aranyparmen* pollenének fenotipikus tulajdonságai meglehetősen nagy állandóságot mutatnak.



2. ábra. Téli aranyparmen pollen variációs görbéi.  
 930 I. jelzésű = ——— 930 II. jelzésű = - - - -

Fenotípus alapján a *Téli aranyparmén* virágporát alkotó szemecskéket két csoportra (I. és II.) tudtuk beosztani. A második fenotípus csoportba soroltuk azokat, amelyekre vonatkozólag alig lehet kétséges, hogy funkcióképességüket, aktivitásukat elvesztették, mert vagy nincs bennük cytoplazma, vagy oly mértékű sérüléseket mutat a bennük levő élőanyag, amely mellett már nem valószínű, hogy funkcióképességük még meglegyen. Ezeket tarthatjuk legalább részben *léhák*nak, *meddő*knak. Ezeket az alakokat, amelyek már a fejlődés korai szakaszában elvesztették aktivitásukat, amelyek már a korai *gon* állapotban sterilekké lettek, RENNERT (3) szerint meg kell különböztetni a *gonsteril* jelöléssel.

Figyelembevétel, hogy vizsgálati anyagunkban fenotípus szerint két lehetőséget tudunk megállapítani, vagy *normális*, vagy *nem normális* fenotípus alakokat, ezek arányának megállapításánál alkalmazhatjuk a JOHANNSEN (2) ajánlotta *alternativa* számítás módszerét. Ilyen alapon a vizsgálati anyagban a *gonsterilek* száma az egésznek 10·85%-át teszik ki, amíg a normális fenotípusu, nem gonsteril, hanem *egyenlőre gonfertilisnek* tekinthető pollenszemecskék az anyag 89·15%-át alkotják. Nem szabad elfeledni, hogy minden kételyt kizáróan a 10·85%-ba csak azokat az alakokat szabad besorolni, amelyeket a második fenotípus csoport 2. alcsoportjába soroltunk. A második fenotípus csoport 1. alcsoportjába soroltak még lehetnek esetleg aktívak, legalább ennek ellenkezőjére vonatkozólag semmi bizonyítékunk nincs; azokat egyenlőre a *gonfertilisek* közé kell sorolni. Minthogy a gonsterilek 10·85%-a a tizenöt vizsgálat átlageredménye, nem lesz talán érdektelen egy néhány nem átlagadat felsorolása, amiből kitűnik, hogy mennyire állandó volt a 930-as vizsgálati anyagnál a fenti átlag. A 930. I. számú vizsgálati anyagban a gonsterilek száma: 10·01%, a 930. II. számában 10%, másik két esetben egyszer 10·59%, másodikkban 11·37%. Ezek a számok azt sejtetik, hogy keletkezésük nem lehet a véletlen munkája; itt kell valamilyen törvényszerűségnek lenni, különben nem lennének ilyen jellegzetesek.

KOBEL (4) vizsgálatai bebizonyították, nem éppen a *Téli aranyparmennél*, hanem más almafajtaéknál, hogy a polensteri-



litása a sejtmaggal függ össze. A sejtmag chromosomáiban következik be olyan rendellenesség a redukciós osztódás alkalmával, hogy a keletkező sejt életfunkciók végzésére alkalmatlanná válik. Valószínű, hogy a *Téli aranyparmennél* is ilyen chromosomazavarok vonják maguk után a gonsterilitást. Vajjon ezek a chromosoma okozta zavarok a genotípus anyai vagy apai komponensei részéről, illetőleg azok valamelyikének hatására állanak-e be, azt fenotipikus alapon, amint azt RENNER (3) az *Oenothera* esetében a pollen keményítőszemecskéinek alakja alapján kimutatta, bebizonyítani nem lehetséges, De nem lehet fenotipikus alapon ezt a kérdést úgysem eldönteni, amint az RUDLOFFnak (19) az *Oenothera* pollen alaki tulajdonságai alapján sikerült. Ezek az adatok legfeljebb arra jók, hogy alapjukon sejthetjük, hogy a nagyon eltérő fenotípusú alakokat tartalmazó pollen heterozygota szülőtől eredő lehet. Minthogy ilyen direkt módon a gonsteril alakok keletkezését nem lehetséges megmagyarázni, azért kerülő úton igyekeztem arról bizonyosságot nyerni, hogy a chromosomákban levő *faktorok* lehetnek a sterilitás okai. Ez a kerülő út bizonyos *számadatbeli jellegzetesség megállapítása volt*. Ismeretes, amint azt OEHLKERS (3) is említi, hogy letalis hatását csak ilyen közvetve kapott számadatok, bizonyos hiányok alapján lehet örökléstanilag kimutatni. Ilyen számadatok nyerésénél azonban nem elegendők egymagukban a fenotipikus adatok, hanem mellettük figyelembe venni, illetőleg elemezni kell a *genotípust is*.

Ezek szerint tehát következő feladatunk a *Téli aranyparmen* virágporának genotípus vizsgálata lesz. Ismeretes a kísérleti örökléstanból, hogy a genotípus vizsgálatára a legalkalmasabb módszer a keresztezés (11). Ez a vizsgálati módszer a jelen esetben alkalmazható nem volt, minthogy nem egy teljes *biotípus*, illetőleg *zygotáról* van szó, hanem csak egy *gon*, illetőleg *gameta* állapotban levő *haploid* generáció genotípusáról akarunk felvilágosítást kapni. Nem látszott megfelelőnek a keresztezési kísérlet sem, mert nála a pollenszemecskék megszámlálása, mérése nem lehetséges s ennél fogva exakt kísérletek alapján nyert számadatok nem nyerhetők, hanem legfeljebb empirikus adatok. (A keresztezéseket ezzel nem tartom feleslegeseknek, sőt igen



Ezek azok a számadatok, amelyeknek magyarázatát kell adni örökléstani szempontból, hogy a szülő faktoriális konstitúciójára következtetést vonhassunk és ez alapon annak gyakorlati értékét megítélhessük.

Mielőtt e számadatok részletes tárgyalása alapján valamilyen örökléstani szabályosságot állapítanánk meg, foglalkozni kell PASSECKER *Téli aranyparmén* pollenvizsgálatainak eredményeivel. Az ő 1926. évi (5) vizsgálatainak eredménye szerint 10% nádcukor-oldaton a pollenszemcskék 78%-a fejlesztett tömlőt. Egy másik (6) 1927-ben közölt adat szerint 88·85% átlagot számíthatunk ki. Ugyanezen évben egy másik (7) adat szerint 89%, míg az itt közölt KOBEL-féle adat szerint 90%-a a pollennek fejlesztett tömlőt. PASSECKER adatai között a legnagyobb eltérés 12%, míg a jobb KOBEL-féle adattal szemben ez az eltérés 11%-ot tesz ki. Már ezek az eltérések olyan nagyok, hogy nem tudhatók be számítástechnikai hibának, annál kevésbé, mert PASSECKER közölt adatai alapján a számítás technikai részére nem lehet következtetni. Még nagyobbak lesznek ezen eltérések, ha az én vizsgálati adataimat vetjük össze PASSECKER adataival, amikor az ő legjobb eredménye és a saját adatom között 52·14% különbség mutatkozik. Talán már itt helyénvaló rámutatni arra, hogy ez az 52·14% különbség milyen nagyon megközelíti a kísérleteim alapján genotipikusan *inaktívok*nak bizonyult, a késői gonstádiumban sterilekké lett pollenszemcskék 52·29%-át. Úgy látszik, PASSECKER vizsgálatainál, minthogy ez a két szám ilyen nagymértékű megegyezést mutat, a késői gonstádiumban sokkal kevesebb lett a pollenszemcskék közül sterillé, inaktívvá, mint az én vizsgálataimnál. Hogy ez a lehetőség fennáll, azt majd a későbbiekből minden kételyt kizáróan látni fogjuk. PASSECKER vizsgálati adataiból nem lehet minden kétséget kizáróan megállapítani, hogy a közölt tömlőfejlesztési százalékok a *fenotipikusan normálisokrú*, az általam *gonfertiliseknek* tartott normális alakúak összegének a százalékára vonatkozik-e vagy az egész vizsgálati anyagra. Ha feltételezzük, hogy említett szerző adatai a fenotipikusan normálisoknak látszó, vagyis az én gonfertilis alakjaimra, tehát a talált 89·15%-ra vonatkoznak és legkedvezőbb esetben ezeknek 89%-a fejlesztett tömlőt, akkor átszámítva

az egész anyag 100%-ára, az eredmény 79·16% lesz. Ez az eredmény nagyon megközelíti az 1926. évi (5) vizsgálatok 78% eredményét, de feltűnő nagy különbséget, 42·30%-ot mutat az én adataimmal szemben. Magától értetődik, hogy e különbségek még 1%-al nagyobbak lesznek, ha adataimat KOBEL (7) adatával hasonlítjuk össze.

E különbségek, eltérések megmagyarázására látszólag igen jó útmutatást találunk BACH (10) vizsgálataiban. Ez a szerző mesterséges megporzási, illetőleg keresztezési kísérleteinél a *Téli aranyparmen* virágporának felhasználásakor *Merín*ban 20%, míg *Geisenheim*ben csak 7% kötés eredményt kapott. Ezt a különböző kötéseredményt BACH úgy igyekszik megmagyarázni, hogy a *Téli aranyparmennek* két különböző, termőhelyi *módosulata*, *modifikációja*t tételezi fel. E modifikációk olyanok, hogy egyik helyen jobb minőségű pollent adnak, mint a másik termőhelyen. BACH e mellett lehetőnek tartja, hogy az ilyen nagymértékű kötésbeli eltéréseket klimatológiai különbségek okozzák. E feltevés helyességét látszanak megerősíteni PASSECKER (6) azon adatai is, hogy ilyen termőhelyi módosulatok nemcsak a *Téli aranyparmennél* lehetségesek, hanem alakbeli eltéréseket mutató *modifikációk* találhatóak a «*Salzburgerbirne*» és a *Bosc kabak* körtefajtáknál is. Ezek alapján azután PASSECKER tovább megy és a «*Salzburgerbirne*» esetében már két különböző *varietás*/különböztet meg ezen fajtán belül. Mindezt figyelembevéve, első pillanatra nagyon csábítóan, sőt helyesnek és jogosnak látszanék BACH magyarázatát elfogadni. Ezt a magyarázatot látszik támogatni az, hogy a fentközölt 37·86% fertilis pollenszemecske esetében a *Téli aranyparmen* pollene tényleg okozhat 20% kötést. Ezen álláspont elfogadásának azonban ellentmond a fentközölt geisenheimi 7%-os eredmény. Gondolkozóba ejti továbbá az embert az a körülmény is, hogy BRANSCHIEDT (1) szerint a *Téli aranyparmen* pollene a bajor alföldön nagyon jóminőségűnek bizonyult, míg a mi alföldünk szélén, *Aszódon*, igaz ugyan, hogy elütő klimatikus viszonyok mellett, meglehetősen rossznak látszik. Talán mégsem szabad ezen különbségeket mind a klíma hatásoknak betudni, hisz a pollen meglehetősen megvédett a portokon, illetőleg a virágon belül. Ezen ellenvetésünket támo-

gatják a BRANSCHIEDT (1) említette RYBIN és SCHRÖDER-féle oroszországi vizsgálatok eredményei is. Ezek szerint *Tasikendben* a *Téli aranyparmen* a legrosszabb tömlőfejlesztőképességű fajták közé tartozik. E szerint tehát szerintem nem maradna más hátra, mint ezen fajtánál három termőhelyi módosulatot, vagy esetleg varietást feltételezni, ha mindenképpen BACH magyarázatát helyesnek akarnók elfogadni. Ez pedig nem volna más, mint a dolog lényegének megkerülése. Ellentmond ezen álláspontnak RYBIN és SCHRÖDER azon megállapítása, hogy a *Téli aranyparmen* «*nagyon rendetlen chromosoma viszonyokkal tűnik ki*». Ezek alapján tehát kénytelenek vagyunk azt az álláspontot elfogadni, amelyet már a gonsterilis pollenszemecskék keletkezésénél is helyesnek láttunk, t. i., hogy az előzőkben felsorolt eltérések nem a termőhelyi hatásoknak tudandók be, hanem azok a genotípusnak a folyományai. Más szóval a *Téli aranyparmen* genotípusa olyan, hogy faktoriális szerkezete mellett egyik esetben pollene jó, sőt mondhatnók igen jó (PASSECKER, KOBEL), máskor kevésbé jó, sőt rossz pollentömlőfejlesztés jellemzi.

Tehát ezekután arra kell törekedni, hogy számadatainkat a genotípus figyelembevételével valamilyen módon megmagyarázzuk. Első feladatunk, hogy a genotípusra vonatkozó számadatainkat, tehát a pollentömlőfejlesztési kísérlet eredményeit összeegyeztessük a fenotípus tárgyalásánál mondottakkal. Genotípusuk szerint a normális, első fenotípus csoportba tartozók között két csoportot lehetett megkülönböztetni. Az elsőbe sorolhatjuk az *aktív, fertilis* pollenszemecskéket, amelyek az egész anyag 36·86%-át alkotják. A második csoportba tartoznak a genotípuson *inaktívok*, amelyek 52·29%-át teszik az egész anyagnak és a *fenotípuson inaktívokkal*, a *gonsterilekkel* együtt az egész anyagban 63·14%-ban találhatók. Minthogy a fenotípuson gonsterileknek látszók 10·85%-át már a fentiekben elintéztük, azokkal itt részletesen foglalkozni nem kell. Fontos a genotípuson *inaktívok* 52·29%-ának a részletes tárgyalása. Ezekhez tartoznak elsősorban azok az alakok, amelyeket a második fenotípus első alcsoportjába soroltunk (1. ábra II/1.). Azok a kisebb-nagyobb defektusok, amelyekről a fenotípus tárgyalásánál szólunk, a genotípusvizsgálatkor az inaktivitásban nyilvánulnak meg.

Ezek mellett minden bizonnyal lesznek még a fenotipikusan normálisaknak látszó zömökebb (1. ábra I/2.) alakok között is egyesek, amelyek inaktívok lesznek, mert csakis így adódhatik az inaktívok 52·29%-a. A variációs terjedelmük ezeknek az alakoknak 24—33  $\mu$  között mozog. A mellékelt variációs sorok (l. I. táblázat) adatai szerint a 24—33 variánsosztályokba eső variánsok száma 930. I. sz. anyagnál:  $3 + 15 + 49 = 67\%$ . Ebből a 67%-ból kell tehát kikerülni túlnyomórészen az *inaktívok* 52·29%-ának. Tehát  $67\% - 52\cdot29\% = 14\cdot71\%$ , vagyis 14·71% volna közülük az *aktív*. Az *aktívok*, *fertilisek* száma: 36·86%, amit elsősorban az első fenotípus csoport kissé nyúltabb alakjai (1. ábra A. I/1.) alkotnak, amelyeknek mérete 33—36  $\mu$  közé esik. Az idetartozó variánsok száma 26%, amihez hozzáadva 14·71%-ot, = 40·71%, ami 3·85%-kal több, mint az *aktívok*, *fertilisek* száma, tehát a 24—27  $\mu$  közé eső variánsok is, amelyeket az inaktívok közé számítottunk, a gonsterilekhez számítandók; csakis úgy tudjuk számadatainkat a geno- és fenotípusvizsgálatok egybevetésénél helyesen összeegyeztetni. Ezek szerint tehát sterilis pollenszemecskék a *Téli aranyparmen* virágporában nemesak a minusz-variánsok között találhatóak, hanem az 1930. I. jelzésű anyagban a közép-variánsok tekintélyes része is oda tartozik. Ugyanilyen gondolat és számításmenettel ezek az adatok kiszámíthatók a 930. II. számú jelzéssel bíró vizsgálati anyag variációs sorából is. Itt a közép-variánsokból 16·86% tartozik csak az *aktívok*, a *fertilisek* közé, a többi a minusz-variánsokkal együtt a *sterileket* adja.

Fentebb már leszögeztük KOBEL (4) vizsgálatai alapján, amelyeket RYBIN és SCHRÖDER adatai megerősítenek, hogy a pollenszemecskék inaktivitását, meddőségét, illetőleg a pollentömlőfejlesztőképesség elvesztését a chromosomakészlet minősége okozza. Örökléstanilag úgy mondhatjuk, hogy a chromosomákban levő *letalis faktorok*, *gének* a meddőség okozói. A *Téli aranyparmen*-fajta pollenénél ezek a letalis gének kétféle módon juttatják kifejezésre hatásukat. Egyszer a pollenszemecskék korai gon stádiumában, ezeket neveztük röviden gonsterileknek. Mint-hogy ezeknek úgyszólván semmi tartalmuk sem volt, bennük a letalis gének hatása kétségtelenül már keletkezésük pillanatában,



tehát a *reductio osztódás* után, a *telrad* állapotban, megindult. A másik megnyilvánulása a letalis faktoroknak nem a haploid-generáció életének kezdetére, hanem későbbi szakaszára esik. A faktoralis konstitúciójuk még lehetővé teszi, hogy bizonyos fejlettséget elérjenek, kialakulnak teljesen normális fenotípusú pollenszemecskékké, esetleg lehetséges lesz, hogy a *gameta* stádium első, kezdeti szakaszát is megérik és csak ekkor következik be a letalis faktorok ölü hatása. Nem tudnak átesni, hogy képletesen beszéljünk, a gyermekbetegségeken, amelyekre igen nagymértékű *hajlamosságot* örököltek. Lehet, hogy ez a hajlamosság megnyilvánul már az eleinte normális fejlettségű pollenszemecske cytoplazmájának elváltozásaiban, defektusaiban, amint azt a II 1. jelzésű fenotípus alcsoportnál láttuk. Lehet, hogy csak a tömlőfejlődés megindulásakor kezdődik és nem is fejlődik ki hatására a tömlő, hanem csak egy kis dudor keletkezik a pollentömlő kilépési pórus helyén és elhal. Ezeznél tehát megindult a gametafejlődés, de befejeződni nem tudott. Minthogy ezen második hatásmód mellett ilyen különböző átmeneti fokozatokat lehet megkülönböztetni, azért szokás OEHLEKER (3) szerint az ilyen módon sterilekké lett alakokat *késői gomsteril* megnevezéssel megkülönböztetni. Minthogy a letalis faktorok két módon jutnak kifejezésre, azért igen sok örökléstani kutató [BAUR (20), GOLDSCHMIDT (21)] a letalis faktoroknak két csoportját különbözteti meg, úgymint 1. *absolut letalis*, 2. *semi-* vagy *subletalis* csoportot, illetőleg *faktorokat*. Ezekkel szemben JOHANNSEN (2) azt az álláspontot képviseli, és ez vizsgálataim alapján is helyesebbnek látszik, hogy lényegében két ilyen csoport nincs, mert a letalis faktorok hatásának megnyilvánulása függ azok számától és a velük együtt levő egyéb faktoroktól is. Az örökléstani kutatások szerint a letalis faktorok túlnyomó részben *recessivék* és csak kevés *domináns* ilyen faktor ismeretes. A mi esetünkben is feltételezhetjük tehát, hogy recessiv-faktorokkal lehet dolgunk. Ezen feltevésünk, amint az majd az alábbiakból kitűnik, helytálló is, mert csak ily alapon lehet a fenti számadatokat összhangba hozni a genotípus konstitúciójával.

A pollenszemecskék a fejlődés folyamán valamikor game-

tákká lesznek, ha tehát a fenti számadatainkat örökléstanilag megmagyarázni igyekszünk, azt kell keresni, hogy milyen faktoriális szerkezet mellett, illetőleg milyen genotípusú szülő esetében lehetséges a fenti számadatoknak megfelelő vagy velük megegyező mennyiségű gameták keletkezése. Ezekután sorjába össze kell hasonlítani számadatainkat az idevágó örökléstanai kutatások (11) alapján kapott azon számadatokkal, amelyek különböző genotípusú, *basztard* szülők him gametáira vonatkoznak, figyelembevve azok genotípusát is. *Monobasztard* szülő gametái nem lehetnek pollenszemecskéink, mert akkor legalább 50% sterilisnek kellene köztük lenni. Gondolhatnánk *dibasztard* szülőre, amelynek négy, különböző genotípusú gametája lehet, mégpedig mindegyik genotípus csoport 25—25%-ban jöhet létre. Ezen az alapon elindulva valahogyan talán lehetséges volna megmagyarázni az összes sterilis pollenszemecskék 63·14%-át, bár csak nagyon erőltetett feltevésekkel. Nem tudnánk azonban sehogyan sem kézzelfoghatóan okát adni annak, miért keletkezett 10·85% gonsteril alak. Az ilyen gonsteril alakokban a letális faktoroknak olyan kombinációban kell lenni, hogy már az élet kezdetén kiváltsák a letalitást. Minthogy recessiv faktoroknak tételeztük fel a letális faktorokat, azért a korai gon stádiumban elhalt gonokban azoknak egymagukban, dominans faktor nélkül kell előfordulni, mert ellenkező esetben a fejlődés bizonyos fokát el kellett volna érniök. *Dibasztard* szülő esetében tisztára recessiv faktort tartalmaz a gameták 25%, tehát ennyinek kellett volna a korai gon stádiumban sterillé lenni. A mi esetünkben talált gonsterilek száma 14·15%-al kevesebb, mint az elméletileg megállapított lehetőség, tehát nagyon valószínűtlen, hogy a *Téli aranyparmen* két letális faktort tartalmazó *dibasztard* szülő volna. Ezen állításunkat megerősítik BRANSCHIEDT (1) vizsgálatainak számadatai is. Nincs tehát más hátra, mint ezen összehasonlító munkát folytatni, kutatni olyan faktoriális konstitúciójú szülő, illetőleg gameta után, amelynek letális faktor tartalma alapján korai gon stádiumban a talált 10·85%, vagy azt megközelítő mennyiségben keletkezhetik. A három letális faktort tartalmazó, tehát már a korai gon stádiumban meddővé váló, elhaló gonok elméleti lehetősége = 12·5%. Ez a szám meglehetősen megközelíti ada-

tunkat, attól csak 1·65%-kal tér el. Úgy, hogy ezen az alapon elindulhatnánk számadataink értelmezésében, de a továbbiakban, nevezetesen a genotipikusan inaktívok számának megmagyarázásánál már némi nehézségekbe ütköznénk. Igaz ugyan, hogy ezek az akadályok, amelyek néhány százalék eltérésben nyilvánulnának, még áthidalhatók lennének, de sehogyan sem volnának el-tüntethetők, illetőleg megmagyarázhatók azok a különbségek, amelyekre PASSECKER vizsgálati adatainak ez én adataimmal való egybevetésénél fentebb már rámutattunk. Ugyanez volna a helyzet BRANSCHIEDT adataira vonatkozólag is, mert nem lehetne 12·5% elméleti, gonsteril lehetőség mellett ezen szerző 94%-os tömlő fejlesztését megmagyarázni. Mindezek figyelembevételével talán helyesebb nyomon járunk, amint ez az alábbi adatokból kitűnik, ha a *Téli aranyparment* tetrabasztard szülőnek tételezzük fel. Ezen esetben, amikor 4 recessiv, letalis faktor kombinálódhatik 4 dominans, nem letalis faktorial, a letalis faktorok kombinációs lehetőségei a következők lesznek:

4 letalis, recessiv faktor van a gonok	6·25%-ában
3 „ „ „ „ „ „	25·00% „
2 „ „ „ „ „ „	37·50% „
1 „ „ „ „ „ „	25·00% „
0 „ „ „ „ „ „	6·25% „

A *Téli aranyparmen* virágporából tehát a korai gon stádiumban ezek szerint el kell halni a tisztára recessiv, 4 letalis faktort tartalmazó pollenszemecskének, ami 6·25%-öt tesz ki. A gonsterilek száma ezzel szemben 10·85% volt, tehát 4·60%-al több az elméleti lehetőségnél, aminek magyarázatát majd rögtön látni fogjuk. Az elméleti, négy, letalisfaktorú gonok száma igen nagymértékű megegyezést mutat BRANSCHIEDT (1) fent már említett adatával, amikor 94% volt aktív, tehát a két számadat között 0·25% eltérés mutatkozik csak, ami átlagszámításoknál alig számbavehető különbség. Az elméleti lehetőség 6·25% és a talált 10·85% közötti 4·60% különbséget úgy lehet megmagyarázni, hogy a korai gon stádiumban nemcsak a tisztán négy recessiv faktort tartalmazó gónok halnak el, hanem a három letalis faktort tartalmazók 4·60% is. Ezek lehetnek azok a tojásdad, gömböly-

ded fenotípusú gonsteril szemecskék, amelyekben kevés kis rögös maradványt lehet némelykor még találni. Vizsgálataim alapján azt kimutatni, hogy a három, letalis faktort tartalmazó gonok melyikében vagy a faktorok milyen kombinációja mellett jut kifejezésre a letalis hatás a korai gon stádiumban, nem lehet. Erre vonatkozólag legfeljebb feltevéseink lehetnének kellő megokadatulás nélkül, tehát azokat tanácsosabbnak látszik mellőzni.

Az összes, három és négy letalis faktort tartalmazó gonok elméleti lehetősége:  $6\cdot25\% + 25\cdot00\% = 31\cdot25\%$ , ami még tekintélyesen különbözik az összes *steril* pollenszemecskék  $63\cdot14\%$ -ától. Ezek szerint tehát nemcsak a négy és három letalis faktort tartalmazó gonok lesznek meddőkké, hanem bizonyára a két letalis faktort tartalmazók bizonyos százaléka is. Ilyen két letalis faktort tartalmazó gon összesen:  $37\cdot50\%$ -ban keletkezhetik. Összeadva most már a két letalis faktornál többet tartalmazó gonok lehetséges számát:  $68\cdot75\%$ -ot kapunk. Evvel szemben a talált összes steriliek száma:  $63\cdot14\%$ , ami  $5\cdot61\%$ -al kevesebb, mint az elméletileg lehetséges steriliszemecskék száma. Ez a hiány, az  $5\cdot61\%$ , csak  $0\cdot64\%$  eltérést mutat attól a számtól ( $6\cdot25\%$ ), amelyben egy tetrabasztard szülő esetében egy-egy kombinációs lehetőség az összes gametákban keletkezhetik. Minthogy ez az eltérés nem éri el az egységet, azért talán számlálási hibának is tudhatjuk be és akkor igen valószínűvé lesz, hogy nem az összes két letalis faktort tartalmazó gonokban tud a letalis faktor hatása a késői gon stádiumban érvényesülni. Lesz olyan kombinációs lehetőség, amely mellett a két recessiv faktor hatását a velük kombinálódott, nem letalis, dominans faktorok teljesen ki tudják küszöbölni és így jön létre az  $5\cdot61\%$  fertilis többlet. Más szóval talán ezt úgy is lehetne mondani, hogy a gonok közül a két letalis faktort tartalmazók  $5\cdot61\%$ -ában faktorkicserélődés ment végbe és ezért nem lettek azok meddőkké. Ilyen faktorkicserélődés lehetőségére vonatkozólag TISCHLER (12) azt mondja, hogy az ott szokott bekövetkezni, ahol *«keresztelés után aránylag rövid idő alatt alakbéli állandóság (Formenkonstanz) állapítható meg az utódokban»*. Tekintettel a gyümölcsfák nemesítésének szokásos menetére, amelynél az empirikus módszer még ma is túlsúlyban van és új fajták keletkezése elég sokszor a

véletlen műve, ez az eshetőség a *Téli aranyparmen*-fajta keletkezésénél fennforoghat, bár arra pozitív bizonyítékunk nincs. A faktorkieserődés ténye végeredményben megfelelő keresztezési kísérletekkel a zygotákban csak úgy volna bizonyítható, ha az mindig ugyanolyan százalékban következnek be; tehát ezen magyarázatot nem lehet teljesen kielégítőnek elfogadni. Ezek figyelembevételével kénytelen vagyok inkább a fentiekben leszögeztett álláspontra helyezkedni. Itt van helyén visszatérni arra, amit már az előzőkben a *semi*-, illetve *subletalis* faktorok előfordulását illetőleg leszögeztünk. A fentiekből minden részletesebb magyarázat nélkül kitűnik, hogy ebben a kérdésben helyesebb JOHANNSEN (1) álláspontja, aki szerint *absolut*- és *semi*-letalis faktor között nincs semmi különbség. Minden letalis faktor abszolút letalis hatású és hogy mégsem következik be egyes esetekben az elhalás a letalis faktor előfordulása mellett sem, annak oka a vele kombinációban levő nem letalis faktorok hatásának tudhatók be. Ennek bizonyítására hivatkozni lehetne arra a *Téli aranyparmenen* megfigyelt tényre, hogy különböző kutatók más-más pollentömlőfejlesztőképességet állapítottak meg.

Minthogy a fentiekben meglehetősen sikerült kísérleti számadatainkat, sőt BRANSCHIEDT (1) adatait is, egy négy letalis faktort tartalmazó szülő gametáinak elméletileg megállapított számadataival összhangba hozni, azért elfogadhatjuk, hogy igen nagy a valószínűsége annak, hogy a *Téli aranyparmen* legalább négy letalis faktorú tetrabasztard szülő.

Ezen valószínűséget megerősíthetjük RYBIN és SCHRÖDER fentebb már idézett, a chromosomák viselkedéséről szóló állításával is. Minthogy a faktorok átszármaztatói az örökléstani megállapítások szerint a chromosomák, tehát a rajtuk tapasztalható rendellenességek és faktorok hatása között kell valamilyen összefüggésnek lenni. A rendellenességek annál nagyobb fokúak lesznek, minél több az ezeket kiváltó faktorok, esetünkben a letalis faktorok száma.

RYBIN és SCHRÖDER adatainak figyelembevételével BRANSCHIEDT (1) szerint a legrosszabb pollentömlőfejlesztőképességgel bíró fajták közé kell beosztani a *Téli aranyparmen*t. BRANSCHIEDT beosztása szerint a legrosszabb tömlőfejlesztőképességgel bíró

fajták közé azok tartoznak, amelyek pollenének 0—30% fejlesztett tömlőt. Igaz ugyan, hogy BRANSCHIEDT a saját adatai alapján mégis abba a csoportba sorolja a *Téli aranyparment*, amelyek tömlőfejlesztőképessége 71—100% között változik. Ez a különböző, két helyre való tartozás megnyugtatóan csakis úgy magyarázható meg, amint azt fentebb láttuk, ha a *Téli aranyparment* tetrabasztard, négy letalisfaktorú fajtának tételezzük fel. A 30%-os tömlőfejlesztés nagyon megközelíti azt az elméleti lehetőséget, amelyben az egy és semmiféle letalis nem faktort tartalmazó gonok tetrabasztard szülő esetén előfordulhatnak, ami = 31·25%-al. Tovább is mehetnénk a RYBIN és SCHRÖDER-féle adatok tárgyalásában. A mondottak alapján még az is lehetséges, hogy a pollen 6·25%-a fejleszt csak tömlőt, mert csak ezekben találunk olyan faktor kombinációt, amely mellett egy letalis faktor sem fordul elő a faktorok között, tehát alig lesz fertilis pollen.

A tetrabasztard genotípus mellett bizonyítanak még azok az ellentmondások is, amelyek megállapíthatók BACH (10) elütő keresztezési eredményeiből. Ezen adatok szerint a *Téli aranyparmen* virágporát használva fel megporzásra, a legkedvezőbb kötés eredmény, amely az *Ananasz reinetten* volt megállapítható, csak 15% volt, míg más fajtáknál csak 7% átlagkötést lehetett elérni. BACH adatai szerint *Ananasz reinete* ♀ × *Téli aranyparmen* ♂ esetében egy-egy termésben a magvak átlagszáma három volt. Kár, hogy idézett szerző nem mondja meg, vajjon az összes magvak normálisak voltak-e vagy léhák is akadtak közöttük. Megfigyeléseim szerint a *Téli aranyparmen* virágporának hatására a *Batúnál* a normális magvak mellett 12·08%-ban jöttek létre léha magvak is. Mindenesetre meg kell említeni, hogy ezek nem *erakt* kísérletek eredményei, hanem olyan adatok, amikor nagyon valószínű volt, hogy csak ez a kombináció jöhetett létre, mert a két fajta egy-egy példánya állott egymás mellett és 1 km körzeten belül más almafajta nem volt. BACH (10) adatainak figyelembevételével a 15%-os kötés mellett a magvak száma  $3 \times 15 = 45$ . Ez az eredmény 7·14° eltérést mutat az általam megállapított fertilis pollenszemecskék számától. Ez az eltérés igen közel áll a 6·25%-hoz, amely összegben egy-egy faktor kombinációs lehetősége előfordul, tehát, ha Bach



esetében minden magot normálisnak tételezünk fel, úgy az könnyen keletkezhetett egy, két letalis faktort tartalmazó, de aktív kombinációjú pollen-, illetőleg goncsopot hatására.

A mondottak alapján mellőzhetőnek látszik azon fenti megállapításunk részletes fejtegetése, hogy felesleges a BACH (10) feltételezte két különböző termőhelyi modifikáció, illetőleg variálás a különböző pollentömlő fejlesztőképesség megmagyarázására.

Minthogy PASSECKER (5, 6, 7) adatainak egybevetéséből, aminek tárgyalása hosszadalmas, szintén csak arra a meggyőződésre juthatnánk, hogy a fajta tetrabasztard volta nagyon valószínű, ezt a körülményt is csak röviden megemlítjük.

Nagyon röviden kell még foglalkozni BRANSCHIEDT (1) azon megállapításával, hogy a *Téli aranyparmen* pollen, ha a *fa bizonyos életkort már elért, jelentékeny mértékben veszít pollentömlő fejlesztőképességéből*. Minthogy a letalis faktorok hatására nemcsak a velük kombinált egyéb faktorok vannak befolyással, hanem mindazon életfolyamatok, amelyek irányításának le-tételeményesei, azért e folyamatokban feltétlenül be kell következni bizonyos változásnak a szenilis korban. Máshogyan ezt úgy mondhatnók, hogy a letalis faktorokkal kombinált dominans faktorok ellensúlyozó hatása a szenilis korban fokozatosan csökken, a szaporodó szervek aktivitásai ebben a korban már alacsonyabb lesz, tehát mindjobban és könnyebben megnyilvánul a letalis faktorok romboló hatása. Ez azután oly mértékű lesz, hogy végül csak a tisztára dominans faktorokat tartalmazó gonokból lehet gameta. Ezt az aggkori meddőséget szerintem teljesen megnyugtatóan csak úgy lehet megmagyarázni, hogy több letalis faktor előfordulását tételezzük fel a gonokban.

Végül a tetrabasztard genotípus bizonyítására megemlíthetem, hogy a *Téli aranyparmen*, amint azt BRANSCHIEDT (1) kísérletei, de a saját megfigyeléseim is megerősítik, *magameddő*. Sőt KOBEL (4) azt állítja, hogy a ma ismeretes almafajtáink között egy sincs, amely csak tűrhető mértékben is magamegtermékenyülő volna. Huszonöt saját virággporral három napon át egyszer-szám megporzott, izolált virágból egyetlenegy sem kötött. Négy olyan virágot, illetőleg magházat találtam csak, amelyik még az el-

virítás után tíz nappal a fán voltak, de azok is lehullottak húsz napon belül. A legnagyobb átmérőjű közülük 4·5 mm nagyságú volt. Mikroszkópikus vizsgálatkor ezen négy magház egyik rekeszében sem volt semmiféle nyoma a magnek, bár a pollentömlőfejlődés nyoma a hibevizsgálatoknál egyes esetekben megállapítható volt. Két esetben az említettek közül a pollentömlő nyoma egészen a magház faláig követhető volt, aminek alapján talán feltételezhetjük, hogy a megtermékenyítés végbement és mégsem fejlődött termés. Ha figyelembe vesszük, hogy a pollenszemcskék közül csak 6·25% nem tartalmaz egyetlenegy letalis faktort sem, igen kicsi a valószínűsége olyan zygota keletkezésének, amelyben egyetlenegy letalis faktor sem fordul elő. Mint-hogy a petesejt is hasonló, legalább négy letalis faktort tartalmazónak kell lenni, ha arra egy olyan him gameta kerül, amelyben letalis faktor van, nem valószínű, hogy termés lesz belőle. Ehhez járul még, hogy rendszeren egy-egy virágban négy-öt magházüreg fordul elő, legalább is egy-egy magkezdeménnyel, amelyek felének legalább meg kell termékenyülni, hogy a termőből termés fejlődhessen. Ezt bizonyítja az a körülmény, hogy 10 megvizsgált *Téli aranyparmen* termésében, amelyek közül 6 ötüregű és 4 pedig négyüregű magházzal bírt, átlag minden második magházüregben volt normális mag, a többiben vagy semmiféle nyoma sem volt, vagy csak léha magot, illetőleg maghéjat találtam. Számadataink alapján a 6·25% letalis faktormentes gont véve figyelembe és 100%-os megtermékenyülési valószínűséget tételezve fel, ami pedig valóssággal szinte lehetetlen, csak 6·25% kötés volna lehetséges. A 6·25% kötés azonban még mindig nem a termésre, hanem a magkezdeményre értendő, amelyik figyelembevételével csak egy termőből lehetne termés. Azon esetben, ha a letalis faktorok száma kevesebb volna, a magameddőség ténye kevésbé tűnne ilyen mértékben ki.

Az elmondottak alapján a *Téli aranyparmen*ről a következőket lehet megállapítani.

1. Vizsgálataim és más kutatók számadatai alapján nagyon valószínű, hogy a *Téli aranyparmen* négy recessív, letalis faktort tartalmazó genotípusú fajta.

2. Ennélfogva különböző termőhelyeken igen különböző

minőségű pollennel bír, tehát mint pollenadó fajta, nem a legmegbízhatóbbak közé sorolandó.

3. A genotípuson alapuló pollen minősége mellett igen nagy a valószínűsége annak, hogy a női gametái is hasonló faktoriális konstitúciójúak. E két körülménynek tudható be az a különböző minősítés, ami a gyümölcsstermesztők körében a fajta megbízhatatlan hozamát illetőleg mind jobban és jobban elterjed.

4. Gyakorlati szempontból, a mondottak figyelembevételével, a *Téli aranyparmen* nem sorolható a nagybani termesztésre ajánlható fajták közé.

### III. Török Bálint.

Gyümölcsstermesztőink körében meglehetősen kedvelt és hazai fajtánk közül egyik legjobbnak tartott fajta a *Török Bálint*. Megfelelő termőhelyi viszonyok mellett elég korán és megbízhatóan terem. Külföldi, gyümölcsfák pollen vizsgálatával foglalkozó szerzők közül csak PASSECKERNÉL (6, 7) találtam ezen fajtára vonatkozólag adatokat. Ez azonban nem azt jelenti, hogy e fajta jósága nem állaná meg helyét egyes külföldi fajtákkal szemben, hanem talán csak úgy lehetne értelmezni, hogy ott kevésbé elterjedt, mint nálunk. Vizsgálatokat ezen fajta pollennel csak 1929-ben végezhettem, mert 1930-ban nem tudtam anyagot szerezni. Az 1929-es évi anyag a hatvani Máv. osztálymérnökség kertészetéből származik. Május hó 11-én került az anyag ENDRESZ LŐRINC főkertész szíves engedelmével begyűjtésre, tehát olyan időben, amikor a viritás legszebben állott.

A bevezetőrészben részletesen ismertetett fejlettséggel bíró portokokból származó virágporban úgy, mint az előző fajtánál is, két fenotípus csoportot lehetett jól megkülönböztetni (1. ábra B.).

Az *első* fenotípus csoportba itt is a tetraedrikus, *normális* alakúakat sorolhatjuk. A pollenszemecskék élő állománya egyenletesen, finoman szemcsézett, a sejt belsejét teljesen kitölti (I). Bennük a gömbölyű, központi helyzetű sejtmag rendszeren jól, csak kevés esetben volt kevésbé kivehető, amikor a pollenszemecske olyan helyzetben volt, hogy a fénysugarak kevésbé hatolhattak át rajta, valamelyik élén feküdt, de ebből a helyzetből elmozdítva a mag rögtön jól láthatóvá lett. A falon lécezett-

ség állapítható meg és a kissé vékonyabb falú, gyengén ki-domborodó, a *Téli aranyparmén*énél kisebb pollentömlőkilépési pórus jól megkülönböztethető. Színük sárgásbarnás, egy árnyalattal sötétebb, mint a következő fenotípus csoporté. Ennél a csoportnál olyan alcsoportokat, mint a *Téli aranyparmén*nél találtunk, megkülönböztetni nem lehet.

A *második* fenotípus csoportba sorolhatjuk a *nem normális* alakú pollenszemecskéket (1. ábra B. II). Színük világosabb, mint az első csoportba tartozóké, kissé sárgásba hajló. A szerint, hogy van-e bennük tartalom vagy nincs, kevésbé vagy jobban át-tetszők. Közöttük a következő alakokat lehet megkülönböztetni.

1. *Tojásdad* megnyúlt alakok, teljesen *tartalom nélkül*, erősen ráncos fallal (II/1).

2. Többé-kevésbé *szögletes* alakúak, faluk nem annyira ráncolt, mint az előzőké, *tartalmuk* több-kevesebb durva *rögöske*. Némelykor egyik-másik pollentömlőkilépési pórus helye még meg-állapítható (II/2).

3. *Karélyos* alakúak, faluk legkevésbé ráncos, rajtuk a pollentömlőkilépési pórusok közül egyik-másik még egészen jól kivehető, vagy helyükre egészen biztosan következtethetünk. A karélyozottság valószínűleg úgy jött létre, hogy a kissé vékonyabb fal a pollentömlőkilépési pórus helyén bemélyedt. Tartalmukból jóval több maradt meg, mint az előző alcsoportéból, de az éppolyan rögös, a faltól többé-kevésbé visszahúzó-dott. A sejtnagot kivenni nem lehet, de egyik-másik idetartozó alaknál mintha a helyén egy árnyalattal az anyag kevésbé át-tetsző volna (II/3).

Az *első* fenotípus csoportba tartozó alakok méretei 33—45  $\mu$  között, a *második* csoportba tartozóké 21—33  $\mu$  között variálnak. Az első csoportba tartozók adják tehát a közép-variánsok egy részét és az összes plus-variánsokat, a *második*ba tartozók pedig a közép- és minus-variánsokat. A *második* csoport tagjából az utolsó két alcsoportba sorolhatók 10% *KHO* kezelésre jobban duzzadnak meg, mint a tojásdadalakúak.

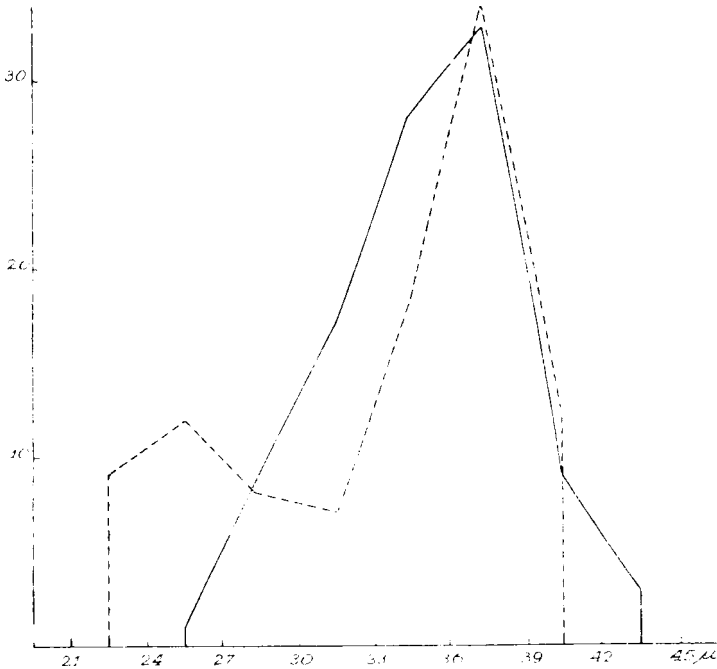
A virágpor variabilitására vonatkozó tíz vizsgálat adatai közül két egymástól eltérő variációs sort találunk az I. táblázatban (929. I. és II. jelzésű sor). Az első, 929. I-es jelzésű

variációs sor variációs terjedelme 24—45  $\mu$  között van és hét variációs osztályt tartalmaz. A második, 929. II. jelzésű sor variációs terjedelme 21—42  $\mu$  között van, tehát egy variációs osztállyal balra tolódott, de ez is, mint az előző, hét osztályt tartalmaz. Az adatok alapján kiszámítható *variációs közép* csak a 929. I. anyagnál volt megállapítható, ahol  $M=35\cdot16\pm0\cdot552$  (II. táblázat). Ez a középérték, amint látjuk, meglehetősen nagy,  $\pm0\cdot552$  középhiba mellett jellemző az anyagra, amit helyénvaló lesz leszögezni. Az adatok alapján megszerkeszthető, empirikus, variációs görbe csúcsa a 36—39  $\mu$  variációsosztályok közé esik (3. ábra), tehát egy osztállyal jobbra, mint az elméleti helye volna, meglehetősen nagymértékű, jobboldali assymetriájú. Ez a jobboldali pozitív ferdeség kifejezésre jut a kiszámított ferdeségmutatóban is ( $F'_{\text{...}}=2\cdot40$ ). Mindezek a tények arra engednek következtetni, hogy az egycsúcsú empirikus variációs görbe nem lehet tipikus jellemzője az anyagnak. Ezt a nézetet megerősíti a meredekség kitevője  $E$ , amely  $-7\cdot25$ , tehát negatív előjelű, aminek részletesebb értelmezését majd alább fogjuk látni.

A második, 929. II-es jelzésű anyag adatai alapján megszerkeszthető empirikus görbe kétsúcsú (3. ábra). Az egyik csúcs 24—27  $\mu$  variációsosztályhoz, a másik pedig 36—39  $\mu$  variációsosztályhoz esik, tehát itt bonyolultabb viszonyokkal van dolgunk, mint az elsőnél. JOHANNSEN (2) szerint az ilyen kétsúcsú variációs görbét mutató anyagot pusztán egy számmal, a középértékkel jellemezni nem lehet, hanem csak az egyes csúcsok *talppontjának (Mode)* megadásával lehet esetleges összehasonlításokra felhasználni. Az első csúcs talppontjának elméleti helye  $= Mo_I=24\cdot25$ , míg a másodiké  $= Mo_{II}=36\cdot47$  (II. táblázat). Amint a fenti adatokból kitűnik, ezen elméletileg megállapított hely valóban megfelel az empirikus görbe csúcsai helyének.

Ezek után azt kell eldönteni, hogy melyik variációs sor, illetőleg empirikus görbe és ennek alapján melyik elméleti adatok jellemzők a *Török Bálint* pollenére. Ennek megállapítására vegyük elsősorban figyelembe a 929. II-es anyag kétsúcsú görbéjét. JOHANNSEN (2) a kétsúcsú variációs görbék keletkezésére vonatkozólag több magyarázatot sorol fel, amelyek részben külső körülményekre, részben az öröklési anyagra, a genotípusra vo-

natkoznak. A külső okok között szerepelnek élettani tényezők, amelyek kiválthatják a kétsúcsúságot. Nem merném azt állítani, hogy a mi esetünkben ezeknek valamilyen szerepe volt, mert egy virágból, egymásmellől származó portokok anyaga is egyszer kétsúcsú, egyszer meg assymetrikus jobboldali ferde variációs görbét adott, ami mindig a minus-variánsok számával



3. ábra. Török Bálint pollen variációs görbéi.  
929 I. jelzésű ——— 929 II. jelzésű - - - - -

függött össze. Külsőleg az ilyen összehasonlítás céljából vizsgált portokok teljesen megegyezők voltak, egyenlő volt nagyságuk, egyformán telteknek látszottak, színük megegyezett, tehát fiziológiai, külső körülményekre a kétsúcsúságot nem merném visszavezetni. Külső körülmények között szerepelhetnek mérés technikai okok, amelyek következtében a variációs görbe kétsúcsú lesz. JOHANNSEN (2) szerint túlszűkre vett osztálmértéknél kétsúcsúság mutatkozhatik, ami tágra vett méret esetében eltűnik, illetőleg

nem lesz megfigyelhető. Minthogy minden esetben egy-egy variánsosztály  $3 \mu$  méretű volt, lévén mérőberendezéssel ez a legmegfelelőbb mérték, nem merném ezen körülménynek sem betudni a kétsúcsúságot, mert annak az állandó méretegység mellett nem lett volna szabad egyszer előtűnni, másodszor meg nem. Ellentmond továbbá a kétsúcsúság külső körülményekkel való magyarázatának az a körülmény, hogy tíz vizsgálatnál a példaképpen felhozott 929. II. jelzésű anyagon kívül csak három másik variációs sor mutatott, ha nem is olyan észrevehetően, bizonyos nyomokat a kétsúcsúságra. A többi hat variációs görbe a minusvariánsok fölé eső részében elhúzott, lassan emelkedő és ennek következtében assymetrikus volt. Kiszámított ferdeségmutatójuk ( $F$ ) szélső esetekben  $-12.03$ -t is elért, *excessusuk* pedig mindig negatív előjelű és  $-2.01$ — $8.01$  között változott. Minthogy a mondottak alapján külső okokra a kétsúcsúság megnyugtathatóan vissza nem vezethető, fel kell tételezni, hogy az csak a genotípus következménye lehet.

A kétsúcsúságban megnyilvánuló genotípus jellegzetességének tekinthetjük azt a körülményt, hogy a nem kétsúcsú empirikus görbék esetében azoknak minus-variáns eredője elhúzott volt. Ez kifejezésre jut a nagymértékű ferdeségben, amelyre fent utaltunk. Ennek következménye az, hogy az ilyen görbék elméleti variációs középértéke ( $M$ ) nem esik egybe az empirikus görbe csúcsának e helyével. Jellemző továbbá rájuk, hogy a *standardeltérés* (szórás) meghaladja a variánsosztály mértékét. JOHANNSEN (2) szerint az ilyen nagyferdeségű görbék esetében *sejteni lehet*, de véglegesen csak a genotípus vizsgálat dönti el, hogy *esetleg basztardszármazékokkal* lehet dolgunk. Esetünkben eredményesnek ígérkezik a kétsúcsúságnak a genotípusra való visszavezetése, ha a két variációs görbét (3. ábra) összehasonlítjuk és azt keressük, milyen méretű variánsok adják a 929. II. anyagban az első csúcsot. Ide tartoznak a  $21$ — $33 \mu$  variánsosztályok, tehát azok, amelyeket fenotípusuk alapján a második csoportba, a nem normálisok, léhák közé soroltunk. A  $21$ — $33 \mu$ -os variánsok közé az első, 929. I. anyagból 27 variáns, míg a 929. II. anyagból 36 variáns tartozik. Látszólag a két anyag ezen variánsai között mutatkozó különbség az oka



a kétsúcúsúság kialakulásának. Egymagában a kilenc variáns többlete nem vonhatná maga után a kétsúcúsúságot, ha az fokozatosan oszlana meg úgy, mint a 929. I. anyagban, tehát fontos a többlet mellett a minus-variánsok megoszlásának a módja is. Fontos még e mellett, amint az a két variánsor összehasonlításából kitűnik, a minus-variánsosztályok száma is. Ezek nagyobb száma mellett nagyobb a valószínűsége annak, hogy a variánsok megoszlása kétsúcúsú görbét eredményez. Erre vall az a körülmény is, hogy a már fentebb említett, nem közölt három variációs görbe minus-variánsosztályainak a száma két esetben megegyezett a 929. II. anyagéval, egy esetben pedig egy osztállyal több volt. Ez az utóbbi görbe a nagyobb terjedelem ellenére sem mutatta az első csúcst olyan kifejezetten, mint a 929. II. anyag, amelynek minus-variánsainak számától csak eggyel tért el a variánsok száma, lévén az 35, de megoszlásuk balról jobbra haladva, meglehetősen fokozatos volt. Ezen nem normális fenotípusúakat tartalmazó variánsosztályok néhány normális fenotípust is tartalmaztak; így a 929. I. variációs sorban 2, a 929. II.-ben pedig 6 normális fenotípusú volt. Feltűnő, hogy az összes vizsgált esetekben egy sem akadt, amelyben a nem normális fenotípusúak a  $33 \mu$  variációs terjedelmet meghaladták volna. A mondottak alapján tehát megállapíthatjuk, hogy a nem normális fenotípusú variánsok száma, variációs terjedelme és ezen belül a variánsok megoszlása dönti el, hogy az empirikus variációs görbe egy- vagy kétsúcúsú lesz-e. A nem normális fenotípusú variánsok keletkezése, minthogy azok a korai gon stádiumban való elhalás következtében jönnek létre, a genotípus következménye. Ezzel azután a kétsúcúsúság keletkezésének magyarázatát is megkaptuk. Azokban az esetekben, amikor az empirikus görbén a kétsúcúsúság nem állapítható meg, jó szolgálatot tesz az *excessus* ( $E$ ) kiszámítása. JOHANNSEN (2) szerint a negatív előjelű *excessus* kitevő mindig kétsúcúsúságra mutat és rendszeren már  $-2$ -nél nagyobb kitevő esetében a görbe alakján is megállapítható bizonyos jele a nem egysúcúsú görbének. Ez az  $E = -7.25$ , amint azt már fentebb is láttuk, ez az érték meglehetősen nagyobb annál, amelyet JOHANNSEN a kétsúcúsú előtűnése határértékének állít és ennek ellenére sem vehető ki a

929. I. anyag variációs görbéjén a kétsúcsúság. Ennek részletesebb magyarázatát már fentebb láttuk. Ezek szerint tehát ez a görbe kétsúcsú görbét rejt magában, valamint az itt nem közölt adatok alapján megszerkeszthető más öt asszimmetrikus görbe is, amelyek mind negatív előjelű *excessussal* bírtak. Ezek alapján tehát végeredményként kijelenthetjük, hogy a *Török Bálint* almafajta pollenének a fenotípusát kétsúcsú variációs görbe jellemzi, ami egyes esetekben a görbén határozottan megállapítható, más esetekben azonban csak bizonyos számadatok alapján, elsősorban a meredekség (*excessus*) kitevő előjeléből tudunk rá következtetni. Minthogy a kétsúcsúság okozói a sterilis pollenszemecskék, ezért az egyszersmind a genotípusnak is jellegzetes kifejezője.

Ezek után most már hozzáfoghatunk a genotípus jellegzetességének a pollentömlőfejlesztési kísérletek alapján való vizsgálatához. E kísérleteket úgy, mint a *Téli aranyparmennél*, ezzel a fajjal is cukoroldatokon és agar-agar aljzaton végeztem. A cukoroldatok 10 és 15%-osak voltak, míg PASSECKER (6) 1928-ban a legjobb eredményt 20%-os cukoroldaton kapta, addig én a 10%-oson értem el legnagyobb arányú tömlőfejlesztést, ezért azután 20% oldaton nem is kísérleteztem. A 10% cukoroldaton 75·18% pollentömlő fejlődött, amitől PASSECKER adatai igen nagy eltérést mutatnak. PASSECKER (6) első vizsgálatainak adataiból, amelyeket 10—15—20% oldatokon kapott, a kiszámítható átlag 27·71%-nak felel meg. Evvel szemben egy másik vizsgálatának (7) megállapításai alapján a *Török Bálint*-ot a nagyon alacsony (1—10%) tömlőfejlesztőképességű fajták közé sorolja. Ez a beosztás megváltozik ugyanannak a szerzőnek legutolsó (8) ezen fajtára vonatkozó adatokat tartalmazó munkájában, amelyben a közölt adatokból kiszámítható tömlőfejlesztési átlag 37%, és ennek alapján a közép-jóminőségű pollennel bíró fajták közé sorolja. Ezen különböző beosztást és kísérleti eredményeket látszólag könnyen lehetne kísérleti hibáknak betudni, ami azonban szerintem helytelen volna, mint az majd az alábbiakból kitűnik.

PASSECKER (6) első vizsgálati anyagáról azt mondja a megjegyzés rovatban, hogy «*egycetlen*». Ezen egyenetlenségre vo-

natkozólag semmiféle számadatot nem közöl. Megjegyzi továbbá, hogy a pollenszemcskék öt kísérleténél a cukoroldatban felrepedtek, máskor deformáltaknak mondja a pollenszemcskéket. Az egyenetlenséget és deformáltságot a szerző bizonyosan a *léha*, *nem normális* fenotípusú *gonsteril* pollenszemcskékre érti és igen nagy kár, hogy ezek százalékos adatát nem közli. Számlálási átlagom szerint az én vizsgálati anyagomban ilyen nem normális, *gonsteril* alak 22·49% átlagban fordult elő. Ha leszámítjuk ezt a százalékot az egész vizsgálati anyagból és az így megmaradó 77·51% normális fenotípust vesszük csak figyelembe és feltételezzük, hogy PASSECKER esetében ezen összeg 37%-a fejlesztett csak tömlőt, ami a legkedvezőbb átlagértéke a kísérleteinek, úgy az én adatom és az így kapott adatok között még mindig tekintélyes különbség mutatkozik. Nem szabad azonban ezt az eltérést sem kísérleti hibának betudni. PASSECKER (6) két kísérletére azt jegyzi meg, hogy a fejlődött tömlők »*megnyomorodottak*» («*verkrippelt*») voltak, ami annál inkább feltűnő, mert egyik esetben a pollentömlőfejlesztőképességét az anyagnak 10% cukoroldaton 40%-ban állapította meg. Évvel szemben vizsgálataimnál nagyon jól fejlett tömlőket találtam, amelyek meglehetősen gyorsan fejlődtek. Ezen gyorsaságra jellemző, hogy 100 tömlő közül 82-nek a hossza ért el két óra alatt 180  $\mu$ -t, ami óránkénti 90  $\mu$  hosszúságnak felel meg. A tömlőfejlődés csak akkor kezd alábbhagyni (a fejlődés megindulása után 7—8 órával), amikor a tömlők hossza már a 350—400  $\mu$ -t meghaladta. Ekkor már a pollenszemcske egész tartalma a tömlőbe vándorolt és sok tömlőben már megfigyelhető volt a *Téli aranyparmennél* részletesen ismertetett nekrotikus folyamatok kezdete. A tömlőfejlődés menetére és az ott megfigyelhető folyamatokra PASSECKER (6) csak annyit említ, hogy az két esetben valamivel jobb és egy esetben jelentékenyen jobb volt a fent közölt aránylag kedvezőtlen viszonyoknál. A vizsgálataim alapján szerzett tapasztalatok szerint talán csak egy esetet lehetne némileg kísérleti hibának betudni, de hangsúlyozom, hogy csak részben. Ebben az esetben a tömlők megnyomorodottak voltak, amit talán a nem elegendő párateltség vagy esetleg a nem teljesen megfelelő korú anyag idézhetett elő. Nevezetesen idősebb pollen

felhasználásánál egy esetben agar-agarnádcukor aljzaton hasonló jelenséget én is találtam. Ami a pollen korát illeti, arra vonatkozólag kísérleteim azt bizonyítják, hogy a tömlőfejlesztés időtartama jóval rövidebb, mint egyéb vizsgálati anyagaimnál, de elsősorban a *Téli aranyparmennél*. A tömlőfejlesztőképesség rövidebb ideig való megtartásával kapcsolatos rövidebb a tömlők élettartama is, amint ezt a következő adatok igazolják. Egyik készítményemben, amelyben a normális pollenszemecskék 80%-a fejlesztett nyolc óra leforgása alatt tömlőt, huszonnégyszerrel később alig akadt már tömlő, amelynek a tartalma ki ne ömlött volna; legfeljebb csak a később fejlődött, rövidebbekben volt még meg a tartalom. Ezt bizonyítja az a körülmény is, hogy az ellenőrzési kísérletek végzésére eltett, szárazon tartott vizsgálati anyag portokjaiból készített praeparatumokban a begyűjtés után nyolc nappal alig volt tömlőfejlődés megfigyelhető. A megszámlált 500 normális fenotípusú pollenszemecske közül csak kettő fejlesztett 30  $\mu$  hosszú tömlőt, de már ezekben is jól kivehetőek voltak a nekrotikus folyamatok határozott jelei. Ugyanezen 500 pollenszemecske közül 60%-on kis dudor volt a pollentömlők kilépési pórusok egyikénél megfigyelhető, de tömlő nem fejlődött. Ezek szerint tehát megállapíthatjuk, hogy a *Török Bálint* pollene átlag nyolc napig tartja meg pollentömlőfejlesztőképességét. A természetben valószínűleg ez még rövidebb ideig tart, mert ott a hőmérséklet és nedvességi viszonyok nem olyan egyenletesek, mint vizsgálati anyagom eltartásánál voltak.

A pollentömlőfejlesztési kísérletek számszerű eredményeit ugyanazon szempontok szerint, amint azt a *Téli aranyparmen* fajtánál láttuk, következőképpen lehet áttekinthetően összeállítani:

100 pollenszemecskéből fenotipikusan:

normális ... = 77.51 %; gonsteril = 22.49 %,  
 a fenotipikusan normálisból *aktív (fertilis)* = 75.18 %, ezt levonva  
 marad genotipikusan *inaktívok* ... = 2.33 %.

Fenotipikusan *gonsteril (léha)* ... = 22.49 %, ehhez hozzáadva  
 genotipikusan *inaktív* ... + 2.33 %, kapjuk  
 az összesen *sterileket* ... = 24.82 %.

*Fertilis (aktív)* ... = 75.18 %.

Ismerve ezen számadatokat, nézzük most már, minő *gon*, illetőleg *faktoriális* szerkezet mellett lehet ezen adatoknak megfelelő mennyiségű és minőségű gametákat, illetőleg gonokat találni! Ha csak saját adataimat, illetve közülök a 22·49% gonsteril alakot vesszük számításba, úgy esetleg ezen adatot könnyen meg lehetne magyarázni *dibasztard*, két *recessiv*, *letalis* faktort tartalmazó szülő genotípusának a feltételezésével. Az ilyen genotípus mellett fejlődő 25% elméleti gonsterilek számát a mi gonsterileink száma meglehetősen megközelíti. Ezen az alapon azonban nehezen lehetne PASSECKER közölt adatait az én eredményeimmel összhangba hozni; vagy pedig a mutatkozó különbségeket kénytelenek volnánk tényleg kísérleti hibáknak betudni. Erre pedig semmi pozitív alapunk nincs. Ugyancsak nem volna megmagyarázható az sem, hogy a 929 II. vizsgálati anyagunkban miért, illetőleg hogyan keletkezett 30% gonsteril alak, mert ennyinek nem lett volna szabad keletkezni. Ezek alapján nincs más hátra, mint ez esetben is feltételezni, hogy több letalis faktort tartalmazó szülő leszármazottai ezek a gonok. *Tribasztard* esetében a gonsterilek lehetséges száma, ha három letalis faktor okozza a letalitást: 12·5%, vagy ha ezekhez hozzávesszük még a két letalis faktornak elhalását is, úgy az:  $12\cdot5\% + 37\cdot5\% = 50\%$ , ami megint jóval nagyobb eredményüknél. Ezek szerint tehát nem valószínű, hogy a *Török Bálint* fajta tribasztard volna letalis faktorait illetőleg. Feltételezve, hogy tetrabasztard, mint amilyenek nagy valószínűséggel a *Téli aranyparmen* bizonyult, úgy négy letalis faktor fordulhat elő a gonok 6·25%-ában, három letalis faktor van 25·00%-ban, tehát gonsteril keletkezhetik összesen: 31·25%. Ez az összeg összeállításunk 22·49%-os gonsteril átlagától 8·76% eltérést mutat, de igen nagy mértékben megegyezik a 929. II. tipikusnak talált vizsgálati anyagunk 30%-os gonsterileinek számával. A nagy különbség az elméleti lehetőség és az átlag között, amint az majd az alábbiakból ki fog tűnni, eltüntethető lesz; ekkor tehát nagy a valószínűsége a szülő tetrabasztard voltának. Ha nemcsak a gonsterileket, hanem a genotipikusan *inaktívokat* is figyelembe vesszük, úgy ezeknek az összege, vagyis az összes *sterilis, léha* pollenszemecskék száma: 24·82%. Ez az

összeg a négy és három letális faktort tartalmazó gonok elméleti lehetőségétől, a 31·25 %-tól 6·43 % eltérést mutat a *fertilis* pollen-szemecskék javára. Ezen különbség megmagyarázására, úgymint a *Téli aranyparmennél* is két lehetőség van. Az első szerint a 6·43 %-os eltérést számítástechnikai hiba idézte elő. A másik lehetőség, hogy a három letális faktort tartalmazó gonokban a faktor kombináció egyes esetekben nem vonja maga után a letalitást. A számítástechnikai hibának ellentmond az a tény, hogy a 929. I. jelzésű vizsgálati anyag variációs középértéke:  $M = 35·16 \pm 0·552$ , tehát ennek kiszámításánál  $\pm 0·552$  hibát követtünk el. Minthogy ez a hiba nemcsak ennek a középértéknek, hanem másoknak számításánál is elkövethető volt, azért feltételezhetjük, hogy a sterilis alakok átlagának kiszámításánál is elkövettük. Ezen az alapon azonban a 6·43 %-os eltérésnek legfeljebb 1 %-át lehetne megmagyarázni. Mehetünk még tovább is. Ha lehetséges volna ilyen variációs középérték kiszámításával a 929. II. anyagunkat is jellemezni, — ami JOHANNSEN (2) szerint teljesen irreális, mert kétszűcsű variációs görbét nem jellemzi tipikus középérték — úgy kiszámítva ezen irreális középértéket,  $M = 33·39 \pm 1·017$ , kapnánk. A két variációs sor középértékeinek különbsége, amit  $m$ -el szokás jelölni, tehát  $m = 1·77 \pm 0·582$ . Ennek alapján a legnagyobb lehetőséget  $1·77 + 0·582 = 2·352$  véve figyelembe, a 6·43 % különbségből még mindig 4·078 % megmagyarázhatatlan különbség. Ezek szerint tehát számítástechnikai hibának betudni a talált és az elméleti lehetőség között mutatkozó különbséget nem lehet. Ebből viszont az következik, hogy a második lehetőség a valószínűbb, amely szerint a mutatkozó különbség a *genotipikus konstitúció* következménye. Ezt valószínűvé teszi az a körülmény, hogy négy letális faktorú tetrabaszterl szülő esetében a gonok 6·25 %-ában lesz más-más faktorkombináció. Ez az összeg pedig nagyon megközelíti a 6·45 % különbséget, amittől csak 0·20 %-ban tér el, ekkora hiba pedig valószínűség, illetőleg átlagszámításnál megengedhető. Az elméletileg 6·25 % meddőnek fertilissé válását, amint az a *Téli aranyparmennél* is láttuk, kétféleképpen lehetne megmagyarázni. Az egyik magyarázat a faktor kicserélődés volna, aminek a valószínűségét, mint arra már régebben rámutattunk, bizonyítani nem tudjuk. Sokkal

valószínűbb a második lehetőség, amely szerint a három letális faktorú kombinációkban a letális faktorok hatását a velük együtt levő *dominans* faktorok *ellensúlyozzák*. Valószínűvé teszi ezt nemcsak a fentemlített számbeli nagy megegyezés, hanem még sok más körülmény. Hogy csakugyan ilyen bizonyos faktor-kombinációk mellett lehetséges a letális faktorok hatásának ellensúlyozása (ami megint máskor nem lesz lehetséges még akkor sem, ha nem négy vagy három, hanem kettő, esetleg csak egy letális faktor fordul elő), az szerintem egész szépen kitűnik PASSECKER (6, 7, 8) vizsgálatainak már fentebb közölt adataiból. Csakis így lehetséges, hogy ez a szerző olyan igen eltérő pollentömlőfejlesztési százalékokat kapott. Vizsgálatainál nemcsak azok a gonok nem fejlesztettek tömlőt, amelyekben négy vagy három letális faktor volt, hanem azok sem, amelyekben két recessív letális faktor fordult elő, sőt kétségtelen, hogy első (6) kísérleteinél még az egy letális faktorú kombinációk is inaktívoknak bizonyultak. Így került azután az első beosztásában a *Török Bálint* azon fajták csoportjába, amelyek csak 1—10% pollentömlőfejlesztőképességgel bírnak. Hogy csakugyan így állhat a helyzet a dominans és recessív faktorok hatását illetőleg, azt igazolni lehet a következő szám adatokkal. A négy és három letális faktort tartalmazók okozzák a korai gon stádiumban a letalitást; az ilyen alakok száma: 31·25% elméleti lehetőségnek felel meg. Ezekhez járul a két letális faktort tartalmazó kombinációk 37·5%-a, amelyeknek letalitása azonban csak a késői gon stádiumban nyilvánul meg. Ezek szerint az összes sterilek száma  $31·25\% + 37·5\% = 68·75\%$ , amikor az összes lehetséges fertilisek száma: 31·25%, amely összeg 5·75%, tehát egy kombinációs lehetőség 6·25%-ot nagyon megközelítő eltérést mutat PASSECKER 37%-os átlagától. Ezek szerint valószínű, hogy PASSECKER ezen vizsgálatánál a két letális faktort tartalmazó kombinációk egyik csoportjában a letális hatást a dominans faktorok ellensúlyozták. Vagy fordítsuk meg ezen számításunkat. Négy dominans faktor esetében egy letális faktor sem található, amint azt a *Téli aranyfarmennél* közölt összeállításból láthatjuk, ez az esetek 6·25%-ában egy letális faktor van 25%-ban, két letális faktort tartalmazó kombináció egyszeri lehetősége: 6·25%.



Összeadva ezeket a lehetőség, elméleti adatokat, összegük = 37·50%, ami 0·50% eltérést mutat PASSECKER 37%-os átlagától, ez az eltérés pedig olyan kicsi, hogy az elméleti adatokat a kísérleti adatokkal megegyezőnek tekinthetjük. Mint láttuk, tetrabasztard szülőtől való származással PASSECKER két számadatát sikerült meglehetősen nagy valószínűséggel, kis hibával teljesen elfogadható módon megmagyarázni. Nem szabad elfeledni, hogy PASSECKER rendelkezésemre álló adatai olyan variációs statisztikai, számítási módszerekkel való dolgozást, amilyen saját vizsgálati adataim felhasználásával lehetséges volt, nem tettek lehetővé, hanem kevésbé pontos átlagszámítással lehetett csak belőlük valamit kihámozni. Ha, mint láttuk, ilyen tökéletlen módszerrel való számítás mellett is, amikor a hibalehetőség nagyobb, olyan megegyező eredmények voltak elérhetők: akkor bizonyára megfelelőbb adatok felhasználásával még a kevés mutatózó hibát is jobban csökkenteni lehetett volna.

A dominans faktoroknak a letalis faktorokat ellensúlyozó hatása mellett bizonyít az a körülmény, hogy csak megfelelő korú pollen adott jó pollentömlőfejlesztési eredményt. Az alig felnyílt portokok gonjaiban legnagyobb mértékű a dominans faktorok ellensúlyozó hatása. Minél régebbi a pollen, annál jobban csökken benne ez az ellensúlyozó hatás. E mellett szól végeredményben az a fent már leszögezett körülmény is, hogy a pollentömlőfejlesztőképesség aránylag rövid ideig tart. Az ilyen állott pollenek, egyszersmind idősebb gonoknak rövid a tömlője. Az állás, illetőleg öregedés folyamata alatt kétségtelenül olyan kémiai-fizikai változások mennek végbe a gonban, amelyek a dominans faktorok hatásának ellensúlyozó képességét fokozatosan csökkentik és végül a teljes letalitáshoz vezetnek. A változás előbb fog bekövetkezni azokban a gonokban, amelyek több letalis faktort tartalmaznak, később azokban, amelyekben kevesebb ilyen faktor van. Számadataink alapján világos az is, hogy egyenlő mennyiségű letalis faktor mellett bizonyos kombinációkban előbb kell bekövetkezni a letalitásnak, mint más kombinációk mellett.

Végeredményben számadatainkból következik az is, hogy minél több a faktorok száma, amivel vele jár a többféle kom-

binációs lehetőség is, annál nagyobb ingadozásokra lehetünk elkészülve nemcsak a genotípus megnyilvánulásában, hanem a fenotípus variabilitásában is.

Mindezek alapján a *Török Bálint* fajtára vonatkozó vizsgálatok eredményeit a következőkben összegezhetjük:

1. A fajta virágporának fenotípusát vagy assymetrikus, vagy kétesúcsú variációs görbe jellemzi. A kétesúcsúság, ha nem is állapítható meg egyszerű rátekintéssel, mindig kimutatható a negatív excessus kitevő alapján. A kétesúcsúság tipikus kifejezője a genotípusnak.

2. Számadataink alapján nagyon valószínű, hogy a *Török Bálint* almafajta is éppúgy, mint a *Téli aranyparmen*! legalább is négy, recessív letális faktort tartalmazó tetrabasztard. A domináns faktorok a recessív letális faktorokat a gonok életkora szerint különböző mértékben ellensúlyozzák. Ezt mutatják úgy vizsgálati adataink, mint PASSECKER megállapításai is.

3. Tekintettel a négy, recessív letális faktoron alapuló, rövid ideig tartó pollentömlő fejlesztőképességre, úgy mesterséges, mint természetes keresztezéseknél a kötéseredmény csakis fiatalabb, nemrég felnyílt portok pollenének felhasználásával lesz eléggé kielégítő. Ebből következik, hogy ha virágzaskor a megporzásra nincs meg a gyors lehetőség, úgy e fajta pollenének a hatása nem kielégítő.

4. Gyakorlati szempontból a *Török Bálint* virágpora a *Téli aranyparmen*énél jobb, de változó jóminősége alapján a fajtát a közepes minőségű pollenadó fajták közé kell sorolni, amit legfeljebb nagy pollentömege ellensúlyoz.

#### IV. Batul.

A magyar föld ezen ismeretlen eredetű, ANGYAL (14) szerint edzett, betegségtől mentes, korán és bőven termő fajtájának, amelyről semmiféle külföldi forrásmunkában adatot nem találtam, a pollenét úgy 1929-ben, mint 1930-ban vizsgáltam. Vizsgálati anyagom JANCsik MIHÁLY tanár aszódi gyümölcsösében levő, körülbelül 25—30 éves, egészséges, jól fejlett és évenként bőven termő fájáról való. Tárgyalásaimat evvel a fajtával kellett volna



kezdeni, mert vele legtöbbet foglalkoztam, de ettől kénytelen voltam eltekinteni, mert semmiféle más vizsgálat, mint a magamé, erről a fajtáról nem állott rendelkezésemre.

Az 1929. évi vizsgálati anyagot május hó 12-én gyűjtöttem azon szempontok figyelembevételével, amelyeket már a többi fajták anyagbegyűjtésénél követtem. Az 1930. évi anyag ugyan-ezen elvek szerint április hó 28-án került begyűjtésre. Mindkét esetben a fa legszebb virágzásban volt, a két hét időkülönbséget a viritásban az 1929. évi késői kitavaszkodás teszi megérthetővé.

A kellő fejlettségű portokokból származó pollen fenotípusa első pillanatra mintha valamivel jobbnak, egyenletesebbnek látszott volna, mint az előző két fajtáé. A fenotípus alapján ezen fajta virágporában is két csoportot lehet jól megkülönböztetni (1. ábra C).

Az *első* (I) csoportba sorolhatjuk a tetraedrikus *normális* alakú pollenszemecskéket. Ezek cytoplazmája, sejtmagja ugyan-olyan volt, amilyennek a *Téli aranyparmén*, illetőleg a *Török Bálint* fajták normális pollenszemecskéinél láttuk. Közöttük nem lehetett olyan határozottan megnyúlt és zömök alakokat megkülönböztetni, mint a *Téli aranyparmén*nél. Egyes pollenszemecskéken egyik pollentömlőkilépési pórus mintha valamivel nagyobb lett volna, azonban nem olyan feltűnően, hogy annak alapján alcsoportok felállítása lehetséges lett volna. Ellenben lehetséges volt ilyen alcsoportok megkülönböztetése a cytoplazma minősége alapján (1. ábra C. I).

1. Ebbe az első alcsoportba a *teljesen épnek látszó*, finoman szemcsézett, nagy sejtmagú, *világos sárgaszínű* alakokat lehet sorolni.

2. A második alcsoportba azok tartoznak, amelyeknek sejtmagja nem volt olyan nagy, mint az előzőké, mintha náluk a mag nehezebben kivehető lett volna. Egyik-másik pollentömlőkilépési pórus mellett a plazma kissé jobban áttetsző volt, de egyébként teljesen kitöltötte a sejt belvilágát. A cytoplazma nem volt rögzösebb, mint az előző alcsoportnál, mégis mintha valamilyen *zavarosság* látszott volna rajtuk, színük ugyanolyan, mint az előzőké. Ezek az alakok 10% *KHO*-val kezelve éppolyan mértékben duzzadtak meg, mint az előzők, ilyenkor mintha

cytoplazmájuk rögzesebb lett volna és még jobban feltűnt annak zavarossága, kevésbé áttetszők voltak, mint a teljesen ép cytoplazmájúak.

Ebbe a két alcsoportba sorolhatók a közép-variánsok, amelyeket túlnyomólag a második alcsoportba tartozók adtak, és a plus-variánsok.

A *második* (II) fenotípus csoportba tartoznak a *nem normális* alakúak (1. ábra C. II). Közöttük tartalom és alak szerint a következő alcsoportokat lehet megkülönböztetni:

1. A normális alakúaknál kisebbek, a pollentömlőkilépési *pórusaik kevésbé domborodnak ki*, de még gyengén kivehetők, egyik-másik esetben egy-egy pórus már mintha bemélyedni kezdett volna. A cytoplazmájuk többé-kevésbé rögzös, a pórusok tájáról esetleg a fal egyes helyeitől is *visszahúzódott*. Ha ez a visszahúzódás határozottan meg nem állapítható, úgy a fal mentén cytoplazmájuk jobban áttetsző. A *sejtmagnak nyomát sem találjuk* bennük. 10%-os *KHO*-val kezelve sokkal kisebb mértékben duzzadnak meg, mint az első csoportba tartozók és a pollentömlőkilépési pórus mintha teljesen beleolvadna körvonalkukba. Ilyen állapotban a cytoplazma rögzössége határozottan jól kivehető (1. ábra C. II/1).

2. A második (II/2) alcsoportba sorolhatók a *gömbölydedek* igen kevés, durván rögzös tartalommal. Faluk *ránco*s, majdnem teljesen átlátszók,

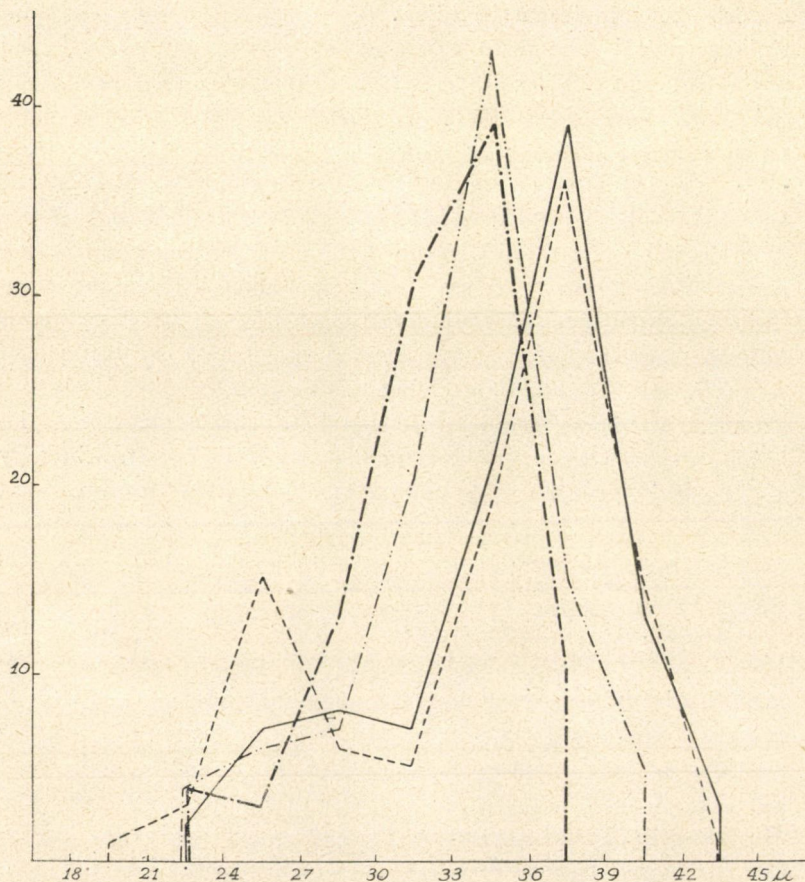
3. A harmadik (II/3) alcsoportba a tojásdadalakú, teljesen tartalom nélküliek sorolhatók. Faluk erősen ráncos, zsugorodott, 10% *KHO* kezeléssel legkevésbé duzzadnak meg.

Ebbe a második (II) fenotípus csoportba sorolhatók adják a minus-variánsokat és néhány közép-variánst, méretük 18—33  $\mu$  között variál mindkét évfolyam anyagában.

Mindkét évfolyam vizsgálataiból két-két variációs sort találunk az I. táblázatban. Itt is, mint az előző esetekben, olyan variációs sorokat választottam, amelyek leginkább eltérnek egymástól, tehát feltétlenül jellemzők az anyagra.

A 929. I. jelzésű variációs sor variációs terjedelme, variabilitása 21—45  $\mu$  közé esik, egy variánsosztállyal a minus-variánsok felé kisebb a terjedelme, mint a másik közölt variációs

sornak. Az ezt a sort adó adatok alapján megszerkeszthető, empirikus variációs görbe (4. ábra) minusz-variáns részén, a 21—33  $\mu$  variánsosztályig lassan emelkedik, elhúzott, tehát asszimetrikus.



4. ábra. Batul pollen variációs görbéi.

929 I. jelzésű — 930 I. jelzésű - · - · -

929 II. jelzésű - - - 930 II. jelzésű - - - -

A 27—30  $\mu$  variánsosztálynál egy kis, gyenge kulminációs pontot találunk. Szigorúan véve, ezt a kis kiemelkedést lehetne az első csúcsnak tekinteni, minthogy az meglehetősen alacsony, mert csak egy variáns hozza létre, azért a görbe kétesúcsúságát

illetőleg lehetnek kételyeink. E kételyek eloszlatására azonban elegendő a *meredekség*, *excessus* kitevőt kiszámítani,  $E' = -9.66$ . Minthogy a kitevő előjele negatív, semmi kétségünk sem lehet a görbe kétesúcsúságát illetőleg. Tehát egy középértékkel, mint tipikus adattal jellemezni ezt a variációs sort nem lehet. Abban az esetben, ha említett kételyek figyelmen kívül hagyásával kétesúcsúnak tekintjük a variációs görbét, úgy az első csúcs talppontja:  $Mo_I = 27.12$ , míg a másodiké  $Mo_{II} = 36.46$ , ami csakugyan meg is felel az empirikus görbe alakjának (I. II. táblázat) és a csúcsok helyének. Ezek alapján leszögezhetjük, hogy a 929. I. számú vizsgálati anyagot kétesúcsú variációs görbe jellemzi. Megjegyzendő, hogy a vizsgálati adataim alapján megszerkesztett variációs görbék közül csak négy ilyen, vagy ehhez nagyon hasonló görbe akadt, amikor egész határozottan a kétesúcsúságot kivenni nem lehetett. Minden esetben megvolt azonban a minusz-variáns részfeletti elhúzott szakasz és a kiszámított-*excessus* kitevő mindig negatív előjelű volt. Minthogy a 929. évi anyagból 20 variáns sor adatait állítottam össze, tehát az esetek  $\frac{1}{5}$  részében lehetünk elkészülve arra, hogy az első kulminációs pontja az empirikus görbének nem lesz szembetűnő.

A 929. II. jelzésű vizsgálati anyag variációs terjedelme  $18-45 \mu$  közé esik. Az adatok alapján megszerkeszthető empirikus görbén jól meg lehet állapítani a kétesúcsúságot. Az első csúcs a  $24-27 \mu$  variánsosztályhoz esik és körülbelül fele magasságát éri el a második, a  $36-39 \mu$  variánsosztályhoz eső csúcsnak. Az első csúcs talppontja  $Mo_I = 24.8$ , a másodiké pedig  $Mo_{II} = 36.47$ , tehát az empirikus helye ezen pontoknak egybeesik az elméleti helyükkel (4. ábra). Amint már fentebb említettük, a 929. évi vizsgálati anyag adatainak alapján megszerkeszthető variációs görbék túlnyomó része ilyen kétesúcsú görbe, tehát leszögezhetjük, hogy ezen alak jellemző a *Batul* 929. évi pollenének fenotípusára.

A 930. évi vizsgálati anyag variabilitása kisebb mértékű, mint az előző évié volt, mert az utóbbinál a variációs terjedelem nyolc, illetőleg kilenc variánsosztály volt, míg a 930. évi anyagé 6, illetőleg hét osztályra terjedt. A legkisebb variabilitást

a közölt adatok közül a 930. I. jelzésű anyag mutatja; ugyanilyen terjedelmű és az egyes variánsosztályok számadataival nagyon megegyező variációs sor a megvizsgált esetek közül csak még egy akadt, a többi nyole variációs sor inkább a 930. II. variációs sorral mutatott megegyezést. Ezek alapján tehát itt is az anyag  $\frac{1}{5}$  részének volt kisebb mértékű elütő variabilitása, mint a többi  $\frac{4}{5}$  résznek, amiben bizonyos szabályosság, jellegzetesség látszik rejleni. A 930. I. jelzésű vizsgálati anyag variációs terjedelme  $21-39 \mu$  között mozgott (I. táblázat). A variációs sor számadatai alapján egycsúcsú, assymetrikus variációs görbe szerkeszthető meg (4. ábra), amelynek minus-variánsok fölé eső részén egy kis vállat találunk. Ezen a részén a görbének egy kis bemélyedést találunk a  $24-27 \mu$ -os osztálynál, majd a görbe meglehetősen meredeken emelkedik és  $33-36 \mu$ -os osztálynál éri el tetőpontját és utána meredeken végződik. Ezen görbének az adatokból kiszámítható elméleti középértéke:  $M=32.34 \pm 0.519$ , amely értéktől az empirikus görbe csúcsa egy variánsosztállyal jobbra fekszik, tehát az elméleti számadat nem lehet jellegzetes erre a sorra. Hogy itt nem egy normális egycsúcsú görbével van dolgunk, arra nemcsak ezen meg nem egyezés és az assymetria figyelmeztet, hanem az osztályméretet  $2.19$  egységgel meghaladó standard eltérés ( $\sigma^x = \pm 5.19$ ) is. A görbe kétesúcsúságát egészen határozottan mutatja a negatív előjelű excessus kitevő ( $E = -7.46$ ). Ennek alapján (akkor is, ha a minus-variánsoknál mutatkozó süllyedést nem merjük az első csúcs jobb-oldali részének betudni) minden kétséget kizárólag megállapíthatjuk, hogy ennek az anyagnak a fenotípusa is egy kétesúcsú variációs görbét rejt magába. Az első csúcsnak a nem tipikus kialakulását a minus-variánsok irányában való kis variációs terjedelemnek, más szóval a minus-variánsok kevés számának lehet betudni.

A 930. II. jelzésű vizsgálati anyag variációs terjedelme  $21-42 \mu$  közé esik, tehát az előzőnél egy osztállyal nagyobb, míg 929. vizsgálati anyagnál egy, illetőleg két osztállyal kisebb. Amint fentebb már említettük is, ez a variációs terjedelem volt az anyagra inkább jellemző 930-ban, mint a 930. I. jelzésű anyagé. Az adatok alapján megszerkeszthető empirikus görbe



4. ábra) baloldala, a minusz-variánsok feletti része itt is elhúzott, nagyon hasonlít a 929. I. jelzésű anyag görbéjéhez, csak kulminációs pontot ezen a részen nem találunk. A közép-variánsok szakaszában ez a görbe is meredeken emelkedik és az összes közölt görbék közül legnagyobb magasságát a 32—36  $\mu$  variánsosztálynál, tehát ugyanott, ahol a 930. I. anyag, éri el és utána meredeken végződik. Az adatok alapján kiszámítható variációs középérték  $M=33\cdot21 \pm 0\cdot579$ , ami teljesen megfelel az az empirikus görbe csúcspontja helyének annak ellenére, hogy a görbe asszimetrikus. Figyelembevétel a túlnagy standard eltérést  $\sigma^x = \pm 5\cdot79$ , ami egy variánsosztály méretét még nagyobb mértékben haladja meg, mint az előző anyagnál, a középérték ellenére sem lehet ezen görbét az anyag fenotípusa tipikus és állandó kifejezőjének tekinteni. Újból csak az excessus kitévő ( $E = -15\cdot58$ ) dönti el, hogy ebben a görbében is egy kétsúcúsú görbe lappang, amint azt a negatív előjel biztosan mutatja. A rejtett kétsúcúsúság okának keresése itt is felesleges, hisz csak össze kell hasonlítani a közölt négy variációs sort (I. táblázat), mindjárt kitűnik, hogy mi annak az oka. Tehát a 930. évi vizsgálati anyagot is kétsúcúsú variációs görbe jellemzi. Végeredményben tehát a variációs statisztikai vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a *Batul* pollenének a fenotípusát is úgy, mint azt a *Török Bálint*nál kimutattuk, kétsúcúsú variációs görbe jellemzi, de némelykor a kétsúcúsúság csak bizonyos számadatok alapján mutatható ki. Figyelembevétel a fent mondottakat, tipikus kétsúcúsú görbét a vizsgált esetek 46·66%-ában remélhetünk csak, máskor az excessus kitévő alapján kell eldönteni annak rejtett megnyilvánulását.

Mínthogy két különböző évfolyam, tehát egymástól bizonyára nagyon elütő külső életkörülmények között fejlődött pollenanyag vizsgálati adatai alapján mindig kimutatható volt a kétsúcúsú variációs görbe, azért jogosan feltételezhetjük, hogy a kétsúcúsúság az anyag genotípusának a jellegzetes kifejezője. Ezt a feltételt azonban csak a genotípus vizsgálatára irányuló pollentömlőfejléstési kísérletek eredményeinek mérlegelése után lehet igaznak elfogadni, tehát a következőkben ezekkel kell részletesebben foglalkozni.

Közbevetőleg meg kell említeni, hogy a *Batul* pollene is a cukoroldaton jobb eredményeket adott, mint az agar-agar nádcukoraljzaton. Első pillanatra nehéz volna eldönteni, hogy tényleg a nádcukoraljzatnak adjunk-e előnyt, ugyanis egy esetben pld. 77 %-a a pollenszemecskéknek fejlesztett tömlőt, míg az agar-agar nádcukron egy esetben 78·26 %. Az átlag azonban a nádcukoroldat oldalára billenti a mérleget, amennyiben 1929-ben ezen a pollenszemecskék 68·19 %-a, 1930-ban pedig 75·36 %-a fejlesztett tömlőt, holott az agar-agaron az átlag 1929-ben 62·14 %, 1930-ban pedig 69·71 % volt. A pollentömlők hossza meglehetősen megegyezett mindkét anyagon, mindkét évfolyamban, amennyiben a fejlődés befejeztével mérve, hosszuk 1520—1584  $\mu$  között mozgott. De ennek ellenére is a cukoroldatot kell jobbnak tekinteni, mert egyrészt rajta indult meg előbb a tömlőfejlődés és másrészt ezen az aljzaton tartották meg a tömlők épségüket legtovább. Kitűnik ez onnan, hogy az agar-agar nádcukoraljzaton a fejlődés megindulása után 48 órával már a tömlők 68·16 %-ának tartalma vagy kiömlött, vagy a nekrotikus jelek már feltűnően megfigyelhetők voltak rajtuk, ellenben a tiszta nádcukoroldaton ilyen állapotban csak 42·5 %-a volt a tömlőknek, a többi épnek látszott. Az utóbbi aljzaton 60 óra eltelte után még mindig 30·69 % tömlő épnek látszott, míg az agaron alig lehetett már egy-kettőt ilyent találni. Ugyanezt az előnyt bizonyítja az is, hogy a nádcukron nemcsak a fejlődés indult meg előbb, hanem az említett hosszat is hamarabb érték el a tömlők, amennyiben 19 órával a praeparatum elkészítése után már legnagyobb része a tömlőknek az 1500  $\mu$  hosszat meghaladta, míg az agar-agar nádcukoron csak 36 óra múlva érték ezt a hosszat a tömlők el.

Ezen kitérés után visszatérve a pollentömlőfejlesztési kísérletekhez, azok eredményeit áttekinthetően csoportosítva a következőkben lehet összefoglalni.

Az 1929. évi vizsgálati anyagban :

100 pollenszemecskéből fenotipikusan :

normális — — — = 83·46 % ; gonsteril — — — 16·54 %,  
 a fenotipikusan normálisból *aktív* (*fertilis*) = 68·19 %, ezt levonva  
 marad a genotipikusan *inaktív* — — — = 15·27 %.

Fenotipikusan <i>gonsteril</i> (léha) .....	16·54 %	ehhez hozzáadva
genotipikusan <i>inaktívok</i> .....	== + 15·27 %	
összesen <i>sterilisek</i> .....	== 31·81 %	
<i>Fertilis</i> (aktív) .....	== 68·19 %	

Ugyanezen adatok az 1930. évi vizsgálati anyagra vonatkozólag a következők:

100 pollenszemeeskéből fenotipikusan:	
<i>normális</i> .....	== 87·45 %; <i>gonsteril</i> = 12·55 %
a fenotipikusan <i>normálisból aktív</i>	
( <i>fertilis</i> ) .....	== 75·36 %, ezt levonva
marad a genotipikusan <i>inaktív</i> .....	== 12·09 %
Fenotipikusan <i>gonsteril</i> (léha) .....	== 12·55 %, ehhez
hozzáadva a genotipikusan <i>inaktívok</i> .....	== + 12·09 %
összesen <i>sterilisek</i> .....	== 24·64 %
<i>Fertilis</i> (aktív) .....	== 75·36 %

Ugyanolyan megfontolások alapján, amint azt az előző két fajtánál tettük, keressük meg azt a faktoriális összetételt, amely mellett a *gonsteril* alakok a 929-es anyagban 16·54%-ban, a 930-asban pedig 12·55%-ban fejlődhetnek. Az utóbbi 12·55% mennyiség három letális faktort tartalmazó szülő esetében nagyon könnyen létrejöhét olyan módon, hogy a három letális faktort tartalmazó gonok pusztultak el a korai gon stádiumban. Ezeknek a száma elméletileg 12·50%, ami csak 0·05% eltérést mutat a 930. évi *gonsteril*ek számától. Hacsak a 930. évi vizsgálati anyag adatai alapján alkotnánk meg véleményünket, úgy könnyű dolgunk volna, de ezen az alapon, hogy egy tribasztard szülővel van dolgunk, nem lehetne megmagyarázni a 929. évi 15·53% *gonsteril*t. Tekintve, hogy egy fáról származó anyag adatai a közölt számok, továbbá a *gonsteril*ek létrehozásánál a legfontosabb, mondhatnók az egyedül döntő szerepet a genotípus játssza, tehát több letális faktort tartalmazónak kell a genotípusnak lenni, mert csak így lehet megnyugtatóan a két különböző számadatot megmagyarázni.

Négy letális faktorú *tribasztard*nak tételezve fel a *Batul*-t, a gametáknak, illetőleg gonoknak 6·25%-ában lesz négy letális faktor, míg 25%-ban három, amelyek négyféle kombinációban fordulhatnak elő, tehát egy kombinációs lehetőség = 6·25%.

Tehát akkor a 930-as anyag 12·55% gonsteril alakjai a négy és a háromfaktorú kombinációs lehetőség egyik csoportjának letalis hatására jöttek létre, amelyeknek összege = 12·50%. Ez az elméleti lehetőség nagymértékű megegyezést mutat a talált számadattal, amelytől 0·05%-ban tér csak el, ami valószínűség-számításnál alig számbavehető eltérés. A 929. évi 16·54% gonsteril alakok létrehozásában a négyfaktorú csoport mellett még két-három letalis faktor kombinációs lehetőség működött közre a fenti százalék létrejöttében. Ilyen alapon elméletileg 18·75% gonsterilnek kellett volna létrejönni, ami 2·21%-al több, mint a kísérletileg talált összeg. Ezen eltéréstől arra következtetünk, hogy a három letalis faktorú kombinációk részben a késői gonstádiumban is éreztetik bizonyos kombinációkban hatásukat, nemcsak a korai gonstádiumban. Ez világosan kitűnik a 930. évi anyag adataiból, ahol a három letalis faktorú kombinációkból egy a korai gonstádiumban, majd kettő pedig a késői gonstádiumban vonja maga után az elhalást és így jön létre a 24·65% steril mennyiség, ami elméletileg 25%-nak kellene lenni. A három letalis faktorú kombináció letalis hatása még világosabban kitűnik a 929-es anyag 31·81% sterilis mennyiségénél. Elméletileg négy- és háromfaktorú gonstádium lehetősége = 31·25%, amitől a kísérleti adatunk 0·56% eltérést mutat.

Hosszadalmas volna ezen számbeli jellegzetességek mellett még sok más ilyen adatot felsorolni, amelyek mind a mellett bizonyítanak, hogy nagy a valószínűsége a *Batul* négy letalis faktort tartalmazó tetrabasztard voltának. Csak még a következő adatot említem. Egy külön erre a célra végzett vizsgálat esetében a legkorábbi gonstádiumban elpusztult, a mellékelt 1. ábra C. képén II/3 és II/2 jelzésű alakok 7%-ot adtak, ami igen közel áll a négy letalis faktorú gonstádium elméleti összegéhez. Ugyanekkor a II/1 alakoknak megfelelő, tehát a korai gonstádium valamivel későbbi szakaszában elhalt, még némi tartalommal bíró gonstádium száma: 6·32% volt.

A mondottak alapján a *Batul* esetében is kimutatható volt, amint azt az előző két fajtánál is láttuk, hogy a letalis faktorok hatásában bizonyos fokozatosság volt, vagy amint egyes örökléstan kutatók mondják, *semi-*, illetve *sub-letalisak* voltak bizo-

nyos kombinációkban. Ez a fokozatosság megnyilvánult a tömlő-fejlesztőképességet, illetőleg annak időtartamát kifejezésre juttató számadatokban is. Vizsgálataim szerint a pollen begyűjtése után kilenc nappal 28·68% tömlőfejlesztés volt megállapítható, míg tizennégy nap múlva már csak 5·2%. Az első számadat nagyon megközelíti az olyan gonok elméleti számát, amelyekben egy letalis faktor sem (6·25%), vagy csak egy letalis faktor fordul elő (25%), tehát a négy, illetőleg három dominans faktor hatása eléggé kitűnik. Ezen adatokkal szemben a 1930. évi anyag ilyen irányú adatai némi eltérést mutatnak, mert ebből kilenc nap múlva 13·72% fejlesztett tömlőt és tizenkét nap múlva már teljesen megszűnt a tömlőfejlesztőképesség. Ezek a számadatok is csak olyan módon magyarázhatók meg egységes szempontból, hogy a szülőt tetrabasztardnak tételezzük fel.

Az elmondottakat összegezve vizsgálataink alapján a *Batul* alfajta pollenét a következőkben lehet minőségileg jellemezni:

1. Fenotípusilag a pollenre jellemző az assymetrikus vagy kimondottan kétsúcú, empirikus variációs görbe. Minden esetben kimutatható az excessus kitevő alapján, hogy az assymetria esetében is rejtett kétsúcúsúsággal van dolgunk, ami az anyag genotípusának a tipikus kifejezője.

2. A pollentömlőfejlesztési kísérletek alapján nyert számokból igen valószínű a *Batul* négy letalis faktort tartalmazó tetrabasztard genotípus.

3. A letalis faktorok hatásában a velük kombinált dominans faktorok ellensúlyozása következtében fokozatosság állapítható meg, ami a pollen korával kapcsolatban annak aktivitásában nyilvánul meg. A dominans faktorok ellensúlyozó hatása nagyobb mértékű, illetőleg hosszabb ideig tartó, mint a *Török Bálint* fajta pollenéjé.

4. Gyakorlati szempontból a *Batul* pollene a négy letalis faktort tartalmazó genotípus ellenére is jobbminőségűnek tekinthető, mint a *Török Bálint* pollene, tehát értékesebb ezen utóbbi fajtánál, mint apanövény.

## V. Befejezés.

Vizsgálataim eredményeit összefoglalva a következő végeredményeket állapíthatjuk meg:

Fenotípus szerint a vizsgált almafajták mindegyikének pollenében két főcsoportot és ezeken belül vagy csak tisztára alaki tulajdonságok, vagy esetleg a tartalmuk alapján, alcsoportokat lehetett megkülönböztetni. A mérési és számlálási adatok alapján nyerhető variációs sorok adataiból megszerkeszthető empirikus variációs görbék közül a *Téli aranyparmen* variációs görbéje assymetrikusnak látszik, bár elméleti, variációs statisztikai adatok alapján ez a tulajdonsága nem mutatható ki. Az anyag variációs terjedelmének kicsisége, illetve a variációs osztályok kevés száma nem tette lehetővé, hogy a variációs görbe kétsúcúsága elméleti adatok alapján kimutatható lett volna. Ennek ellenére a görbének minus-variáns oldalán található bemélyedés arra enged következtetni, hogy a *Téli aranyparmen* pollenének a fenotípusára is kétsúcúsú görbe a jellemző. A vizsgált másik kétfajta pollenének fenotípusát vagy kifejezetten kétsúcúsú, vagy megfelelő számítások alapján kimutatható, rejtett, kétsúcúsú variációs görbék jellemzik. A kétsúcúsúság az anyag genotipikus jellegzetességének a következménye.

A genotípusvizsgálat eredményeinek alapján igen valószínű, hogy mind a három vizsgált fajta legalább is négy recessiv, letalis faktort tartalmazó tetrabasztard alak. Ezen megegyező genotípus mellett is különböző minőségű a pollenük a szerint, hogy a dominans faktorok mily módon tudják ellensúlyozni a velük kombinált letalis faktorok hatását. Gyakorlati szempontból a genotípus alapján, a BRANSCHIEDT (1), PASSECKER (5, 8) és más szerzők szokásos csoportosítása figyelembevételével a vizsgált fajtákat a következő két csoportba sorolhatjuk.

*1. csoport.* Rossz pollenminőségű fajták. Ide sorolható a *Téli aranyparmen*. Ez a beosztása ennek a fajtának ellenkezik az említett szerzők beosztásával, de tekintve a fajta pollenének eredményeinkben mutatkozó megbízhatatlanságát, kétségtelenül megokolt. Csakis ily beosztás mellett lehet a genotípus figyelembevételével ezen fajtát illető, más szerzők vizsgálatait egymás

között és az én adataimmal is megegyező módon összhangba hozni. Ezek alapján tanácsos a *Téli aranyparment* hazai viszonyaink mellett mint pollent adó fajtát figyelmen kívül hagyni.

*II. csoport.* Jó pollenminőségű fajták. Ide sorolhatjuk a másik két fajtát, de ezeken belül a következő, fokozódó jósággal bíró sorrend állapítható meg. 1. *Török Bálint*, 2. *Batul*. Az első fajta pollenének minősége ingadozó, de ezt tömege némileg ellensúlyozza. A második fajta jóval megbízhatóbb, sőt majdnem egy harmadik, a nagyon jóminőségű pollennel bíró fajták közé sorolható.

Variációs statisztikai és genotípus vizsgálati adataink exakt eredményekkel erősítik azokat a kertészeti megfigyeléseket, hogy a legtöbb almafajtánk tiszta ültetésben nem bizonyult megfelelőnek. Ilyen ültetvények jövedelmezőségének csökkent voltát vagy teljes hiányát megmagyarázza a fajták pollenének a meg nem felelő minősége. Ennek a rossz minőség keletkezésének a genotípusban van az oka.

Tanácsos volna nézetem szerint ilyenmő vizsgálatokat végezni mindazon fajtákkal, amelyeket az *Országos Pomológiai Bizottság* nagybani termesztésre ajánl. Tanácsos volna továbbá ezen vizsgálatok eredményeinek gyakorlati ellenőrzése szempontjából keresztezéseket, illetőleg mesterséges megporzásokat végezni. Sajnos azonban mindezen munkálatok elvégzésének részemről anyagi hátráltató okai vannak. Céлом ezen vizsgálatok adatainak közreadásával elsősorban az volna, hogy az említett munkálatokat a magyar gyümölcsstermesztés hasznára hazánkban is megindítsák, ami, ha megindulna, úgy kitűzött célomat elértem.

Kedves kötelességemnek tartom befejezésül JANCSIK MIHÁLY és STIBRÁNYI GYULA kertársaimnak, valamint ENDRÉSZ LŐRINC máv. főkertész úrnak a tőlük kapott vizsgálati anyagért és szives támogatásukért hálás köszönetet mondani.

#### Forrásmunkák :<sup>1</sup>

1. BRANSCHIEDT, H.: Die Befruchtungsverhältnisse beim Obst und Rebe. Gartenbauwiss. 2 Bd. (1929), p. 158—270.

<sup>1</sup> A sorszámok megegyeznek a szövegben idézett, zárójelben levő számokkal.



2. JOHANNSEN: Elemente d. exakten Erblchkeitslehre 3. Aufl. 1926.
3. OEHLKERS, F.: Erblchkeitsforschung an Pflanzen. Dresden-Leipzig 1927.
4. KOBEL, F.: Befruchtung u. Fruchtbildung bei unseren Obstbäumen. Die Ernährung d. Pflanze. 24. Jhrg. (1927), p. 456—461.
5. PASSECKER, F. Untersuchungen über die Fertilität des Pollens verschiedener Obstsorten. Fortschritte d. Landw. I. Jhrg. (1926), p. 46—48.
6. — Die Keimfähigkeit des Pollens von Kern u. Steinobstsorten. Fortschritte d. Landw. II. Jahrg. (1927), p. 615—620.
7. — Untersuchungen über die Fertilität des Pollens von Kern u. Steinobstsorten. Fortschritt d. Landw. II. Jhrg. (1927), p. 136—142.
8. — Kann man aus d. Keimfähigkeit d. Pollens in Zuckerlösungen auf dessen Tauglichkeit zur Befruchtung schliessen? Gartenbauwiss. 3. Bd. (1930), p. 201—237.
9. BRINK, R., A.: The physiology of pollen. Am. Journ. of Bot. 1924 (Ref. Bot. Ctbl. 925, p. 143).
10. BACH, F.: Über die künstl. Kreuzung einiger wichtigen Apfelsorten. Gartenbauwiss. 1. Bd. (1928), p. 358—374.
11. VARGA F.: Kertészeti növénynevelés I. Bpest.
12. TISCHLER: Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin, 1921.
14. ANGYAL D.: Kertészeti munkái IV. kötet. Gyümölcsismeret. Bpest, 1926.
15. ZIMMERMANN—SCHNEIDER: Die Bot. Mikrotechnik. II. Aufl. Jena, 1922.
16. POENICKE, W.: Die Fruchtbarkeit der Obstbäume. Stuttgart. Verlagsbuchhdlg. E. Ulmer.
17. NÉMETH J. A gyümölcsfa termékenysége. Kertészeti Szemle. II. évf. 132—136. l.
18. MAHÁCS M.: Gyakorlati gyümölcstermesztés. Bpest.
19. RUDLOFF, C., FR.: Oenothera, ein Sonderfall von Faktoren u. Chromosomenbindung. Der Züchter. I. Jhrg., 2. H., p. 33—40.
20. BAUR, E.: Einführung in die exper. Vererbungslehre 5. u. 6. Aufl. 1922.
21. GOLDSCHMIDT, R.: Einführung in d. Vererbungswissenschaft. 5. Aufl. 1928.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. január 13-án tartott üléséből.)

# BEITRÄGE ZUR GENETISCHEN ERKLÄRUNG DER POLLENSTERILITÄT EINIGER APFELSORTEN.

Von FRANZ VARGA.

I. Der Verfasser geht in seinen Untersuchungen von der Überzeugung aus, dass man die Unterschiede, die in den Abhandlungen einzelner, mit Pollenkeimversuchen sich befassenden Forscher zu finden sind, bestimmt ausgleichen kann, wenn man die Ergebnisse aus vererbungswissenschaftlichem Standpunkte beurteilt.

Was den entsprechendsten Nährboden der Pollenschlauchkeimversuche betrifft, kam der Verfasser zu denselben Ergebnissen als PASSECKER. Er stellte unter anderen auf Rohrzuckerlösung mit dem Pollen des *Wintergoldparmäns*, der *Roter Stettiner* und der *Batullen* Keimversuche in grösseren Massstabe an.

II. Zuerst untersuchte der Verfasser den Pollen des *Wintergoldparmäns*. Fenotypisch kann man unter den Pollen dieser Sorte zwei Gruppen u. zw.: 1. normale, 2. nicht normale unterscheiden (1. Fig.). Beide Gruppen kann man in Untergruppen einteilen. Auf Grund fenotypischer Messungen und Zählungen bearbeitet der Verfasser das Material variationsstatistisch (I. u. II. Tabelle). Anschliessend hieran befasst er sich eingehend mit der Frage der Entstehung der fenotypischen Gruppen, und kommt auf Grund dieser Beobachtungen zu dem Schluss, dass die Entstehung der einzelnen, fenotypischen Gruppen durch Letalfaktoren verursacht wird.

Die Ergebnisse seiner Pollenkeimversuche, die in Prozenten

ausgedrückt werden, vergleicht der Verfasser mit PASSECKERS und KOBELS Befunden, weist gleichzeitig auf die Unterschiede hin. Diese scheinbaren Unterschiede können nach Auffassung des Verfassers ausgeglichen werden, wenn man sie auf Grund der faktoriellen Konstitution der Gonen beurteilt. Auf Grund dieser Erwägungen kommt er zu der Schlussfolgerung, dass der *Wintergoldparmän* höchstwahrscheinlich ein solcher Tetrabastard ist, in dessen Erbmaterial mindestens vier, recessive Letalfaktoren vorhanden sind.

III. An zweiter Stelle bearbeitete der Verfasser die in *Ungarn* ziemlich weitverbreitete Apfelsorte namens *Roter Stettiner* (*Török Bálint*). Auch hier kann man fenotypisch im Pollen die obige Einteilung durchführen (1. Fig. B). Auf Grund der fenotypischen Messungen und Zählungen bekommt man solche Variationsreihen, die entweder ausgesprochen zweigipfelige Variationskurven geben, oder solche aus deren Exzess auf Zweigipfeligkeit geschlossen werden kann (3. Fig.).

Bei der Besprechung der Ergebnisse seiner Pollenkeimversuche weist der Verfasser auf die Widersprüche hin, die zwischen seinen und PASSECKERS Ergebnissen bestehen. Auch hier kann man diese Unterschiede nur so ausgleichen, wenn man sie auf die faktorielle Konstitution der Gonen zurückführt. Nach Erklärung der Zahlen der Versuchsergebnisse gelingt dieser Ausgleich dem Verfasser trotzdem, dass aus PASSECKERS Versuchen nur annähernde Mittelwerte berechnet werden können. Als Schlussfolgerung ergibt sich aus diesen Erwägungen, dass auch die *Roter Stettiner* Apfelsorte sehr wahrscheinlich ein Tetrabastard mit vier recessiven Letalfaktoren ist. Zur Begründung dieser Behauptung teilt er verschiedene Tatsachen mit.

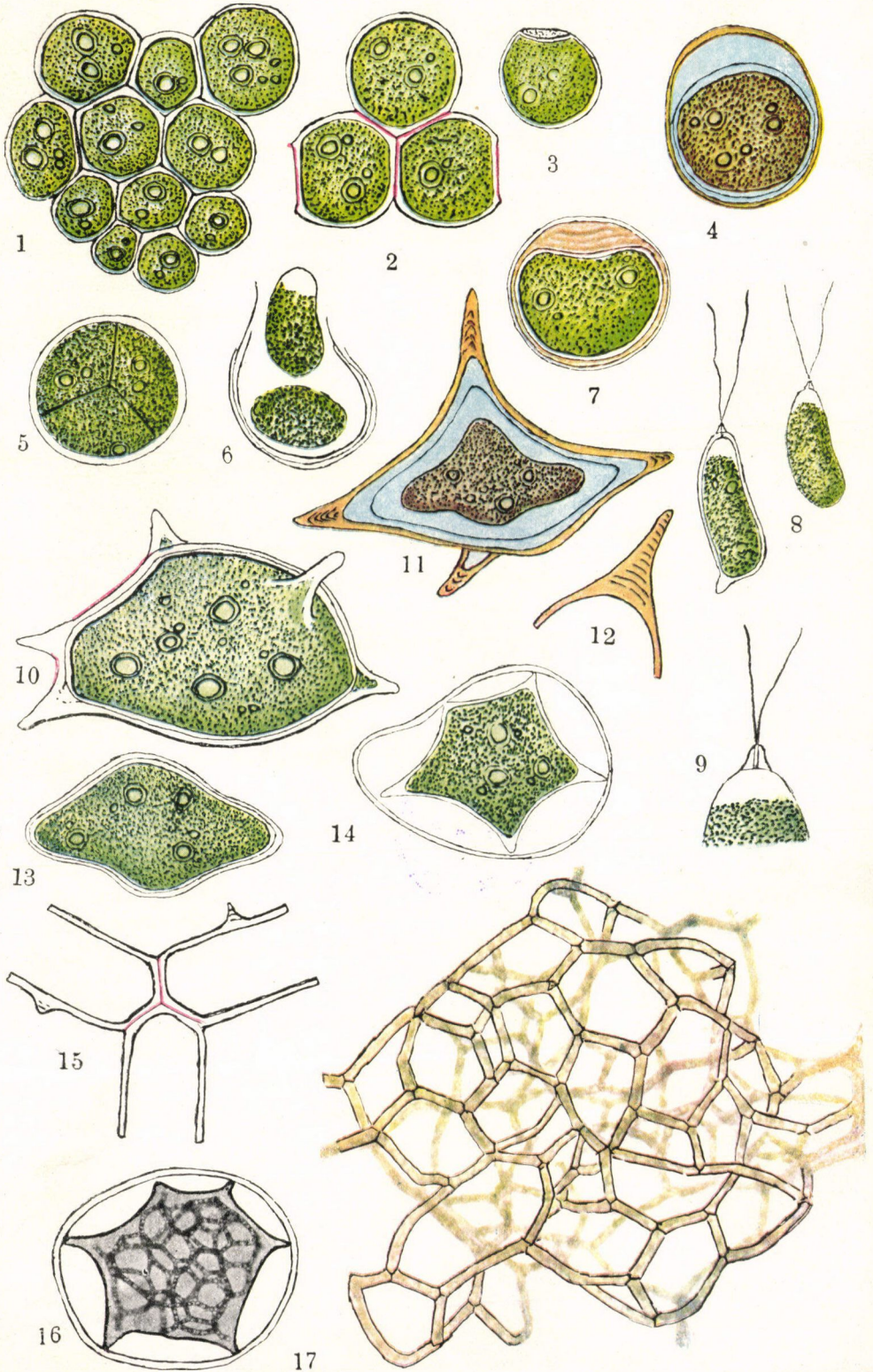
IV. Als letzte wurde die echte und sehr bewährte ungarische Sorte *Batullen* (*Batul*) behandelt. Auch im Pollen dieser Sorte sind solche fenotypische Gruppen zu unterscheiden wie oben (1. Fig. C). Man findet auch bei dieser Sorte auf Grund der variationsstatistischen Beobachtungen (I. u. II. Tabelle) entweder ausgesprochene, zweigipfelige Variationskurven, oder man kann auf solche folgern auf Grund des negativen Exzesses (4. Fig.). Auch diese Sorte scheint sehr wahrscheinlich ein Tetra-

bastard in Beziehung der Letalfaktoren zu sein. Die Letalität dieser Faktoren wird zu den einzelnen Gonen durch dominante Faktoren viel besser ausgeglichen als bei den anderen zwei Sorten. So kommt es, dass der Verfasser unter den drei untersuchten Sorten diese Sorte für die beste hält.

---

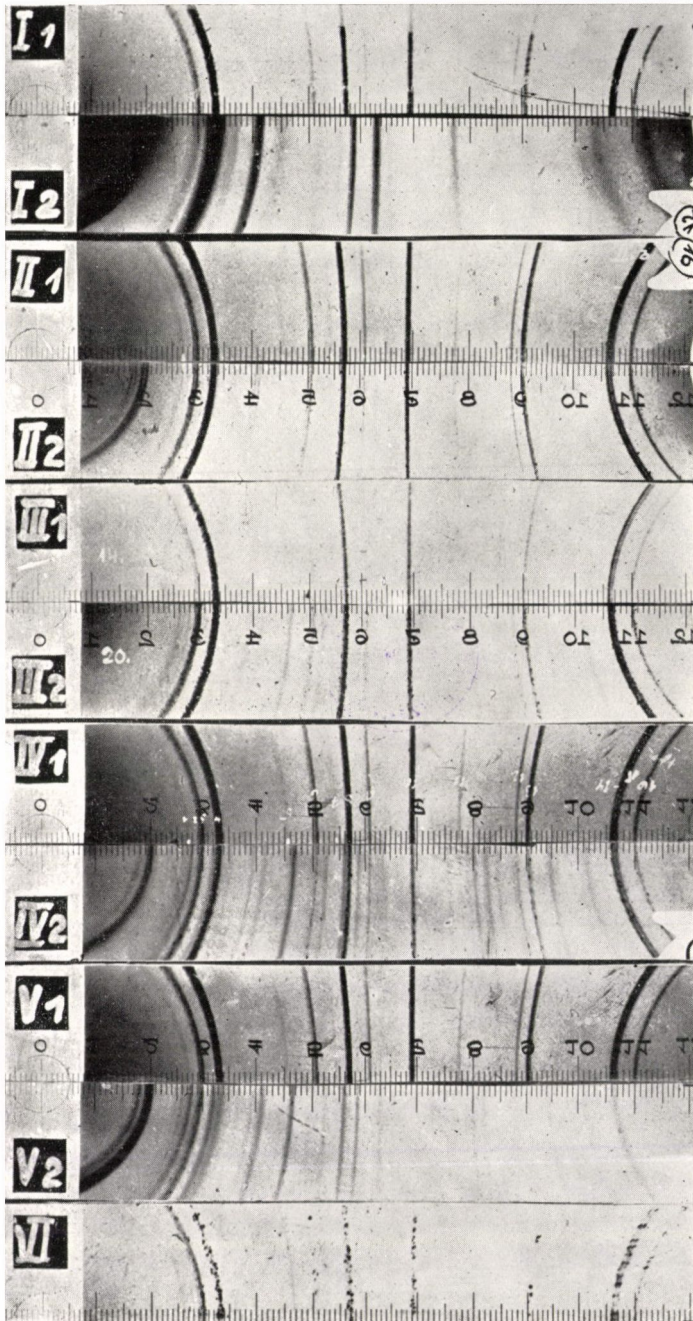
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 12. Januar 1931.)





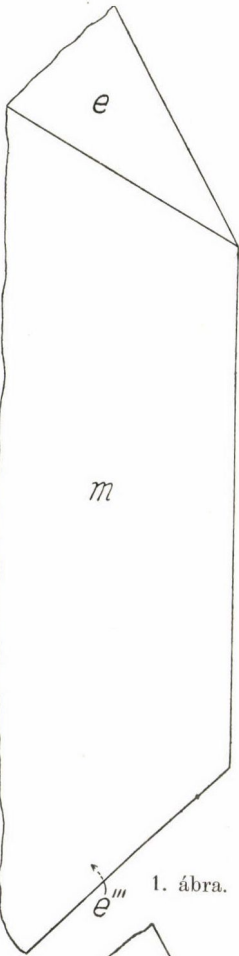




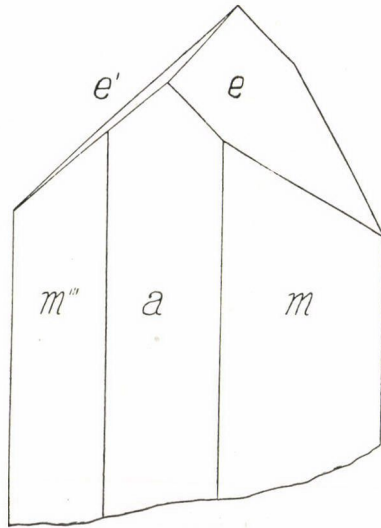




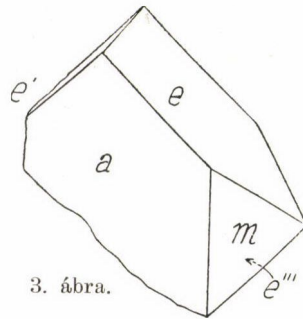




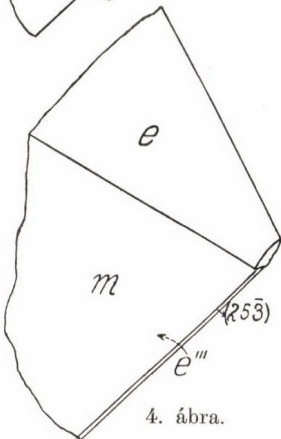
1. ábra.



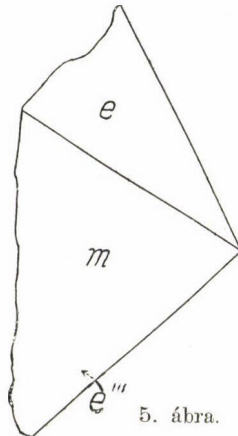
2. ábra.



3. ábra.

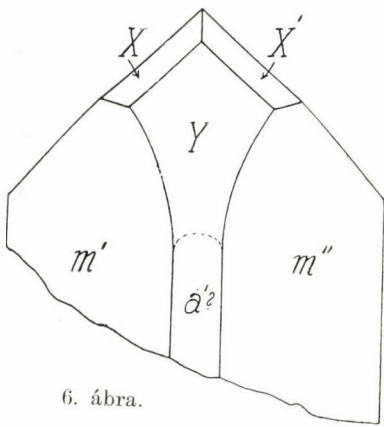


4. ábra.

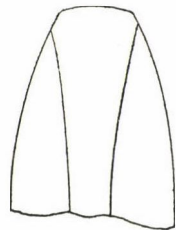
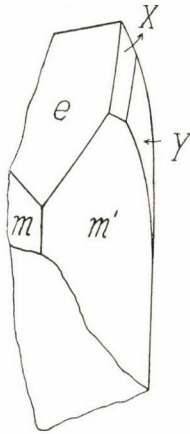


5. ábra.

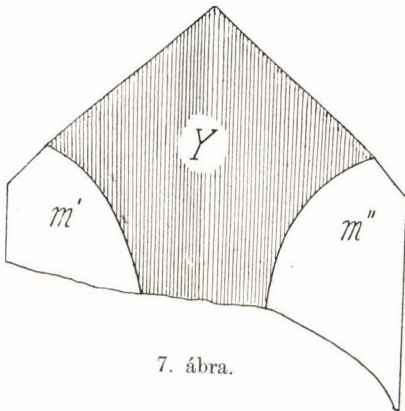




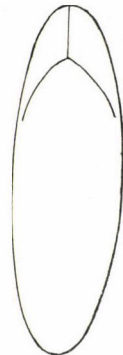
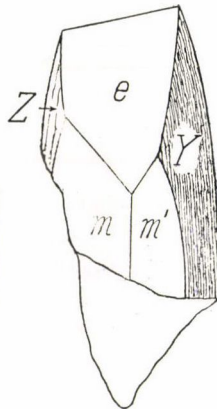
6. ábra.



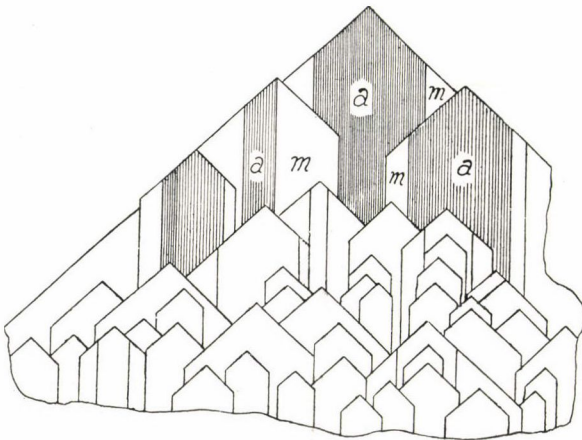
9. ábra.



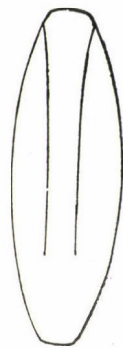
7. ábra.



10. ábra.



8. ábra.



11. ábra.



2755 50639

Kötetes példány  
FRANKLIN-TARSULAT

MATEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI KÜRSCHÁK JÓZSEF OSZTÁLYTITKÁR.

A XLVIII. KÖTET MÁSODIK FELE.

TIZ TÁBLÁVAL

---

MATHEMATISCHER  
UND  
NATURWISSENSCHAFTLICHER  
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON J. KÜRSCHÁK KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLVIII, ZWEITE HÄLFTE.

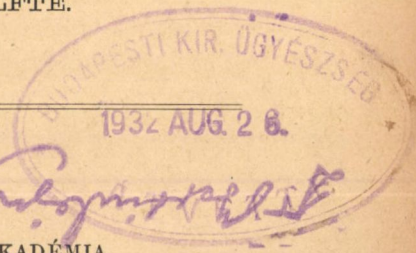
MIT ZEHN TAFELN

---

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1932.







MATEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADEMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI KÜRSCHÁK JÓZSEF OSZTÁLYTITKÁR.

A XLVIII. KÖTET MÁSODIK FELE.

TIZ TÁBLÁVAL

---

MATHEMATISCHER  
UND  
NATURWISSENSCHAFTLICHER  
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON J. KÜRSCHÁK KLASSENSEKRETÄR.

BAND XLVIII, ZWEITE HÄLFTE.

MIT ZEHN TAFELN

---

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA.

1932.

Külsőleges példány  
a BUDAPESTI TUDOMÁNYOS TÁRSULAT

50639



# TARTALOMJEGYZÉK.

## INHALTSVERZEICHNIS.

Második fele. — Zweite Hälfte.

	<i>Lap</i>
	<i>Seite</i>
BRÓDY IMRE, MILLNER TIVADAR és SCHMID REZSŐ: A paramágneses ( $II_{3/2}$ , elektronállapotú) és diamágneses ( $II_{1/2}$ , elektronállapotú) molekulák viszonylagos mennyiségének a hőmérséklettel való eltolódásáról nitrogénoxidgázban .....	417—429
— Die verschiebung der relativen Konzentration der paramagnetischen ( ${}^2II_{3/2}$ ) und diamagnetischen ( ${}^2II_{1/2}$ ) Moleküle in Stickoxydgasen .....	430
ENTZ GÉZA: A Ceratum hirundella növekedése .....	535—548
— Das Wachstum von Ceratum hirundella .....	549
FEJÉR DÁNIEL: A norvég lappok földjét borító erdők növény-szociológiai és talajtani viszonyai .....	581—624
— Untersuchungen über die Pflanzenassotiations-Verhältnisse und Aziditätsgrad der Waldtypen des norwegischen Lapplandes (Finnmarken).....	625—630
FEJÉR LIPÓT: A konjugált pontok fölhasználása a Lagrange-féle interpolációnál .....	631—640
— Anwendung der konjugierten Punkte bei Lagrangescher Interpolation .....	641—643
FORNVALD JÓZSEF: A vetítő sztrobozkópnak oszcillográfként való alkalmazása váltakozó áramok lefolyásának szemléltetésére ...	849—852
— Die Verwendung des Projekto-Stroboskops als Oszillographen zur objektiven Darstellung der Wechselstromerscheinungen	853
GRÓH GYULA: A szórumszűrő frakcionálása és a frakciók abszorpcióspektuma .....	459—471
— Über die Fraktionierung der Serumeiweisskörper und die Absorptionsspektren der Fraktionen .....	472

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
GRÓH GYULA: A fehérjék abszorpcióspektruma és annak változása nátriumhidroxid hatására .....	525—533
— Über die Absorptionsspektren der Eiweisskörper und deren Veränderung auf Einwirkung von Natriumhydroxid .....	534
HOLLENDONNER FERENC: Az avasi praehistorikus faszenek mikroszkópos vizsgálata .....	719—728
— Die praehistorischen Holzkohlen vom Avas bei Miskolcz ..	729—730
— A kőszeg-pogányvölgyi lignit mikroszkópos vizsgálata .....	731—737
— Mikroskopische Untersuchungen des Lignits von Kőszeg-pogányvölgy .....	738
KOCH SÁNDOR: A magyarországi Semseyitek .....	800—807
— Die Semseyiten Ungarns .....	808
MAUTHNER NÁNDOR: A glükometaoxybenzaldehyd szintézise .....	473—475
— Die Synthese des Glükometaoxybenzaldehydes .....	476—477
— Az aethylpyrogallol szintézise .....	478—482
— Die Synthese des Aethylpyrogallols .....	483—484
MILLNER TIVADAR, BRÓDY IMRE és SCHMID REZSŐ: A paramágneses ( $II_{1/2}$ elektronállapotú) és diamágneses ( $I_{1/2}$ elektronállapotú) molekulák viszonylagos mennyiségének a hőmérséklettel való eltolódásáról nitrogénoxidgázban .....	417—429
— Die Verschiebung der relativen Konzentration der paramagnetischen ( ${}^2II_{1/2}$ ) und diamagnetischen ( ${}^2I_{1/2}$ ) Moleküle in Stickoxidgasen .....	430
SZ. NAGY GYULA: Konvex felületek centrális felülete .....	832—847
— Über die Zentralen der konvexen Flächen .....	848
NYIREDY ISTVÁN: Vizsgálatok a Bacillus Melitensis (Abortus) serologiai variánsairól .....	556—565
— Untersuchungen über die serologischen Varianten des Bacillus Melitensis (Abortus) .....	566
ORSÓS FERENC: Az arcus és az isthmus aortae, valamint a ductus botalli belhártyájának miliaris tuberculosis .....	760—773
— Miliare Tuberkulose der Intima des Arcus und des Isthmus Aortae, ferner des Ductus Botalli .....	774—775
PACSU JENŐ: A turánóz acetyl- és halogén-származékai .....	485—491
— Preparation of octa-acetyl and halogeno-acetyl derivatives of turanose .....	492—493
PLANK JENŐ: Gázpipetta telítetlen szénhidrogének elnyeléséhez .....	644—646
— Doppelpipette zur Absorption ungesättigter Kohlenwasserstoffe .....	647

	<i>Lap</i> <i>Seite</i>
RÉDEI LÁSZLÓ: A másodfokú valós számtest osztályszámáról s alapegységéről	648—680
— Über die Klassenzahl und Fundamenteleinheit des reellen quadratischen Körpers	681—682
— A másodfokú számtest osztályszámáról	683—706
— Über die Klassenzahl des quadratischen Zahlkörpers	707
SÁNTHA KÁLMÁN: Vizsgálatok az emberi kisagyvelő Cajal—Smirnow- féle rostjairól	550—554
— Untersuchungen über die Cajal—Smirnowschen Fasern des menschlichen Kleinhirns	555
— Újabb adatok a családi vakságos idiótaság kórtanához	567—579
— Neue Beiträge zur Pathologie der familiären amautorischen Idiotie	580
SCHERFEL ALADÁR: Néhány adat a Balatonvidék moszatainak ismeretéhez	431—441
— Einige Daten zur Kenntnis der Algen des Balatongebietes	442
SCHMID REZSŐ, BRÓDY IMRE és MILLNER TIVADAR: A paramágneses ( $II\frac{1}{2}$ elektronállapotú) és diamágneses ( $II\frac{1}{2}$ elektronállapotú) molekulák viszonylagos mennyiségének a hőmérséklettel való eltolódásáról nitrogénoxidokban	417—429
— Die Verschiebung der relativen Konzentration der paramagne- tischen ( ${}^2II\frac{1}{2}$ ) und diamagnetischen ( ${}^1II\frac{1}{2}$ ) Moleküle in Stick- oxydgasen	430
TOKODY LÁSZLÓ: Désakna néhány ásványáról	776—779
— Einige Mineralien von Désakna	780—781
— A pirit morfológiája	782—798
— Morphologie des Pyrits	799
VARGA JÓZSEF: Hidrogénezés nagy nyomáson jódkatalizátor fel- használásával	708—716
— Hydrierung mit Jodzusatze bei hohem Wasserstoff-Anfangs- druck	717—718
— Barnaszénkátrány szekundér-benzin katalitikus hidrogénezése	809—815
— Katalytische Hydrierung von Krackbenzin	816
ZECHMEISTER LÁSZLÓ: Adatok a polysaccharidok részleges le- bontásának problémájához	443—456
— Beiträge zur Kenntnis der partiellen Hydrolyse von Poly- sacchariden	457—458
ZEMPLÉN GÉZA: Szublimált vaskloriddal végzett szintézisek a szén- hidrátok csoportjában: $\alpha$ -sorbeli cellobiozidok előállítására	494—507

	<i>Lap Seite</i>
G. ZEMPLÉN : Synthesen in der Kohlenhydratgruppe mit Hilfe von sublimierten Eisenchlorid: Darstellung der Cellobiosido der $\alpha$ -Reihe .....	508
— Gentiobióz és cellobiozido-6-glükóz származékok szintézise higany sók segítségével .....	509—523
— Synthese von Gentiobiose und Cellobiosido-6-Glykose Derivaten mit Hilfe von Quecksilbersalzen .....	524
— 6-glükozido- $\alpha$ -glükóz származékok szintézise és az izomáltózkérdés .....	739—750
— Synthese von Derivata der 6-Glykosido- $\alpha$ -glykosa und die Isomaltosafrage .....	751
— Egy tetrasaccharid-glükozid szintézise .....	752—758
— Synthese eines Tetrasaccharidglykosids .....	759
ZIMMERMANN GUSZTÁV : A szájfenék mellékszerveiről .....	817—830
— Über die Nebenorgane des Mundbodens .....	831

---

A PARAMÁGNESES ( $II_{3/2}$  ELEKTRONÁLLAPOTÚ)  
ÉS DIAMÁGNESES ( $II_{1/2}$  ELEKTRONÁLLAPOTÚ)  
MOLEKULÁK VISZONYLAGOS MENNYISÉGÉNEK  
A HŐMÉRSEKLETTEL VALÓ ELTOLÓDÁSÁRÓL  
NITROGÉNOXIDGÁZBAN.

BRÓDY IMRE, MILLNER TIVADAR és SCHMID REZSŐ-től.

I. A nitrogénoxid sávós szinképeinek vizsgálata kiderítette, hogy az  $NO$  molekula alapterme, nem mint a legtöbb gázmolekulánál  $\Sigma$ , hanem  $II$ .<sup>1</sup> Az  $NO$  molekula  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  sávrendszereit ugyanazon világító elektronnak tulajdonítjuk; e sávrendszerek közös alapsnívója a  $3^2II_i$  dublettnívó.<sup>2</sup> A  $II$ -termet jellemzi, hogy a világító elektron pályaimpulzusnyomatékának a molekula két magját összekötő (ú. n. internukleáris) tengely irányába eső komponense  $\frac{h}{2\pi}$  egységben kifejezve 1.<sup>3</sup> Az elektronspin ekkor a pályaimpulzussal való kölcsönhatás következtében az internukleáris tengely irányába a  $\sigma = \pm 1/2$  komponenssel áll be. Spin és pályaimpulzus parallel állásakor az eredő impulzus  $3/2$ , antiparalleláll áskor pedig  $1/2$  lesz  $\frac{h}{2\pi}$  egységben kifejezve. A parallel álláshoz tartozó termet  $^2II_{3/2}$ -el, az antiparallel álláshoz tartozót pedig  $^2II_{1/2}$ -el jelölik. Mint a spektroszkópiái vizsgálatokból kiderül, a  $^2II_{1/2, 3/2}$  alapterm reguláris dubletterm, ami annyit

<sup>1</sup> H. A. BARTON, F. A. JENKINS and R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. 30 150, 1927. M. GUILLEMY, Zs. f. Phys. 42, 121, 1927.

<sup>2</sup> R. S. MULLIKEN, Phys. Rev. 32, 186, 1928.

<sup>3</sup> A kvantummechanika szerint a viszonyok nem írhatók le így egyszerű, szemléletes képpel, azonban az exakt megfontolások kvalitatíve ugyanazon eredményekhez vezetnek, mint a modellszerűek.



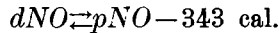
jelent, hogy a nagyobbik eredő impulzushoz tartozó (itt a  ${}^2I_{3,2}$ ) term a termszkémában magasabban fekszik. A legalacsonyabb rotációs energiához tartozó  ${}^2I_{3,2}$  term mintegy  $120\cdot5 \text{ cm}^{-1}$ -el mulja felül a  ${}^2I_{1,2}$  termet.

Így tehát a  ${}^2I_{3,2}$ , illetőleg  ${}^2I_{1,2}$  termekkel jellemzett  $NO$ -molekulák egymástól nemcsak impulzusnyomaték tekintetében, hanem energiatartalomban is különböznek. Ez a különbség a legalacsonyabb rotációs nivón a kétféle nitrogénoxid egy-egy gramm-molekulájára számítva

$$\frac{N \cdot h \cdot c \cdot \Delta\nu}{4 \cdot 189 \cdot 10^7} = 343 \text{ cal.},$$

ahol  $N$  a LOSCHMIDT-féle szám,  $h$  a PLANCK-féle állandó,  $c$  a fénysebesség,  $\Delta\nu$  pedig az említett dublet-felbontás:  $120\cdot5 \text{ cm}^{-1}$ . Ha feltételezzük, hogy a kétféle nitrogénoxid egymásba átalakulhat és ezáltal a két módosulat között thermodynamikai egyensúly áll be, úgy a BOLTZMANN-féle elvből következik, hogy közönséges hőmérsékleten a nitrogénoxidgáz mindkétfajta molekulát körülbelül egyenlő mennyiségben tartalmazza. Végtelen magas hőmérsékleten egyensúlyban lévő nitrogénoxidgázban a kétfajta molekula viszonylagos koncentrációja meg kell egyezzek azok statisztikai súlyainak hányadosával, függetlenül az energiakülönbségtől. Viszont az abszolút zérus fok hőmérsékletén csak az energiában szegényebb módosulat lehet jelen. Várható tehát, hogy ha a szobahőmérsékletű  $NO$  gázt hűtjük, akkor a kisebb energiátartalmú,  ${}^2I_{1,2}$  term-mel jellemzett molekulák mennyisége a  ${}^2I_{3,2}$ -el jellemzettek rovására szaporodni fog.

VAN VLECK<sup>1</sup> kimutatta, hogy a  ${}^2I_{3,2}$  állapotú molekulák paramágnesesek, a  ${}^2I_{1,2}$  állapotúak pedig diamágnesesek. Ha a továbbiakban a paramágneses,  ${}^2I_{3,2}$  molekulákat  $pNO$ , a diamágneses,  ${}^2I_{1,2}$  állapotúakat pedig  $dNO$ -val jelöljük, a kétféle nitrogénoxid kölcsönös átalakulása a következőképpen tüntethető elő:



A  $dNO$  és  $pNO$  molekulák viszonylagos koncentrációja a

<sup>1</sup> J. H. van VLECK, Phys. Rev. 31, 587, 1928.

hőmérséklettől függ. A fenti homogén, monomolekuláris gázreakció egyensúlyi állandója:

$$K = \frac{[pNO]}{[dNO]},$$

ahol a szögletes zárójelekkel szokás szerint a keletkező és eltűnő termékek koncentrációit jelöljük. A  $K$  koncentrációviszony első közelítésben a  $T$  hőmérséklettől a következőképpen függ:

$$\ln K = \ln \frac{[pNO]}{[dNO]} = -\frac{Q}{RT} + C,$$

ahol  $Q=343$  cal. a reakció hőszínezete,  $R = 1.98 \frac{\text{cal}}{\text{fok}}$  az általános gázállandó pro mol,  $C$  pedig úgy értelmezhető, mint  $\ln \frac{[pNO]}{[dNO]}$  értéke a  $T=\infty$  hőmérsékletre vonatkozólag.  $C$  magában foglalja a termékek fajhőinek változásából eredő szabad energiaváltozást és a kémiai állandókat. A fajhők hőmérsékletfüggésétől származó tag kicsiny azért, mivel a kétféle nitrogénoxid fajhőjének a hőmérséklettel való változása közel egyenlő. A kémiai állandók a tehetetlenségi nyomatókok és statisztikai súlyok által vannak meghatározva; a  $pNO$  és  $dNO$  molekulák statisztikai súlyai egyenlők, a tehetetlenségi nyomatókaik pedig közel egyenlők.<sup>1</sup> Mivel pedig a  $C$ -ben összefoglalt tagok a  $pNO$  és  $dNO$  molekulákra vonatkozólag ellenkező előjelekkel szerepelnek, a  $C$  nagyságrendje első közelítésben zérusnak vehető. Így tehát magas hőmérsékleten a  $pNO$  és  $dNO$  molekulák közel egyenlő mennyiségben lesznek jelen a nitrogénoxidgázban, míg alacsony hőmérsékleten, ahol  $\frac{Q}{RT}$  értéke igen nagy, a nitrogénoxidgáz csaknem teljesen a kisebb energiatartalmú  $dNO$  molekulákból fog állani.

Fenti összefüggésből kiszámíthatjuk pl., hogyha a nitrogénoxidgázt szobahőmérsékletéről ( $T=290^\circ$ ) a cseppfolyós levegő hőmérsékletére ( $T=80^\circ$ ) hűtjük le, mily mértékű eltolódást várhatunk a kétféle nitrogénoxid koncentrációjának arányában. Ha a fenti formulát 10-alapú logaritmusban írjuk fel:

<sup>1</sup> A részletes adatokat lásd a 10. oldalon.

$$\left. \begin{aligned} \log K(T_1) &= -\frac{343}{4 \cdot 571 T_1} + C, & T_1 &= 390^\circ \\ \text{és} \\ \log K(T_2) &= -\frac{343}{4 \cdot 571 T_2} + C, & T_2 &= 80^\circ \end{aligned} \right\}$$

összefüggéseket nyerjük.

Egyszerű műveletekkel igazolható, hogy:

$$\frac{K(290^\circ)}{K(80^\circ)} = \frac{\frac{[pNO]}{[dNO]_{290^\circ}}}{\frac{[pNO]}{[dNO]_{80^\circ}}} = 5,$$

vagyis a szobahőmérsékletű nitrogénoxidgáz mintegy ötszörte nagyobb viszonylagos koncentrációban fogja a nagyobb energia-tartalmú  ${}^2H_{3/2}$  állapotú molekulákat tartalmazni.

VAN VLECK megfontolásai alapján várható, hogy a hőmérséklet-  
csökkentés hatására bekövetkező  $\frac{[pNO]}{[dNO]}$  koncentrációviszony-  
eltolódás mágneses mérésekkel is kimutatható lesz. Tényleg  
AHARONI és SCHERRER,<sup>1</sup> valamint BITTER<sup>2</sup> méréseikkel kimutatták,  
hogy a nitrogénoxidgáz mágneses szuszceptibilitása a hőmérsék-  
lettel észrevehetően csökken.

II. A kétféle nitrogénoxidmolekula relatív koncentrációjának  
a hőmérséklettel való eltolódása sokkal pregnansabban kell hogy  
mutakozzék az *NO* gáz abszorpciós színeképén. A nitrogénoxid-  
abszorpciós színeképén észlelhető  $\beta$ ,  $\gamma$  és  $\delta$  sávrendszerek a közös  
 ${}^2H_{3/2, 1/2}$  alapnivó következtében dublettek; az összetartozó fejek  
közül a rövid hullámhosszak felé esnek a  ${}^2H_{3/2}$  állapotú, a szín-  
kép vörös vége felé a  ${}^2H_{1/2}$  állapotú molekuláktól származó fejek.  
Végzett vizsgálatainkhoz azt a várakozást fűztük, hogy a nitrogén-  
oxidgázzal alacsony hőmérsékletek mellett nyert abszorpciós szín-  
képeken a  ${}^2H_{3/2}$  sávok intenzitása viszonyítva a  ${}^2H_{1/2}$  sávokéhoz,  
csökkenni fog.<sup>3</sup> Emissziós színeképeken e jelenséget nem várhat-

<sup>1</sup> J. AHARONI und P. SCHERRER, Zs. f. Phys. 58, 749, 1929.

<sup>2</sup> F. BITTER, Proc. Nat. Acad. Amer. 15, 638, 1929.

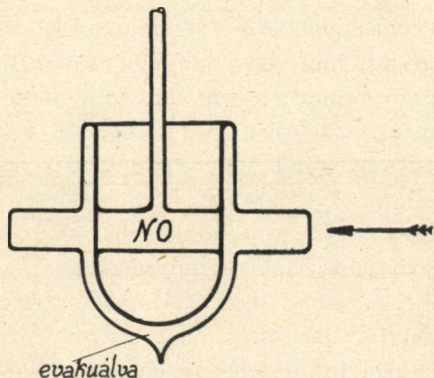
<sup>3</sup> Analóg jelenséget talált GROTRIAN (Zs. f. Phys. 12, 218, 1922.) az  
elemek periodusos rendszerében a III. oszlopban helyetfoglaló és ugyan-  
csak  ${}^2P_{3/2}$ , illetőleg  ${}^2P_{1/2}$  alaptermű világító elektronnal bíró elemek közül  
az *indium* és *thallium* gőzeinek abszorpciós színeképén.

juk, mivel emisszió esetében a  ${}^2H_{3/2, 1/2}$  term-el jellemzett állapot nem kezdő, hanem végállapot, a sávintenzitást pedig az átmeneti valószínűségek mellett a kezdőnívón uralkodó eloszlás határozza meg.

Mivel a  $\beta$ ,  $\gamma$  és  $\delta$  sávok az ultraibolyában fekszenek, az abszorpciós szinkép előállítására céljából oly abszorpciós edény készítésére kell törekednünk, mely a következő feltételeknek feleljen meg: az ultraibolya fényt bocsássa át, evakuálható legyen, benne a folyós levegő hőmérséklete előállítható legyen, kevés hűtőanyagot fogyasszon és végül, hogy az erősen hűtött felületekre a szobalevegőből lecsapódó pára és hó a fény útját ne zárja el.

E követelményeknek az 1. ábrán látható, olvasztott hegyikristályból készült kvarc főzőpoharak és csövek összeépítésével kapott készülék jól megfelelt. A nitrogénoxidot vörösrézforgács- és hígított salétromsavból fejlesztettük, majd égetett meszet, chlorkalciumot és

foszforpentoxidot tartalmazó tisztító tornyokon vezettük keresztül. Mielőtt a gázt az abszorpciós készülékbe bocsátottuk volna, esetleg még bennmaradt szennyezések lecsapása céljából folyós levegővel hűtött gázmosócsövön vezettük keresztül. Ez a gázmosó az abszorpciós edény és a manometer, illetőleg beeresztő csap között volt elhelyezve, úgy, hogy az abszorpciós edénybe sem a manometer higanygőze, sem a csapzsír gőzei nem juthattak. Az abszorpciós készülék NO-val jelölt részébe annyi tisztított nitrogénoxidgázt bocsátottunk, hogy annak nyomása 80 mm Hg-oszlop legyen. Mint a rajz szemlélteti, a készülék DEWAR-köpennyel bír. A folytonos fényforrás fénye a nyíl irányában haladt át az edényen. Az ábrázolt elrendezés biztosította, hogy az abszorpciós csőben lévő nitrogénoxidgáz csakis



1. ábra.

hűtött, illetőleg vákuummal érintkező felületekkel volt határolva, a fény útjába párával, hóval belepődő ablak nem került. (Viszont azonban a fény útjába ilymódon négy kvarclap került, amely a fényerőt némileg csökkentette.)

Az abszorpciós rétegvastagság 52 mm volt. Az abszorpciós edény kehelyrészébe folyós levegőt töltve, mintegy 80° K-t állítottunk elő. Színültig töltött kehelynél mintegy 40 percenként kellett a folyós levegő pótlásáról gondoskodni. Ezalatt a folyós levegőből annyi párolgott el, hogy az abszorpciós csövet még éppen elborította. A készülék teljes napi üzem mellett mintegy másfél liter folyós levegőt fogyasztott. A folyós levegő felszínén a párolgás igen erős lévén, ott a hőmérséklet is alacsonyabb, úgyannyira, hogy az edényben lévő nitrogénoxidgáz egy része a kivezető vékony cső nyakában kondenzálódott. Ez a jelenség azonban az észlelést nem zavarta. Folyós levegővel való hűtésen kívül még végeztünk kísérleteket 200 K és 300 K (szobahőmérséklet) mellett is. A 200° K hőmérsékletet szilárd szénsavnak («száraz jég»-nek) 98%-os alkoholba való keverésével állítottuk elő az abszorpciós edény kehelyrészében. Az elpárolgott szénsavat óránként pótoltuk. Egy teljes napi üzem körülbelül 1 kg száraz jeget fogyasztott.

Folytonos fényforrásul egy BAY-STEINER<sup>1</sup>-féle hidrogénkisülési cső szolgált (az ú. n. nagyobbik modell). Ablak gyanánt kristályos (nem ömlesztett) kvarclapot alkalmaztunk, mivel az olvasztott kvarc a csőben fellépő katódsugárzás és ultraibolyasugárzás hatására erősen fluoreszkál, ami zavarja az észlelést és csökkenti a fényerőt.<sup>2</sup> A hidrogénlámpába kereskedelmi hidrogént bocsátottunk tartályból, fojtószelep és nyomásszabályozó biztonsági szelep közbeiktatásával. A kisülési csőben a hidrogén nyomása körülbelül 0·5 mm Hg-oszlop volt, a ritkítást sorbakapcsolt higanygőz- és olajlégszivattyúk szolgáltatták. A hidrogén állandó áramban haladt át a készüléken. A kisülési cső belső porcelláncsővébe vékony ezüstlemezből készült csövet helyeztünk az ultraibolyasugárzás erősítése céljából. A feszültséget 6000 Voltos

<sup>1</sup> Z. BAY und W. STEINER, Zs. f. Phys. 59, 48, 1929.

<sup>2</sup> S. M. NAUDÉ, Phys. Rev. 36, 333, 1930.



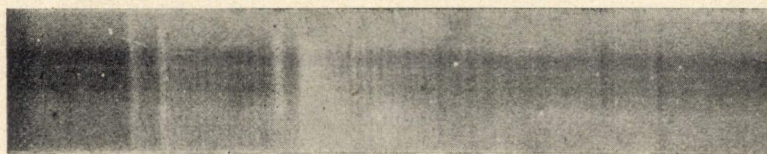
transzformátor szolgáltatta; az áramerősség körülbelül 600 mA volt.

A fény az abszorpció után kvare hengergyűjtőlencsén keresztül a HILGER-féle E1. kvarc-spektrográf részére esett. A rés szélessége 0.007 mm volt. A felvételek az E1. spektrográf ú. n.

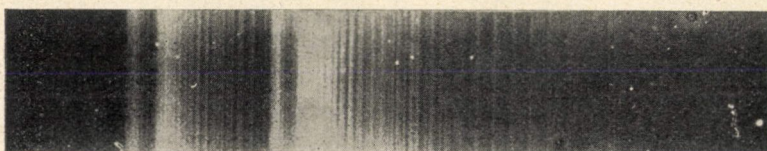
$\Pi_{3/2}$	$\Pi_{1/2}$	$NO\gamma$	$0 \rightarrow 0$
$PQ$	$PQ$		



$T = 80^\circ \text{ abs}$



$T = 200^\circ \text{ abs}$



$T = 290^\circ \text{ abs}$

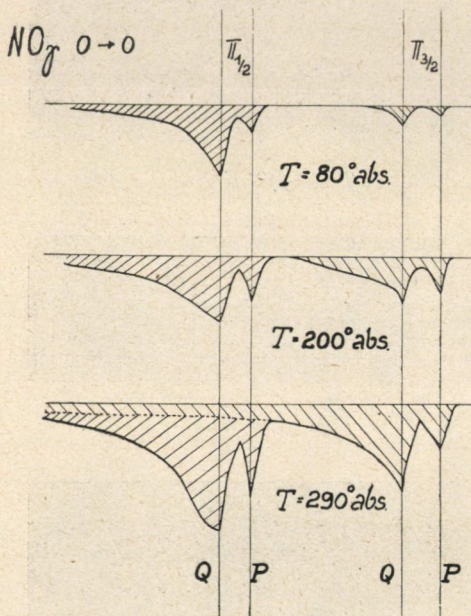
2. ábra.

III. pozíciójában, SCHUMANN-lemezekre készültek; egy-egy felvétel időtartama 10–12 óra volt. Minden lemezre az abszorpciós felvétel mellé még intenzitásjelek is kerültek. E célból a HANSEN<sup>1</sup>-féle lépcsőzetes résű kondenzorral rézpálcák között égő levegőiv (220 Volt, 3.5 amp, 6 mm elektródtávolság) fényét a spektrográf

<sup>1</sup> G. HANSEN, Zs. f. Phys. 29, 356, 1924.



1 mm széles résére képeztük le. A számítások alapjául vett  $\gamma(0, 0)$  2268 Å hullámhosszúságú sáv sötétedésértékeit a 2270 Å hullámhosszúságú rézvonallal sötétedésintenzitás görbéjének segítségével értékeltük ki. Gondosan ügyeltünk arra, hogy a folytonos fényforrás fényerejét, a fény útjába helyezett abszorbeáló NO molekulák számát (az abszorpciós réteg vastagságát és a nitrogén-oxidgáz nyomását), valamint az expozíciós időt úgy válasszuk meg, hogy a felvételeken úgy a folytonos fénynek megfelelő



3. ábra.

feketedés, mint a legnagyobb abszorpcióhoz (a sávfejekhez) tartozó feketedés még az intenzitás-feketedésgörbe egyenesnek tekinthető részén belül maradjon.

III. A 2. ábra nagyított másolatban mutatja a különböző hőmérsékleteken nyert abszorpciós színeknek a  $\gamma(0, 0)$  sáv körüli vidékét. A  $\gamma$  sávok négy fejet mutatnak, a  ${}^2\Pi_{3/2}$ , illetőleg  ${}^2\Pi_{1/2}$  állapotok mindegyikénél egy P és egy Q fejet. A sávok a színek rövid hullámhosszúságú vége felé árnyékolnak. Mint látható, a cseppfolyós levegő hőmér-

sékletén a  ${}^2\Pi_{3/2}$  állapotához tartozó sáv csaknem teljesen eltűnt. Ezenkívül még természetesen a rotációs-nívók száma is kisebb lesz itt a sávintenzitásformulák BOLTZMANN-faktorának megfelelően. Teljesen hasonló felvételeket nyertünk a  $\gamma(1, 0)$  (abszorpcióban természetesen  $0 \rightarrow 1$ )  $\lambda = 2154$  Å-nél fekvő sávról is.

A  $\gamma(0, 0)$  sáv felvételeiről a ZEISS-féle regisztráló fényelektromos mikrofotométerrel nyert sötétedésgörbék mutatja a 3. ábra, amelyben az abszcissa-tengely mentén balról jobbra



a növekvő hullámhosszakat, az ordinátatengely mentén fölülről lefelé a növekvő abszorpciokat (csökkenő lemezsötétedéseket) tüntetjük föl. A rajzon a  ${}^2I_{3/2}$  és  ${}^2I_{1/2}$  állapotú molekuláknak megfelelő abszorpciót sraffozással különböztettük meg egymástól. A  ${}^2I_{3/2}$  és  ${}^2I_{1/2}$  állapotú molekulák viszonylagos mennyiségét legegyszerűbben úgy határozhatnók meg, ha azonos rotációs kvantumszámú egy-egy  ${}^2I_{3/2}$ , illetőleg  ${}^2I_{1/2}$  sávvonal intenzitását összehasonlítani. Mivel azonban éppen az alacsony hőmérséklet következtében a vonalak száma csekély, a sávfej közelében pedig gyakoriak az összeesések, azért megfelelő vonalpár kiválasztása nem sikerült megbízhatóan és így a sraffozott területek arányát fogadtuk el az intenzitásarány mértékéül.

Két megfelelő (azonos rotációs kvantumszámú  ${}^2I_{3/2}$ , illetőleg  ${}^2I_{1/2}$  nivókról kiinduló és közös végnivóra érkező átmenethez tartozó) abszorpciós sávvonalra vonatkozólag az intenzitásarány a következő lesz:

$$Q(j) = \frac{P_{1/2} \cdot e^{-\frac{\varepsilon_{1/2}}{kT}}}{P_{3/2} \cdot e^{-\frac{\varepsilon_{3/2}}{kT}}},$$

ahol  $P_{1/2}$ , illetőleg  $P_{3/2}$  a statisztikai súlyok,  $\varepsilon_{1/2} = ch\nu_{1/2}(j)$ , illetőleg  $\varepsilon_{3/2} = ch\nu_{3/2}(j)$  pedig a  ${}^2I_{1/2}(j)$ , illetőleg  ${}^2I_{3/2}(j)$  kezdőállapotok energiája.  $Q(j)$ -t még következőkép is írhatjuk:

$$Q(j) = \frac{P_{1/2}(j)}{P_{3/2}(j)} \cdot \frac{e^{-\frac{ch\nu_{1/2}(j)}{kT}}}{e^{-\frac{ch\nu_{3/2}(j)}{kT}}} = \frac{P_{1/2}(j)}{P_{3/2}(j)} \cdot e^{-\frac{ch\Delta\nu(j)}{kT}},$$

ahol  $\Delta\nu(j)$  a kérdéses  $j$  kezdő-rotációs kvantumszámú vonalhoz tartozó dublett-felbontás  $\text{cm}^{-1}$  egységekben kifejezve.

Mivel, mint már említettük, az egyes vonalakat a kísérleti adatokból összehasonlítani nem állott módunkban, a továbbiakban két megfelelő (azonos  $j$ -hez tartozó)  ${}^2I_{3/2, 1/2}$  nivót, helyesebben valamely  ${}^2I_{1/2}(j)$ , illetőleg  ${}^2I_{3/2}(j)$  nivóról kiinduló hat-hat  $\gamma$  sávvonalat összefoglalva hasonlítunk össze.<sup>1</sup> Ismeretes, hogy

<sup>1</sup> Ugyanis minden egyes alapnivóhoz hat végnivó tartozik a  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  ágaknak és a  ${}^2\Sigma$  végnivó dublett-voltának megfelelően.

egy  $j$  rotációs kvantumszámú sávnívó statisztikai súlya általában  $2j+1$ , ahol a  $j$  magában foglalja már természetesen a tiszta magrotáción kívül az elektrontól származó impulzusnyomatékok és spinvetületet is. A  $\gamma$  sávok egy-egy  ${}^2H_{1/2}(j)$ , illetőleg  ${}^2H_{3/2}(j)$  nivójára vonatkozólag a statisztikai súlyok tehát egyenlők egymással; az azokról induló és a  ${}^2\Sigma$  közös végnívóra érkező átmenetekhez tartozó sávvonalak összes súlyai szintén egyenlők egymással és értékük  $2(2j+1)$ . Ha már most  $\nu_i^x(j)$ -vel a közös alapnívóhoz tartozó hat sávvonal közepes hullámszámát jelöljük, úgy két megfelelő  ${}^2H_{1/2, 3/2}$  nivó intenzitásának aránya:

$$Q(j) = \frac{2(2j+1) \cdot e^{-\frac{c h \nu_{1/2}^x(j)}{kT}}}{2(2j+1) \cdot e^{-\frac{c h \nu_{3/2}^x(j)}{kT}}}.$$

Ha pedig az összes  ${}^2H_{1/2}$ , illetőleg  ${}^2H_{3/2}$  nivókat összefoglaljuk és azok viszonylagos intenzitását,  $Q$ -t kiszámítjuk, így nyerjük:

$$Q = \frac{\sum_j 2(2j+1) \cdot e^{-\frac{c h \nu_{1/2}^x(j)}{kT}}}{\sum_j 2(2j+1) \cdot e^{-\frac{c h \nu_{3/2}^x(j)}{kT}}}.$$

Az alkalmazott alacsony hőmérsékleteken még mérhető intenzitással előforduló sávvonalak rotációs kvantumszámai alulmaradnak a  $j=30$  értéken.<sup>1</sup> Ily kis értékeknél a vonalak frekvenciái jó egyezésben állíthatók elő a

$$\nu_{1/2}(j) = \nu_{1/2}^0 + B_{1/2}(j + 1/2)^2$$

és

$$\nu_{3/2}(j) = \nu_{3/2}^0 + B_{3/2}(j + 1/2)^2$$

formulákkal. Itt  $B_{1/2}$ , illetőleg  $B_{3/2}$  a rotációs állandók a  ${}^2H_{1/2}$ , illetőleg  ${}^2H_{3/2}$  állapotokra vonatkozólag. A  $\gamma(0, 0)$  sáv esetében értékeik:<sup>2</sup>

$$B_{1/2} = 1.69 \text{ cm}^{-1}$$

és

$$B_{3/2} = 1.73 \text{ cm}^{-1}.$$

<sup>1</sup> L. pl. R. SCHMID, Zs. f. Phys. **49**, 428, 1928, 3a, 3b. táblázat.

<sup>2</sup> R. SCHMID, Zs. f. Phys. **64**, 84, 1930, 34. táblázat.

$\nu_{j_2}^0$ , illetőleg  $\nu_{j_2}^0$  pedig a  $\gamma(0, 0)$  sáv nullavonalainak hullám-  
számai:  $44078 \cdot 2 \text{ cm}^{-1}$ , ill.  $44078 \cdot 2 - \Delta\nu^0 = 44078 \cdot 2 + 120 \cdot 5 \text{ cm}^{-1}$ .  
 $Q$  értékére nyerjük tehát:

$$Q = \frac{\sum_j 4(j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} [\nu_{j_2}^0 + 1 \cdot 69(j+1/2)^2]}}{\sum_j 4(j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} [\nu_{j_2}^0 + 1 \cdot 73(j+1/2)^2]}} =$$

$$= e^{-\frac{ch\Delta\nu^0}{kT}} \cdot \frac{\sum_j (j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot 1 \cdot 69(j+1/2)^2}}{\sum_j (j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot 1 \cdot 73(j+1/2)^2}}.$$

A szummák értékeit az

$$\int_0^{\infty} (j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot 1 \cdot 69(j+1/2)^2} d(j+1/2),$$

illetőleg

$$\int_0^{\infty} (j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot 1 \cdot 73(j+1/2)^2} d(j+1/2)$$

kifejezések elegendő pontossággal approximálják. Mert bár az  
integrálok 0-tól  $\infty$ -re vonatkoznak, a szummákban pedig  $j$  a  
 $j=30$  értéket nem múlja felül, az egyezés mégis kielégítő lesz,  
tekintettel arra, hogy a  $(j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot B(j+1/2)^2}$  függvények kielé-  
gítik a

$$\left[ (j+1/2) \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \cdot B(j+1/2)^2} \right]_{\substack{T < 300 \\ j > 30}} < \frac{1}{100}$$

feltételt.

A két integrál hányadosa  $\frac{1 \cdot 73}{1 \cdot 69} = 1 \cdot 02$ .  $Q$ -ba helyettesítve:

$$Q = 1 \cdot 02 \cdot e^{-\frac{ch}{kT} \Delta\nu^0} = 1 \cdot 02 \cdot e^{-\frac{173}{T}}.$$

Ha  $T$  értékét  $80^\circ \text{ K}$ ,  $200^\circ \text{ K}$  és  $290^\circ \text{ K}$ -nak vesszük, nyerjük:

	$80^\circ \text{ K}$	$100^\circ \text{ K}$	$290^\circ \text{ K}$
$Q_{\text{elm.}}$	8.86	2.42	1.86

mint a  ${}^2H_{1/2}$ , illetőleg  ${}^2H_{3/2}$  sávok intenzitásának kiszámított viszonyát. A 3. ábrán a területek aránya:

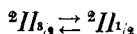
	80° K	200° K	290° K
$Q$ észl.	10	2·1	1·7

A kísérletadta értékek a számítottakkal nem egyeznek pontosan, amit részben a számításoknál fellépő elhanyagolásoknak, nagyobb részben pedig a sötétedésgörbék területének a dolog természetéből folyó nem egészen pontos meghatározásának tulajdonítunk. Mindamellett a hőmérséklettel való változás félreismerhetetlenül bizonyítja a  ${}^2H_{1/2}$  állapotú molekulák viszonylagos mennyiségének a hőmérséklettel való csökkenését. Láthatjuk továbbá, hogy:

$$Q(290^\circ \text{ K}) : Q(80^\circ \text{ K}) = 1 : 5,$$

amint az az 5. oldal thermodinamikai megfontolásai alapján várható volt.

Mint már említettük, a felvételek időtartama körülbelül 10—12 óra volt. A kísérleti és számított koncentrációviszonyeltolódás jó egyezése bizonyítja, hogy a kétféle nitrogén-oxid molekula kölcsönös átalakulása és ennek következtében a nitrogén-oxidgázban a hőmérséklettől függő thermodinamikai egyensúly beállása a kísérletek időtartamánál jóval rövidebb idő alatt bekövetkezik. Ez azért említésreméltó, mert a



átmenet *tilos*, amennyiben az átmenetet *dipolsugárzás* kíséri. Igaz ugyan, hogy az egyensúly quadrupol- vagy magasabbrendű sugárzásokkal, vagy ütközések útján is beállhat; ezen utóbbi mechanizmusoktól azonban várható, hogy az egyensúly viszonylag lassan jön létre. RASETTI<sup>1</sup>-nek egy, kísérleteink befejezése után megjelent dolgozatából, amelyben ő a nitrogén-oxidgáz RAMAN-effektusának vizsgálatával megállapítja, hogy a  ${}^2H_{1/2} \rightarrow {}^2H_{3/2}$  átmenet a higanýív sugárzásával gerjesztett RAMAN-spektrumban

<sup>1</sup> F. RASETTI, Cím (N. S.) 7, 261, 1930, Nr. 7. Referátum a Phys. Ber.-ben 1930. évi 24. füzet 2786. lap.

észlelhető, az is kiderül, hogy a kétféle nitrogénoxid temperatura-egyensúlya RAMAN-sugárzás útján is beállhat. Csak további vizsgálatokkal dönthető el, hogy a kétféle nitrogénoxidnak kísérleteinknél észlelt gyors kölcsönös átalakulása milyen mechanizmus szerint folyik le.

További kísérleteinkben egyrészt más  $^2H$  alaptermő molekulákon, különösen ionizált oxigéneken és ionizált sósavon óhajtjuk a talált effektust megkeresni, másrészt előbb  $NO$ , majd  $O_2^+$  és  $HCl^+$  molekulákon STERN-GERLACH-féle kísérleteket végezni. Ez utóbbitól várjuk, hogy alacsony hőmérsékleten, ahol a diamágneses molekulák vannak túlsúlyban, lényegesen más lesz a felbontás intenzitáseloszlása, mint magas hőmérsékleten, ahol a paramágneses molekulák koncentrációja is jelentékeny. Reméljük továbbá, hogy a paramágneses és diamágneses molekulák mágneses térben szeparálhatók, valamint, hogy nagy ritkítás mellett (amikor az ütközések lehetősége kicsi) külön-külön konzerválhatók is lesznek.

\*

Jelen vizsgálat a kir. József Műegyetem kísérleti fizikai intézetében (igazgató dr. POGÁNY BÉLA műegyetemi tanár) készült, az Országos Természettudományi Kongresszus Végrehajtó Bizottsága és a *Széchenyi* Tudományos Társaság által rendelkezésre bocsátott eszközök és anyagok felhasználásával. A BAY-STEINER-lámpákat, higanygőzlégszivattyúkat és DEWAR-edényeket az *Egyesült Izzólámpa és Villamossági R.-T.* «*Tungsram*» kutató laboratóriuma, a magasfeszültségű transzformátorokat a *Ganz-féle Villamossági, Gép-, Waggon- és Hajógyár R.-T.* bocsátotta rendelkezésre. Megradjuk az alkalmat, hogy nagylelkű támogatásukért leghálásabb köszönetünknek kifejezést adhassunk.

DIE VERSCHIEBUNG DER RELATIVEN  
KONZENTRATION DER PARAMAGNETISCHEN ( ${}^2H_{3/2}$ )  
UND DIAMAGNETISCHEN ( ${}^2H_{1/2}$ ) MOLEKÜLE IN  
STICKOXYDGAS.

Von E. BRÓDY<sup>1</sup>, T. MILLNER<sup>1</sup> und R. SCHMID.<sup>2</sup>

Der Grundzustand der *NO*-Moleküle ist ein  ${}^2H$ -Zustand mit einer Dublettaufspaltung von  $120\cdot5\text{ cm}^{-1}$  (entsprechend  $343\text{ cal/Mol}$ ). Daraus folgt, dass bei Zimmertemperatur im *NO*-Gas beide Molekülarten in ungefähr gleicher Konzentration vorhanden sind, bei tiefen Temperaturen dagegen die energieärmere, diamagnetische Molekülart im Gleichgewicht vorwiegt. Die relative Konzentrationsverschiebung der beiden *NO*-Molekülarten mit der Temperatur wurde durch Aufnahmen der  $\gamma(0, 0)$  Absorptionsbanden verfolgt und in Übereinstimmung mit den Berechnungen gefunden.

Vollinhaltlich erschien die Arbeit in der *Zschr. für Physik*, **68**, 395, 1931.

---

<sup>1</sup> Aus dem «Tungsram» Forschungslaboratorium der Vereinigten Glühlampen und Elektrizitätswerke A. G. Újpest bei Budapest.

<sup>2</sup> Aus dem Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Budapest.

## NÉHÁNY ADAT A BALATONVIDÉK MOSZATAINAK ISMERETÉHEZ.

SCHERFFEL ALADÁR 1. tagtól.

Jelen közleményem mintegy folytatása, kiegészítése a már előbb megjelent közleményeimnek (Einige Daten zur Kenntnis der Algen des Balaton-See-Planktons. Folia Cryptogamica, 1930. 1. kötet, 7. sz. 749—766. o. és Néhány érdekesebb alsórendű szervezet a Balatonból és annak környékéről. A Magyar Biológiai Kutató Intézet I. osztályának munkái. 1930. 254—259. o.), s mint ilyen, csak olyan algák elősorolására szorítkozik, melyek mindeddig ezen területről nem közöltettek, erre nézve újak, de egyúttal oly megjegyzéseket is tartalmaz, melyek egyik-másik ilyen algára vonatkozó ismereteinket bővítik s ennél fogva általánosabb jelentőséggel bírnak.

Hogy mikroszkópikus kicsinységű szervezeteknek megtalálása mennyire szerencse dolga, hogy ennek következtében valamely terület sohasem — még az intenzív kutatás után sem — mondható *teljesen* ismertnek, annak illusztrálására szolgálhat a Balaton phytoplanktonja is, melynek ismét néhány új tagját mutathatom be.

**Chlamydomonas globosa** SNOW. (*Chlamydomonas eriensis* PRINTZ.) A rajzó sejt kicsiny, kevésbé ovális, átmérője  $8-9 \times 7-8 \mu$ , némelykor tojásdadalakú vagy asymmetrikus (egyenlőtlen oldalú). Vékony, síma fala rendszeren többé-kevésbé elálló, úgy hogy a sejt a burok lumenjét nem tölti ki teljesen s benne forogni képes. Csúcs-papilla nincs; a két, kb.  $12 \mu$  hosszú csilangó egyenlő. Aljuknál van a contractilis vacuola. A sejt, illetve a chromatophor basális részében van egy tekintélyes nagyságú



ovális, ferdén fekvő pyrenoid és annak közelében — a sejt középső részében — egy parietális, sokszor feltűnően nagy ( $2.5 \mu$  átmérőjű) stigma (1a. ábra).

Rendesen egy négy sejtől álló csoport vastag, szintelen, gömbölyű nyálkába (mely csak tusemulsióban tűnik elő) beágyazva lebeg a vízben. Sokszor egy ilyen nyálkatest két-két ilyen négyes csoportot — nyilván két fióksejt leszármazottját — zár magába. Ezen nyálkagömböcskék, melyek világosan mutatják az alkalmazkodást a planktonikus (lebegő) életmódhoz, szoros összefüggésben vannak a szervezet szaporodásával, mire azon barázda-



1. ábra. *Clamydomonas globosa* SNOW. a Rajzó. s = stigma. p = pyrenoid. cv = contractilis vacuola. b Oszlásban? levő nyálkatest két négyescsoporttal (tusemulsióban).

szerű befűződés is utal, mely a nyálkagömbön, aequátorja tájékán mutatkozik (1b. ábra).

A planktonban Chlamydomonások nem igen fordulnak elő s így ez az eset feltűnő s említésreméltó. Ha ezen általam észlelt alak nem is egyezik meg teljesen azzal, melyet PASCHER WF I = Süßwasserflora. H = Heft 4. p. 192.)<sup>1</sup> leír, mégis hajlandó vagyok ezt annak tekinteni; mindenesetre igen közel áll hozzá. Különben ezen érdekes forma beható tanulmányozást igényel. 1930. március közepén.

**Elakatothrix gelatinosa** WILLE. (PASCHER SWFl. H. 5. p. 220. Fig. 26.) Állott Balaton-planktonban ezen ritka planktont mutatkozott 1930. május elején.

Az orsóalakú, mindkét vége felé egyformán, egyenletesen hegyeződött,  $16 - 20 \mu$  hosszú,  $4 - 5 \mu$  vastag, chlorophyllzöld sejtek sokszor igen nagy számmal szabálytalan alakú, csipkézett nyálkában vannak beágyazva, amelyben azután rendetlenül, össze-

vissza fekszenek. A sejtek tipikusan harántul kettéoszlanak és akkor vastag tompa végüket egymásfelé fordítva páronként hosszhat fekszenek egymás mellett. Később ezen vastag végek, egymásnak kitérve, hegyesre kinőnek (mint a *Raphidium nivale* és *pyrenogerumnál*), miáltal a sejt kiegészülve, tipikus orsóalakját nyeri vissza. A szervezet nagyon hasonlít a *Raphidium pyrenogerumhoz*, de ott a nagyobb kolóniák nem állanak oly sok sejtből, és a pyrenoid úgy látszik kisebb, nem annyira feltűnő.

**Actinastrum Hantzschii** LAGERH. Ezen tavaly a kővágó-örsi Gábor-tóból közölt planktonmoszat (SCHERFFEL A. Néhány érdekesebb alsórendű szervezet a Balatonból stb. I. c. 258. o.) ezidén előkerült a Nagy-Balaton planktonjából is március 13-án, mégpedig var. *fluviatile* alakjában. Sejthosszúság  $17\mu$ , vastagság  $3\mu$ . Négy sejtből álló coenobiumok.

\*

A Biológiai Kutató Intézet előtti, a part védelmére szolgáló kövek közül dr. HORVÁTH DEZSŐ úr június havában néhányat hozott fel az intézetbe, amelyet valami barna fonálmoszat lepett el; mely tiszta Diatomacea-barna csillagszerű chromatophorjaival annyira megtévesztett, hogy eleinte egy új Chrysophyceára vagy egy a Dinophyceák körébe tartozó új moszatalakra gondoltam. De mikor másnap az elhaló sejtekben előtűnt az ibolyaszín, a Phycoerythrin, világos lett, hogy a moszat nem egyéb, mint a *Bangia atropurpurea*. A *Bangia atropurpurea* a mozgásban levő vizet kedveli, rendszeren malomkerekeken, gátakon, vízesésekben található. Itt, a tihanyi parton a gyakori és erősebb hullámverés adja meg neki a létfeltételeket, ámbár előnyben részesíti a fás szubstrátumokat.

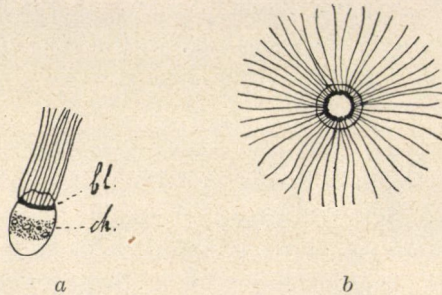
\*

A «Belső-tóból», a tihanyi félsziget ezen egyetlen értékes moszatlelhelyéről a Biológiai Intézet közelében, a következőket említem.

**Oedogonium capilliforme** KÜTZ. (PASCHER SWFl. H. 6. p. 196. n. 52. fig. 282.) Ezen szép, tekintélyesebb vastagságú, kétlaki *Oedogonium* nagy bőségben jelent meg az 1930. év nyarán



s július hó közepén fruktifikált. A nő- és hímnemű fonalak körülbelül egyformán, rendszeren  $35\ \mu$  vastagok ( $26.4-39.6\ \mu$ ). Az egyesével álló oogoniumok alakja változó, lelapított gömb vagy basális irányban keskenyedő tojásdadalakú és többé-kevésbé mérsékelten felduzzadt. Minden antheridium két, egymásfelett fekvő spermatozoidot hoz létre, mely kilépésekor egy tágas, szintelen hólyagba van zárva. A spermatozoid tojásalakú és feltűnő fehéresen fénylő plazmából áll; szintelen testének középső részében van egy ovalakú, halványzöld chromatophor vagy a hátsó fele zöld és szemcsés. A mindig szintelen mellső részében fel-



2. ábra. *Oedogonium capilliforme* Kütz. Spermatozoid. *a* oldalról; *b* felülről nézve. *bl.* = Blepharoplast. *ch.* = chromatophor.

tűnő módon látható egy erősen fénytörő, fénylő, vastagodott, lécszerű gyűrű a blepharoplast (*bl.* 2. ábra).<sup>1</sup> Belőle erednek nagy számmal az igen finom, feltűnően hosszú csillangók, melyek másfél olyan hosszúak, mint a spermatozoid teste. A csillangók itt tehát nem a spermatozoid zöld és szintelen részének határán erednek, hanem teljesen a mellső szintelen rész közepéből, úgy, mint én ezt az *Oedogonium rufescens* vegetatív rajzóinál megállapítottam. (SCHERFFEL A., Über einige Oedogonien mit halbkugeliger Fusszelle. Ber. d. d. bot. Gesellsch. Bd. XIX/1901. p. 558. Taf. XXXI. fig. 1.) Amennyire ezt in vivo látni lehetett, a sejttag az elülső részben, a blepharoplastól egy kicsit lejjebb

<sup>1</sup> Ezen *Oedogonium* spermatozoidja kiválóan alkalmas objektum a blepharoplast in vivo való észlelésére, demonstrálására.

feküdt, amit, tekintettel arra, hogy KLEBAHN az *Oedogonium Boscii* spermatozoidjában a magot a sejt hátsó végében találta, megemlítésre méltónak vélek.

Az *Oedogonium capilliforme* a Balaton vidékéről — tudtommal — nem ismeretes, a Balaton Monográfia nem említi, de Magyarországra nézve nem új.

**Nostoc Linckia** (ROTH) BORN? Fonálmoszatokon ülve, nem ritkán kerekded vagy határozatlan alakú, csekély nagyságú, látszólag fiatal Nostoc-telepek láthatók, melyeknek trichomája annyira sűrűen összegomolyodott, hogy a telep egy gömbölyded tonnaalakú,  $4\mu$  széles sejtekből álló tömör sejthalmaz benyomását kelti. A sejtek között gyéren  $6\mu$  nagyságú gömbölyű heterocysták láthatók s kedvezőbb esetekben világosan lehet látni a telepet felépítő fonalat, miáltal bebizonyul, hogy itt egy Nostoc-kal van dolgunk. A telep kifelé rendesen elég élesen van határolva, de a peripherikus fonalrészekeken sem látható nyálkahüvely; a telepnyálka külső határa szintelen. A legfeltűnőbb azonban a sejtek intenzív ibolyaszíne (amethystszín), mely különösen a telep centrális részében érvényesül, míg a periphéria felé a sejtek sokszor barnásak, vagy piszkos zöldszínűek. De vannak egészen barnásszínű telepek is.

A telepek ezen feltűnő tarkasága, színváltozatossága és a sűrűen összegomolyodott  $4\mu$  nagyságú, tonnaalakú sejtekből álló fonál az, mely alapon én ezen Nostoc-ban a Nostoc Linckiát látom (vesd össze PASCHER SWFl. H. 12. p. 298. n. 6). Elég gyakori júliustól novemberig.

A fonálmoszatokon epiphytikusan előforduló Cyanophyceák sorából itt kell megemlítenem a *Calothrix brevissima* G. S. WEST. *Calothrix stagnalis*-t GOM. és a *Lyngbya epiphytica*-t HIERON.

Ezek között elsősorban említésreméltó a *Calothrix brevissima* G. S. WEST. (Lásd PASCHER SWFl. H. 12. p. 221. n. 1. fig. 259.) Cladophorán és Rhizoclonium?-on. 1930 őszén.

A trichoma hosszúsága igen változó. Míg a legrövidebbek — éppen letelepedett, rendesen 5—9 sejtből álló hormogoniumok — 23—30  $\mu$  hosszúak, a leghosszabbak 180  $\mu$ -t is elérnek. Az egészen rövidek egész hosszúságukban a szubstrátumon fekszenek, ahhoz szorosan hozzásimulva, a hosszabbak ellenben csak a basális

részükkel (mely körülbelül a volt hormogonium hosszúságának felel meg) oldalt tapadnak a szubstrátumhoz, míg a felső rész ferdén felfelé növekedvén, szabadon eláll a szubstrátumnak szolgáló moszatfonáltól. A fonál basális sejtje mindig egy gömbölyded, kissé fordított kúp alakú heterocysta, melynek sejtjében sokszor rikító zöld. A szűk, vékony, de szilárd hüvely szorosan körülveszi a trichomát s az apicalis részben csak ott látható, ahol — hormogonium eltávozása következtében — az kiürült. A hüvely hengeres. A trichoma ugyan alul legvastagabb, 6—9  $\mu$ , de a csúcán is még 4—5  $\mu$ . A vékonyodás tehát csekély, alig számbavehető. A trichoma végsejtje lekerekített. A fonál alsó részében az oszlási frequentia csekélyebb, mint feljebb, úgyhogy itt a sejtek magassága majdnem olyan, mint szélességük, a felsőrészben azonban (magasabb oszlási frequentia következtében) magasságuk csak félakkora. A sejtek színe livid (hullafolt-színű, fakó kékeszöld), de vannak esetek, ahol a basális sejtek sötét, ibolyásba hajló kékeszöld színnel bírnak.

GEITLER (PASCHER SWF). H. 12. p. 221.) szerint e faj főjellege a csúc felé alig vékonyodó fonalakban rejlik s e tekintetben az összes *Calothrix*-fajok között magában áll. Ha elfogadjuk ezen álláspontját, akkor a mi alakunkat — tekintve a többiekben való nagymérvű megegyezést — csak a *Calothrix brevis-simanak* tekinthetjük, mely Afrikából, a Victoria-Nyanza-tóból ismeretes. Ez a lelet ismét eggyel szaporítja azon alakoknak számát, melyek eddig csak onnét voltak ismeretesek.

A *Calothrix stagnalis*-t GOM. (PASCHER SWF). H. 12. p. 229. fig. 227.) ez év nyarán és ősszel észleltem.

*Lyngbya epiphytica*-t HERON. 1930. nov. hóban. A vékony fonalak korántsem mindig spirálisan fonják körül a *Cladophora*-t, de inkább a *Rhizoclonium*-fonalat. Van ebben szabályosság, de szabálytalanság is.

*Characiopsis subulata* (A. Br.) BORZI. *Cladophora*-n epiphyticusan. Gyakori. A sejt közepében van egy pyrenoidszerű test, de a keményítő reakció itt negatív. Sejtmagnak ezen test — mely nem könnyen vehető észre — túlságosan compact.

*Characiopsis pyriformis* (A. Br.) BORZI. Ritkább, mint az előbbi. Szintén *Cladophora*-n.



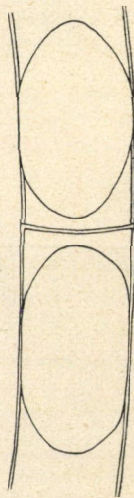
1930. április elején ENTZ GÉZA kedves kollégám Kővágóörs vidékéről egy sterilis Conjugata próbát hozott az intézetbe, mely Spirogyra- és Zygnemá-ból állott. Ugyanez év május végén mind a kettő frutifikált s így a meghatározásuk lehetővé vált. A Spirogyra,

**Spirogyra longata (Vauch.) Kütz. volt.**

Mint e faj egyik különös jellegét — melyet az irodalomban nem talállok felemlítve — említhetem, hogy a teljesen hengeres, minden duzzanat nélküli női gametangiumban a hengeresen ovális, egészen hosszúkás zygoták oldaluk egy többé-kevésbé kiterjedt részével *szo-rosan* hozzásimulnak, azaz érintik a gametangium falát (3. ábra).

Sokkal fontosabb volt ennél a Zygnema, mely **Zygnema (Hallasia) reticulatum. Hallas-** (Om en ny Zygnema-Art med. Azygosporer. Botanisk Tidsskrift. Bd. 20. p. 1—15. Tav. 1., 2.<sup>1</sup>)-nak bizonyult. A Zygnema genus «Hallasia» szekciójának ezen egyedüli, eddig ismert képviselője csak Dániából volt ismeretes. Ezen ritkaságnak magyarországi előfordulása tehát igen érdekes s említésreméltó.

Én is csak azygosporákat észleltem, copulatiót ellenben nem. Az azygosporák *alakja* egyezik a *Debarya glyptosperma* zygotáinak alakjával, de a spóra membránsculpturája itt egészen más, tudniillik recés-gödörkés (4. ábra). Ezen alakbeli meg-egyezésről eddig nem történt említés, mert — úgy látszik — nem vették észre. Oldalról nézve a spóra nagyjában vastag biconvex lencsealakú, tehát összenyomott (4a. ábra). Felülnézetben pedig köralakú (4b. ábra). Legalább a recés-gödörkés mesospórium két csészealakú félből van összetéve,



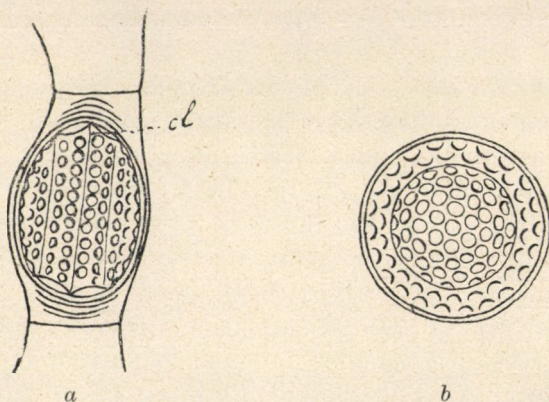
3. ábra.  
*Spirogyra longata* (Vauch.)  
Kütz. Zygoták.

<sup>1</sup> Dr. MOESZ GUSZTÁV múzeumi igazgató úrnak e munkának idekölesönzéseért a budapesti Magyar Nemzeti Múzeum vezetése alatt álló Növény-tárából, valamint HANS SCHLESCH úrnak (Kobenhavn), a dán szöveg lefordításáért ezennel is köszönetet mondok. L. KOLDERUP-ROSENVINGE: «Note sur la Zygnema reticulatum Hallas» című munkája (Revue Algologique. 3. 1924.) sajnos nem állt rendelkezésemre.



melyek egyenes, éles széleikkel szorosan összeérve, tok módjára körülzárják a spóra belsejét. Hogy a fal ilyen összetétellel bír, azt szintén nem hangsúlyozták,<sup>1</sup> de tekintettel STEINECKE felfogására, mely szerint a Conjugáták sejtfa is skatulyaszerkezettel bír (STEINECKE F. Die Zweischaligkeit im Membranbau der Zygemalen und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Conjugaten. Botan. Archiv. 1926, Bd. 13. p. 328—340.), ez rendkívül fontos, általánosabb jelentőségű.

Az erősebben fénytörő anyag (HALLAS szerint cellulose), mely az azygospórát magábazáró anyasejtet a spóra képződése után



4. ábra. *Zygnema (Hallasia) reticulatum*. HALLAS. Azygota. *a* az anyasejtben oldalról. *cl* = a hártyafelek contact. vonala. *b* felületről nézve.

kitölti, már életben igen szép rétegzettséget mutat (4*a*. ábra), ami HALLAS ábráiban nem talál kifejezésre, noha a szövegben említés van róla (l. c. p. 5., de csak chromsavval való kezelés

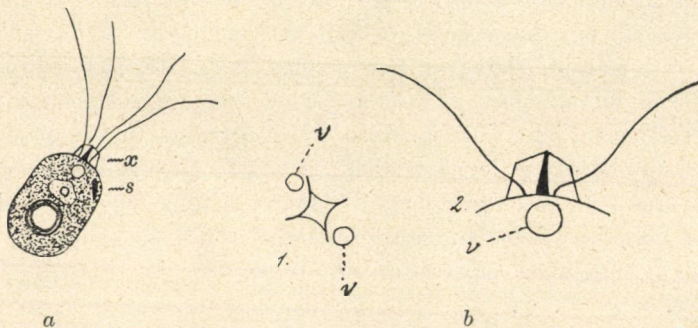
<sup>1</sup> Ámbár Hallas (l. c. p. 7.) COHN egyik kifejezésével élve, azt mondja, hogy a spora csírázásánál úgy felnyílt, «mint egy Cypris héjjai», amit a 2. tábla 19. ábrája is mutat, mégis ezen ábra magyarázatánál (l. c. p. 14.) és a francia kivonatban (l. c. p. 16.) «megrepsztesről» szól. Ugyanígy fejezi ki magát PRINTZ (ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien, 2. kiadás Bd. 3. 1927. Chlorophyceae p. 371.), de ez nem helyes, mert a membrán két része az érintkezési vonalban csak szétválík. «Megrepedni» pedig csak valami eredetileg egységes repedhet.



után). G. S. WEST (A treatise on the British Freshwater Algae. Ed. 1. 1904. p. 127.) ugyanezt a jelenséget a *Debarya* genusnál mint különlegességet említi, ez tehát nemcsak ott, hanem itt is előfordul.

\*

1929. június hó 24-én dr. KOL ERZSÉBET kisasszony **Lesence-istvánd**-ról hozott ottani vízzel egy csomó *Sphagnum*-ot a tihanyi Biológiai Kutató Intézet-be. Én ezt a próbát — mely alig volt nevezhető «moszat»-próbának — mostanáig, desztillált víz időnkénti hozzáadásával, fenntartottam. A *Sphagnum* idővel tönkrement, de a mellett a moha között lévő moszatok részben megmaradtak, továbbfejlődtek. Ezen «kultúrából» közlöm a következő és a Balaton vidékére új moszatokat.



5. ábra. *Carteria Olivieri* G. S. WEST. a Rajzó. b Sejthártyaszemölcs. 1. felülről nézve (optikai keresztmetszete) 2. oldalról (optikai hosszmetzete) v = vacuola.

**Carteria Olivieri.** G. S. WEST. (PASCHER SWFl. H. 4. p. 152. n. 12. fig. 100.) Nagy számmal már 1930. március havában. Ezen *Volvocinea*-t eddig csak Angliában találtak. Legérdekesebb itt és figyelmet érdemel a sejthártyának szemölcsse, mely a test lapított mellső végéből hirtelenül kiemelkedik és egy kb.  $4\mu$  széles és  $2\mu$  magas úgynevezett «keresztalakú» papillát képez. Oldalhatárai optikai hosszmetzetenben egy csonka kúpot ábrázolnak, melynek csúcsa lapos piramis módjára hegyeződik (5. ábra b2.). Az optikai keresztmetzeten egy négyzet, kissé homorú oldalakkal, a szögek pedig szárnyszerűen lécekké fejlődtek (5. ábra b1.).

Ilymódon létrejön négy, keresztben álló fülke, melyeknek aljából kiindul egyesével a négy egyenlő hosszú csillangó. A csillangók hossza körülbelül  $\frac{5}{4}$ -szerese a sejttest hosszának. Ha oldalról pontosan a szemölcs egyik bordájának élére nézünk, ez erős fénytörésével mint egy, az apicalis vég centrumából kiemelkedő  $4\mu$  hosszú tüske tűnik szemünkbe, mert a szemölcs szomszédos szárnyainak körvonalai gyenge fénytörésüknél fogva csak nehezen s gondos észlelésnél ismerhetők fel (5. ábra *a* és *b2*). Ez a kép — látszólag egy rövid «tüske» a sejt elülső végén — oly jellemző a mi alakunkra, hogy ez ennek alapján könnyen felismerhető. A test felső rétegében, a papilla alján, van két (valószínűleg contractilis) vacuola. A rendszeren jól kifejlődött parietális stigma azon szögletben van, melyet a sejt egyenes oldala a lelapított mellső véggel képez. A sejt hátsó harmadában fekszik egy nagy kerek pyrenoid s az egész sejtet zöldre festő chromatophorban van sok stromakeményítő és a sejtnedvben sok durva, erősen fénytörő, fekete szemcse, melyeknek természetét nem ismerjük (5. ábra *a*). Nagyságra nézve a sejtek igen különbözők. A legnagyobbak  $18 \times 14\mu$ , a legkisebbek csak félakkorák,  $8.8 \times 7.7\mu$  voltak. Példányaim tehát jóval kisebbek voltak, mint a WEST-éi. Szaporodásnál 4 fióksejt képződik az anyasejt belsejében úgy, mint azt WEST rajzolja (PASCHER l. c. p. 152. fig. 100. c).

A *Carteria Olivieri* tehát valóban «keresztalakú» papillával bír éppúgy, mint a *Carteria crucifera* KORSCHIKOFF.<sup>1</sup> PASCHER gyanúja (l. c. p. 52.) beigazolódott. A *Carteria crucifera*val nem azonosítható, már csak azért sem, mert a *C. crucifera*nál a sejt-mag nem a pyrenoid előtt, hanem mögötte, a sejt hátsó végében fekszik. Igaza lehet azonban KORSCHIKOFFnak abban, hogy e két *Carteria*-faj egymással rokon. WEST felfogását ellenben, hogy a *C. Olivieri*-je közel áll a *Carteria obtusa* DILL.-hoz, alaptalannak tartom.

*Carteria radiosa* KORSCHIKOFF (PASCHER SWFl. H. 4. p.

<sup>1</sup> PASCHERNÁL (SWFl. H. 4. p. 152. és p. 157.) *Carteria crucifera* helyett hibásan áll *Carteria cruciata*. Ilyen nevű faj az egész SWFl.-ban nincs.

155. fig. 105.) az előbbinek társaságában ugyanottan, de ritkábban. 1930. október hó végén.

A gömbölyű nagyobb sejtek átmérője  $18\mu$ . Az igen nagy ovális pyrenoid a sejt hátsó részében harántul fekszik, előtte a sejt-mag a meglehetősen nagy stigma szintén elől és a papilla szemölcs-alakú (lekerekített domború), nem élesen kiemelkedő. Az egész sejtet beborító chromatophor felülről tekintve többé-kevésbé világosan sötétebb hosszanti csikoltságot mutat, optikai hossz-metszetben pedig többé-kevésbé világosan — de nem oly feltűnően, mint azt KORSCHIKOFF ábrája (PASCHER l. c. p. 155. fig. 105.) mutatja — a pyrenoidtól kiindulva sugarasan szétterjedő csikoltságot.

Ez a faj eddig csak Oroszországból (Charkow) volt ismeretes.

Alak- és nagyságra nézve egyezik a *Carteria globosa*-val, de a papilla jelenléte által könnyen megkülönböztethető attól. A chromatophor szerkezete ellenben nem mindig könnyen ismerhető fel.

**Closterium Venus** Kürz. Ugyanottan nagy mennyiségben. Mindig csak egy pyrenoid van minden sejtfélben.

**Gloeodinium montanum** KLEBS. Ez a lápokat kedvelő szervezet is itt található.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1931. jan. 12-én tartott üléséből.)

EINIGE DATEN ZUR KENNTNIS DER ALGEN  
DES BALATONGEBIETES.

Von ALADÁR SCHERFFEL.

Vorliegende Mitteilung bildet gewissermassen eine Fortsetzung und Ergänzung meiner bereits früher erschienenen Arbeiten und beschränkt sich darum nur auf solche Arten, welche für dieses Gebiet neu sind. Es sind dies

*Chlamydeomonas globosa* SNOW,  
*Elakathrix gelatinosa* WILLE,  
*Actinistrum Hantzschii* LAGERH. var. *fluviale*,  
*Bangia atropurpurea*,  
*Oedogonium capilliforme* KÜTZ,  
*Nostoc Linckia* (ROTH) BORN?,  
*Calothrix brevissima* G. S. WEST,  
*Calothrix stagnalis* GOM,  
*Characiopsis subulata* (A. Br.) BORZI,  
*Spirogyra longata* (VAUCH) KÜTZ,  
*Zygnema (Hallasia) reticulatum* HALLAS.

Die Arbeit erscheint deutsch in den Math. und Naturw. Berichten dieser Akademie.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. Januar 1931.)

# ADATOK A POLYSACCHARIDOK RÉSZLEGES LEBONTÁSÁNAK PROBLÉMÁJÁHOZ.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ 1. tag székfoglalója.

(Hat mikrofényképpel külön táblákon.)

## Bevezetés.

Tekintetes Akadémia!

Mióta a szerves vegytan megkezdte fényes pályafutását, állandó a tudományos közvélemény érdeklődése a *szénhidrátok* iránt. Nemcsak az elméleti kémia merített belőlük új gondolatokat, hanem a gyakorlati élet és az ipar is nagymértékben dolgozik velük. Azonkívül a biológiai és orvosi tudományágak egész sorozata, köztük több, a normális és kóros anyageserével foglalkozó szak is megkívánja a szénhidrátok alapos tanulmányozását.

Már korán felismerték, hogy a természetben előforduló nagyszámú szénhidrátot tulajdonságaik alapján két nagy családba lehet osztani: megkülönböztetünk vízben oldható, édes *cukrokat* és oldhatatlan, íztelen, magas molekulásúlyú *polysaccharidokat*. Úgy látszott, hogy a cukrok felkutatása EMIL FISCHER mesteri munkáival nyugvópontra jutott, azonban a megállás csak rövid tartamú volt és FISCHER halála után az új feladatok egész sorozata vetődött fel, a cukrok szerkezetét, átalakulásait és addig még ismeretlen típusú származékait illetőleg. Németországban BERGMANN, FREUDENBERG, HELFERICH, SCHLUBACH és mások, Angliában IRVINE, továbbá HAWORTH, Magyarországon ZEMPLÉN GÉZA és iskolája dolgozik e problémákon különös sikerrel.

Teljesen más képet nyújtanak a polysaccharidok, jelenlegi

ismereteink megvilágításában. Hogy legfontosabb és a növényvilágban legerjedtebb képviselőjük, a földünkön legnagyobb mennyiségben előforduló szerves vegyület, a *celluloz*, erélyes lebontásának szőlőcukor a végterméke, azt már BRACONNOT kísérletei megmutatták, több mint 100 évvel ezelőtt.<sup>1</sup> Azonban, hogy miként függnek össze a glükózgyökök egymással, és főleg, hogy hány szőlőcukornak kell összekapcsolódnia a polysaccharid sajátos tulajdonságainak kialakulásáig, az mind a mai napig vitás maradt.

A már FISCHER által is feltételezett glükozidszerű összekapcsolódás mellett szól, hogy kerülő úton, acetolytikus bontás segítségével sikerült FRANCHIMONT-nak,<sup>2</sup> továbbá SKRAUP-nak<sup>3</sup> vattából vagy szűrőpapírból kiindulva, egy összetett cukrot, a cellobiozt előállítania, amelynek szerkezetét később HAWORTH<sup>4</sup> és tőle függetlenül ZEMPLÉN<sup>5</sup> tisztázta.

A rendkívül magas molekulásúlyúnak látszó, kolloidális természetű, amorf celluloz és a kismolekulájú, kristályos cellobioz között az analog termékek hosszú sorának kell léteznie, mert a lebontást szenvedő polysaccharid nem ugrásszerűen, hanem fokozatosan eltolódó tulajdonságú termékeken keresztülhaladva jut el az egyszerű cukor állapotáig. Minthogy e hidrolízisnek hosszú időn át csupán kiindulási pontja és két végterméke volt ismert, míg a közbeneső lépcsőfokok preparatív szempontból teljes homályban maradtak, 1913-ban WILLSTÄTTER professzor úrral megkíséreltük a polysaccharid részleges lebontását, sósav segítségével. Vattából kiindulva, sikerült is egy trisaccharid- és egy tetrasaccharid-készítményt elkülöníteni, igaz, hogy nem teljesen tiszta állapotban és származékok előállítására nélkül.<sup>6</sup> A tetraoznál magasabb termékek akkor nem jutottak kezünkbe.

<sup>1</sup> Ann. chim. [2] 12, 172 (1819) és 25, 81 (1827).

<sup>2</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 12, 1941 (1879).

<sup>3</sup> SKRAUP und KÖNIG: Ber. d. d. chem. Ges. 34, 1115 (1901), Monatshefte f. Chem. 22, 1011 (1901).

<sup>4</sup> CHARLTON, HAWORTH, ST. PEAT, Journ. chem. soc. 129, 89 (1926); HIRST: ugyanott 129, 350 (1926).

<sup>5</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 59, 1254 (1926).

<sup>6</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 62, 722 (1929).

A háború kitörésekor megszakadtak e kísérletek, azonban már a csonkán maradt munka is azt a meggyőződést ébresztette, hogy érdemes alkalomadtán e vizsgálatokat nemcsak folytatni, hanem új irányokba, tudniillik a magasabb termékek felé kiterjeszteni. A kedvező alkalomra való várakozás 15 esztendeig tartott. 1929-ben lépett intézetembe dr. TÓTH GÉZA tanársegéd úr, akiben lelkes és kitartó munkatársra találtam és akinek e helyütt is köszönetet mondok fáradozásáért. Az új vizsgálatok módszereit és szerény eredményét pedig a következőkben leszek bátor előterjeszteni.

### A kísérletek menete.

Ha vattát 40%-os sósavban oldunk és a folyadékot egy napig állni hagyjuk, szinte az egész anyag átalakul szőlőcukorrá. Ha azonban már 3—4 óra elteltével megszakítjuk a sav hatását, úgy a celluloz és glükóz között álló termék van jelen. A részleges lebontásnak erre az állapotára nézve a priori két eset lehetséges. Vagy azt kellett várni, hogy a polysaccharid-molekula feldarabolódása az egész tömeget egyenletesen érintve halad előre és hogy a hydrolyzatum összetétele adott időpontban nagyjában egységes lesz, vagy pedig bonyolódottabb lehetett a reakció lefolyása. Az utóbbi esetben alacsony és magasabb molekulásúlyú termékeknek kellett fellépniök egymás mellett. A tapasztalat szerint az utóbbi, tehát a szétválasztás szempontjából kedvezőtlenebb lehetőség vált valóra. A polyoz lebomlása, a hydrogénionok katalizáló hatása alatt, mérsékelt sebességgel és pedig akként halad előre, hogy a celluloz-molekulák egy része még aránylag csekély változást szenvedett, midőn a többiek már jelentékeny mértékben hydrolyzálódtak és elcukrosodtak.

Kísérleti tény, hogy a 3—4 órás *hydrolyzatum* anyaga bonyolult elegy, melyben találunk: 1. a cellulozhoz még közel álló, vízben oldhatatlan, amorf dextrineket, 2. vízben oldható összetett cukrokat és 3. már némi szőlőcukrot is. Ha a sósavas oldatot ezüstcarbonáttal közömbösítjük, — 400 gr vatta feldolgozásához kereken 5 kg ezüst szükséges — úgy a sósav  $AgCl$  alakjában leválik és nagyrészt magával rántja a dextrineket is,



melyeket addig nem a víz, hanem a chlorhydrogén tartott oldatban.

Édeskés ízű, nem teljesen dextrinmentes és még mindig nagyon bonyolult összetételű e csapadék szűrlete, mely a tulajdonképeni kiindulási pontja volt a következő hosszadalmas frakcionálásnak.

Az oldat bepárlásával nem lehet célt érni, ellenben *alkohol* alkalmazása sikert ígért. Míg ugyanis a lebontás közbeneső termékei vízben valamennyien oldhatók, addig a borszeszben való oldhatóság a molekulasúly apadásával párhuzamosan megnő. Pontosabban szólva, mennél kisebb a molekulasúly, annál nagyobb alkoholtartalmat kell az oldatban beállítani, hogy az illető cukorféleség kicsapódjék.

A dextrinekhez aránylag még közel álló szénhidrátok azonban leválnak, ha vizes oldatukhoz két térfogat alkoholt adunk, vagyis ha mintegy 65%-os alkoholkoncentrációt állítunk be; alacsonyabb molekulasúlyú termékekre nézve például 85% ez a határ, a csupán 2–3 glükózból összetett saccharidokat pedig egyáltalán nem sikerült pillanatnyilag kicsapni szilárd állapotban. Ha sok abszolút alkohol hozzáadásával kierőszakoljuk a leválást, úgy legtöbbször ragacsos szirup jelenik meg, amellyel nem lehet sokat kezdeni. Ellenben ezek az alacsony cukrok lassú kristályosodásra bírhatók alkohollal, tisztasági fokuk és a kísérő anyagok minősége szerint, órák, napok, hetek vagy hónapok alatt. Ez viszont oly tulajdonság, melyet magasabb termékeknél hiába keresünk.

A celluloz hidrolizatumának vízben oldható részét, az ismertett elv szerint, öt fő-frakcióra bontottuk, különböző erősségű alkohol rendszeres alkalmazásával, amire a készítmények további feldolgozása következett, ugyancsak hasonló eljárás szerint.

### Analytikai segédeszközök.

Ha a frakcionálás folyamán nem akarunk eltévedni, a sok szénhidrátféleség útvesztőjében, akkor a preparatív munka egész menete alatt szigorú *analytikai ellenőrzésre* van szükség, mert számos készítmény egészen hasonló külsejű és csak állandóinak

megállapításánál árulja el valódi jellegét. A nyert szám adatok alapján néha egyesítésre, máskor további szétbontásra van szükség: egyesítésre, ha azonos állandójú frakciók jelennek meg különböző pontokon, és szétbontásra, ha a készítmény egysége még kétséges. Homogénnek csakis azon anyag tekinthető, mely fracionált lecsapással több részre bontva, mindegyik részletében azonos analysis-eredményt adott.

A szén-, hidrogén- és oxigéntartalom megállapítása itt nem eléggé érzékeny segédeszköz, mert a különböző saccharidokra számított értékek csak kevéssé térnek el egymástól, ellenben felvilágosítást és útmutatást nyújt a *részszám*, a *jódszám*, az optikai *forogatóképesség* s a *molekulasúly* megállapítása és különösen a nyert eredmények összevetése. A részszám, melynek mérésén a régebbi kísérletek elsősorban alapultak, mai szemmel nézve gyenge támasz, mert a FEHLING-féle reakció bonyolult lefolyása miatt nem lehet előrelátni, hogy valamely ismeretlen terméknek mekkora lesz ez az állandója. Ellenben a WILLSTÄTTER—SCHUDEL-féle jodometriás glükóztitrálás<sup>1</sup> némi módosítással magasabb cukrokra is alkalmazható és itt pontosan kiszámíthatjuk előre, hogy mekkora elméleti jódfogyasztás felel meg a teljesen tiszta készítménynek.

Valószínűnek látszott, hogy egy ily lebontási kísérletnél, mely a magas molekulásúlyú polyoztól az egészen alacsony szőlőcukorig terjedő termékeket vizsgálja, a *molekulasúly-meghatározás* lesz a legbiztosabb és legkönnyebben kezelhető ellenőrzési módszer. Azonban ez a várakozás eleinte csalóka volt. A fagypontesökkenés útján mért molekulásúlyok sehogy sem egyeztek a más módon, például a jódfogyasztásból számítottakkal, és pedig nem árnyalati, hanem egészen durva eltérések mutatkoztak a két módszer eredményei között. Megtörtént például, hogy a jódszám alapján nyert érték több mint 500 volt, a kryoskopia azonban csak 200-as molekulásúlyt adott. A készítményt tehát az egyik eljárás trisaccharidnak, a másik monosaccharidnak minősítette.

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 51, 780 (1918). — BERGMANN és MACHEMER: ugyanott, 63, 316 és 2304 (1930).

Hosszú idő telt el hiábavaló kísérletezéssel, amíg az egymásnak ellentmondó adatok zavarában rendet teremtett az az egyszerű megfigyelés, hogy a váratlanul alacsony, a valóságban csak látszólagos molekulasúlyokat a legtöbb készítmény *alkohol-tartalma* okozza, mely előre nem látott makacssággal tapad az anyagokhoz. Bár a borszesz forrtpontja  $78^{\circ}$ , még  $100^{\circ}$ -on és amellet 20 mm-ig ritkított térben sem távolítható el ez a kristályfolyadék biztosan. Ha azonban néhányszor egymásután sok vízzel befőzzük a terméket, könnyű az alkoholt kimutatni a párlat első részletében, a visszamaradt anyag pedig, kellő szárítás után, most már más meghatározási módszerek eredményével összhangzó molekulasúlyt ad, feltéve, hogy a cukor egyébként tiszta. E viszonyok felderítését megkönnyítette BERNER-nek<sup>1</sup> az inulinra vonatkozó hasonló irányú megfigyelése.

Az alkoholhatástól független egy második zavaró tényező, mely abban nyilvánul, hogy a kryoskopiai mérésnél abnormalis és pedig a várt számnál jóval alacsonyabb értéket találunk, ha egy magasabb termék némi alacsonyabb cukorral szennyezett. E viszonyok közelebbi tárgyalására e helyütt nem térhetek ki.

A molekulasúlymérésnél kezdetben mutatkozó ellentmondások és bonyodalmak hathatós segédeszközzé változtak a munka vége felé, mint annyszor a természettudományos kísérletezés folyamán. Tisztának csak ama készítményeket minősíthetjük, melyek már nem mutatják az említett rendellenességeket, tehát amelyekben már nincsen alkohol, sem idegen cukor. Kiderült, hogy e követelmény teljesítése sokkal nehezebben érhető el a frakcionálás folyamán, mint például a redukálóképesség állandósága.

### Preparatív eredmények.

A részleges lebontás termékeinek ismételt és hosszadalmas frakcionálása és e művelet irányítása a leírt analitikai úton végül is négy kristályos cukornak tiszta állapotban való elkülönítéséhez vezetett, amelyek, növekvő molekulastúly szerinti sorrendben a következők:

---

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Ges. 63, 1536 (1930).

1. *Cellobioz*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Ezt a cukrot, mint említettem, eddig is elő bírták állítani, azonban kémiai úton sohasem egyenest a cellulozból, hanem csak az octaacetat közvetítésével. A hydrolyzatumban való előfordulása újból alátámasztja azt a véleményt, hogy e bioz alapvető szerepet játszik a polysaccharid felépítésénél.<sup>1</sup>

2. *Celotrioz*  $C_{18}H_{32}O_{16}$ , az előbbi közvetlen homologja, még nagyon jól kristályosodó termék, amelyet sikerült teljesen tisztán kinyerni és evvel kapcsolatban a régebbi ideiglenes kísérletek némely téves adatát kiigazítani.

3. *Celotetraoz*  $C_{24}H_{42}O_{21}$ . Tulajdonságaiban a triozhoz csatlakozik, bár kristályosodási hajlama érezhetően kisebb. Állandóit illetően a triozra mondottak érvényesek.

4. *Cellohexaoz*  $C_{36}H_{62}O_{31}$ . A nehezebben oldható frakciókból egy érdekes, új saccharid kristályosodott ki, mely a celluloznak jelenleg ismert legmagasabb molekulásúlyú, jól jellemzett lebontási terméke. Molekulásúlya nem kevesebb mint 990, e mellett kristályos szerkezetet mutat, mely legalább 500-szoros nagyításnál jól látható.

A három új oligosaccharid jellegzetes állandóit a köv. oldalon közölt *táblázat* foglalja magába, a kristályformákat pedig a táblák szemléltetik.

A vázolt kísérletek folyamán kettőről ötre emelkedett a cellulozból előállítható cukrok száma. Glükóz, cellobioz, celotrioz, celotetraoz és cellohexaoz első tagjai egy hosszú condensációs vegyületsorozatnak, mely a szőlőcukortól a celluloz felé vezet. Érdekes azért megfigyelni, hogy mi módon változnak a tulajdonságok, hogyan távolodnak a glükózétól és közelednek apolyozéhoz, ha a sorban felfelé haladunk.

A vízben és alkoholban való oldhatóság fokozatosan csökken és vele párhuzamosan apad a fajlagos forgatóképesség is, melynek értékei egymásután:  $+52.5^\circ$ ,  $33.5^\circ$ ,  $23^\circ$ ,  $18^\circ$  és  $13^\circ$ . Sajátos viszonyok mutatkoznak a *mutarotációt* illetően. Régóta ismeretes, hogy a glükóz friss oldatának forgatóképessége gyors

<sup>1</sup> Annalen der Chem. 460, 288 (1928); Ber. d. d. chem. Ges. 63, 1527 (1930) stb.

*A cellulozból nyert oligosaccharidok állandói.*

		% C	% H	Molekula- súly	Fajlagos forgatás	Rézsám	Jódszám	Osazon N-tar- talma	Acetat molekula- súlya	Acetat acetyl- száma
Cellotrioz ( $C_{18}H_{32}O_{16}$ )	Talált:	42·61	6·51	486	+23·2°	1·05	39·5	8·27	992	49·2
	Számított:	42·84	6·40	504	—	—	39·7	8·21	966	49·0
Cellotetraoz ( $C_{24}H_{42}O_{21}$ )	Talált:	43·21	6·63	650	+17·7°	0·87	29·8	6·44	1238	48·5
	Számított:	43·22	6·35	666	—	—	30·0	6·63	1254	48·0
Cellohexaoz ( $C_{36}H_{62}O_{31}$ )	Talált:	43·46	6·40	957	+12·6°	0·61	20·8	—	1801	—
	Számított:	43·65	6·31	990	—	—	20·2	—	1831	—

san lecsökken, míg a cellobioz éppen fordítva viselkedik. Ez a megfigyelés most kiegyesül, amennyiben a cellotrioz a glükózzal, a tetraoz és hexaaz pedig a cellobiozzal mutat azonos viselkedést. E sorban tehát a páratlan számú glükózból összetett cukrok lefelé, a páros számú szőlőcukorra hydrolyzálható oligosaccharidok pedig felfelé irányított mutarotációt mutatnak. A cellohexaaz forgásváltozása nagyon csekély, még éppen biztosan észlelhető.

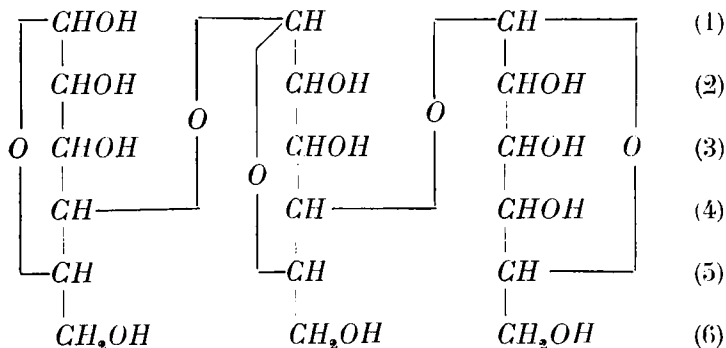
Az osazon-reakció tekintetében is folyamatosan tolódnak el a tulajdonságok. Tudjuk, hogy a szőlőcukor osazonja vízben annyira oldhatatlan, hogy már a melegben kikristályosodik a próbánál. A cellobiosazon oldhatósága már lényegesen nagyobb, úgy hogy e termék már csak a folyadék lehülésénél jelenik meg. A magasabb cukrok még jobban oldható és nehezebben kristályosodó osazont képeznek. A triozét szép kristályok alakjában nyerhetjük ki, a tetraoz-osazon szintén előállítható, bár nem biztosan kristályos állapotban. Végül a cellohexaaz osazonja oly jól oldódik, hogy eddig egyáltalán nem sikerült leválasztani.

Az egyéb származékok közül az *acetatok* alkalmasak a felsorolt cukrok jellemzésére. Az acetyl-csoportok bevezetése simán végbemegy, ecetsavanhydrid és pyridin hatása alatt. A trioz- és tetraoz-acetat tús, illetve hasábos kristályokat képez, míg a hexaaz szemcsés acetyl-vegyülete valószínűleg amorf jellegű. Mindhárom acetat a várt molekulasúlyt mutatja, bromoformos közegben. Az acetyl-csoportok hydrolyzise a kristályos cukrokhoz vezetett vissza.

Ha a cellotriozt némi tömény kénsav jelenlétében kezeljük acetanhydriddel, szóval, ha *acetolizist* végzünk vele, kristályos cellobioz-octaacetat a termék. A kísérlet világosan mutatja, hogy a celluloz lebontásánál nyert cukrok tényleg egy sorozatba tartoznak és benső összefüggésben állnak egymással. Lehetséges, hogy egymásból képződnek akkor, midőn a celluloz-synthezis megindul a növényi testben.

A trioznak bioz-származékká való átváltozása megoldja e cukor *szerkezetének* problémáját is. Ha tekintetbe vesszük a reakció eredményét, továbbá a cellobioznak már ismert, HAWORTH—ZEMPLÉN-féle képletét és végül FREUDENBERG kutatásait az összes

celluloz-kötések egyöntetű jellegéről,<sup>1</sup> akkor a cellotriozt 1,4-cellobiozido-glükóznak kell felfognunk, az alábbi szerkezettel:



Valószínűleg analog eredményt lehet majd elérni a többi oligosaccharidnál is, ott azonban még hátra van a cellobiozido-octaacetat-termelés szabatos megállapítása.

### A licheninről és chitinről.

A leírt sósavas módszer más polysaccharidok vizsgálatára is alkalmas. Elsősorban a celluloz közeli rokona, a *lichenin* jöhet tekintetbe, mely lényegesen alacsonyabb molekulásúlyúnak látszik a celluloznál, megfelelően eltérő fiziológiai rendeltetésének. Míg az oldhatatlan celluloz, mint ismeretes, a mechanikai támasz szerepét játsza és képződési helyén marad a növény elpusztulásáig, addig a lichenin, amelyet néhány szerző *tartalék-celluloz*-nak nevez, az enzimatikusan mozgósítható szénhidrátok közé tartozik.

A két polysaccharid közti összefüggésről sokáig csak annyit tudtak, hogy mindkettő teljes lebontásának szőlőcukor a végterméke. Újabban azonban KARRER és JOOS megmutatták, hogy a licheninből is lehet, acetolízis útján, octaacetyl-cellobiozt készíteni, bár feltűnően gyengébb termeléssel, mintha vattából vagy szűrőpapírból indulunk ki.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> L. az előző jegyzetet.

<sup>2</sup> Biochem. Zeitschr. 136, 537 (1923).



A folyamatban levő új kísérletek célja, megvizsgálni, hogy kiterjed-e a két polyoz szerkezete közti párhuzamosság a disaccharid-fokon túlra és hogy az izlandi zuzmóból (*Cetraria islandica*) előállított készítmény sósavas lebontása azon oligosaccharidokhoz vezet-e, melyeket a gyapot lehasítása útján nyerhetünk. E vizsgálatokról még nem volna időszerű beszámolni, azonban nincs kizárva, hogy a kísérleti nehézségek itt érezhetően kisebbek, mint a celluloznál, mert a lichenint már 37%-os sósav felveszi, továbbá, mert a hidrolízis menete olyan, hogy vízben oldhatatlan dextrinek egyáltalán nincsenek jelen, amidőn megszakítjuk a sav behatását.

A lichenin tanulmányozása mellett, mely részben kristályos készítmények elkülönítésére vezetett, állati eredetű polysaccharidok vizsgálatát kezdtük meg és *chitin*ből a sósavas lebontás termékeinek acetylálása útján szintén kristályos anyagokat nyertünk.

### A celluloz szerkezetéről.

Az ismertetett preparatív eredményekkel kapcsolatban felmerül a kérdés, hogy mi módon illeszkednek be azok a celluloz struktúrájáról alkotott nézeteinkbe?

A szerkezet alapelvét FISCHER idejében úgy fogalmazták, hogy a glükóz-gyökök oxygenatomok közvetítésével függenek össze s így rendkívül *hosszú láncokat* képeznek. E felfogás helyességében annak idején senki sem kételkedett és csupán a szőlőcukor-gyökök számának kérdése maradt nyitva. A közfelfogás szerint igen nagy volt ez a szám s ennél fogva a celluloz molekulásúlyát is rendkívül magasnak kellett feltételezni.

Évtizedeken át nem merült fel semmiféle új szempont, amelynek alapján komolyan megtámadhatták volna FISCHER nézeteit, néhány évvel ezelőtt azonban egészen váratlan oldalról érte őket kritika. LAUE geniális felfedezése nyomán lehetővé vált a RÖNTGEN-interferenciás módszer hasznosítása magasabb szénhidrátok körében is, és pedig avval az eredménnyel, hogy a cellulozban állandóan ugyanazon csoportosulás (ú. n. elemi test) ismétlődik meg, amelynek térfogata meglepően kicsiny. POLÁNYI vetette fel a kérdést, hogy a celluloznál egyáltalán

helyes-e rendes vegyértékekkel összetartott nagy molekuláról beszélni, a szó közönséges értelmében. Elképzelhető volna az is, hogy nem ily molekulákkal, hanem valamely sokkal *kisebb kémiai egység polymerisatuma*val volna dolgunk.

A kérdés feltevése kétségtelenül indokolt volt. A rákövetkező években több kutató, KARRER, HESS, BERGMANN és mások, az utóbbi lehetőséget fogadták el.<sup>1</sup> Szerintük egy cellobiozanhydrid (esetleg glükozanhydrid) volna az építőkő, mely polymerizálódás útján cellulozzá változik. Másszóval nem fő-, hanem csak mellékvegyértékek érvényesülnének a celluloz épületén belül. Ha e vegyerőket megfelelő közeg alkalmazásával legyőzzük, úgy depolymerizáció és nem hydrolizis következik be.

E felfogás élénk irodalmi vitát indított meg, mert csábító volt a RÖNTGEN-kísérletek eredményét összhangba hozni tisztán kémiai eszmemenetekkel. Azonban a legutóbbi évek folyamán bizonyos kijózanodás következett be ezen a téren, mert néhány újabb, itt nem részletezhető kísérleti eredmény nem fér meg avval a felfogással, hogy alacsony molekulásúlyú anyag polymerizálódása alkotja a cellulozt. Hogy csak egy szerzót említsek, STAUDINGER tapasztalatai a synthetikus polyoxymethylenek tulajdonságait illetőleg, továbbá ugyanezen kutató kiterjedt viszkozitásmérései határozottan ellene szólnak különálló egységek létezésének.<sup>2</sup> STAUDINGER sikra szállt MEYER és MARK közvetítő felfogásával szemben is, akik szerint 50 vagy 100 glükózból összetett, különálló *micellák* alkotnák a cellulozt.<sup>3</sup>

A még nem egészen befejezett vita nagyrészt fizikai érveket használ fel, míg a preparatív kémiai módszerek eddig meglehetősen háttérben maradtak. Pedig, ha a polysaccharid fővegyértékek által összetartott, hosszú láncokból áll, úgy nagyobb láncdaraboknak elkülönítése lehetséges, sőt várható; a poly-

<sup>1</sup> A kérdésnek rendkívül kiterjedt irodalma van. Összefoglaló munka: KARRER, Einführung in die Chemie der polymeren Kohlenhydrate. Leipzig (1925).

<sup>2</sup> Berichte d. d. chem. Ges. **63**, 2308, 2317, 2331 (1930); Kolloid-Zeitschr. **53**, 19 (1930).

<sup>3</sup> Der Aufbau der hochpolymeren organischen Naturstoffe. Leipzig (1930).

merizációs elmélet ellenben kizárja ilyen lebontási termékek létezését.

Az előbb vázolt új kísérletek egészen világosan a klasszikus álláspontot támogatják. Főleg a cellohexaoz létezése preparatív érv a polymerizációs felfogás ellen. Nem állhatna meg azon ellenvetés sem, hogy a cukor molekulásúlya mindössze 1000, míg a cellulozé ettől távol áll, t. i. MEYER és MARK szerint 10,000, STAUDINGER szerint 100,000 körül van. A lebontás egész menete nem hagyhat kétséget aziránt, hogy a hexaoznál is magasabb termékek elkülönítésének eddigi sikertelensége nem elvi akadályon, hanem csak gyakorlati nehézségeken nyugszik: minden frakcionálási módszer korlátolt érvényességén és a magasabb saccharidok amorf jellegén. Nagyobb kísérleti ügyességgel biztosan ki lehet még tolni a határt, melyet ma a cellohexaoz jelez.

### Általános megjegyzések lánc-szerkezetű anyagokról.

A polysaccharidok részleges hydrolizisénél gyűjtött tapasztalatok általánosabb megfontolásokra ösztönöznek. A celluloz-molekula csupán különös esete annak a szinte törvényszerű jelenségnek, hogy az élő szervezet *egyazon kémiai csoportnak megszakítás nélküli összefűzésével* építi fel magas molekulású, fontos termékeit. Így e funkció egyféle atomcsoportosulás synthesisének megismétlésére szorítkozhatik, és mégis, csodálatos gazdaságossággal, a termékek egész sorozatát hozhatja létre, az egybekapcsolt gyökök számának korlátozásával vagy növelésével.

A polysaccharidokban cukor-láncokat találunk, a kaucsukban az isopren-gyökök állandó, megszakítás nélküli ismétlődését figyelhetjük meg; a növényvilágban elterjedt, újabban sokat vizsgált carotinoid festékek dehydrált isopreneket tartalmaznak, a régen ismert paraffinokat pedig hosszú lánc alakjában egymáshoz fűzött methylen-csoportok alkotják. Szinte kivételesen bizonyult a fehérje szerkezete, melyben a nagyrészt egységes elv szerint rendezett láncszemek belső alkata bizonyos határok között ingadozik.

*A lánc-struktúrájú szénvegyületek fokozatos felépülése az*

állati és növényi testben áthidalja az organikus kémiai és a morfológiai kutatás területe közti űrt.

A leíró természettudományok birodalma a mikroszkópai láthatóságnál kezdődik, míg a szerves vegytan legtöbbször oly molekula-fajtákat vizsgál, melyek, tekintettel az atóмок minimális méreteire, mélyen a mikroszkópos láthatóság határa alatt maradnak. Ha azonban a gyapotszál növekedésénél, szigorú rendszer szerint, mind nagyobb és nagyobb számban kapcsolódnak össze a szőlőcukor-molekulák, akkor a felépülő polysaccharid csakhamar eléri, majd meghaladja a láthatóság határát és hozzáférhetővé válik morfológiai kutatások számára is. Ugyanaz a szerkezeti elv, mely a természetes synthesis megindulásánál az első két glükózt összekapcsolta, érvényesül végig az egész folyamaton keresztül. A kicsiny és a nagy harmonikus egésszé olvad: a gyapotszál fonalas alakjában a celluloz-molekula lánc-szerkezetének nagyított mását pillanthatjuk meg.

### A mikrofényképek magyarázata.

1. *Cellotrioz*, alkoholból kristályosítva (500-szoros nagyítás).
2. *Cellotetraoz*, vizes alkoholból kristályosítva (600-szoros nagyítás).
3. *Cellohexaoz*, vizes alkoholból kristályosítva (kb. 1000-szoros nagyítás).
4. *Cellotrioz phenylosazonja*, meleg vízből kristályosítva (300-szoros nagyítás).
5. *Cellotrioz acetatja*, chloroform és aether elegyéből kristályosítva (300-szoros nagyítás).
6. *Cellotetraoz acetatja*, chloroform és aether elegyéből kristályosítva (300-szoros nagyítás).

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. február 16-án tartott üléséből.)

# BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER PARTIELLEN HYDROLYSE VON POLYSACCHARIDEN.

Von L. ZECHMEISTER, korresp. Mitglied.

(Auszug des Antrittsvortrages.)

(Hiezu 6 Mikrophotographien.)

1. Der partielle Abbau von *Cellulose*, mit Hilfe von kalter, rauchender Salzsäure, welcher seitens R. WILLSTÄTTER und dem Vortragenden bereits 1913—1914 einem ersten Studium unterzogen wurde, wird eingehender untersucht. Das Ziel war, die Angaben der früheren Arbeit nachzuprüfen und neue, kristallisierte *Oligosaccharide*, mit möglichst hohem Molekulargewicht in analysenreinem Zustand zu fassen.

2. Unterbricht man die Einwirkung der Säure nach 3—4 Stunden, durch Zusatz von Silbercarbonat, so wird ein Hydrolysat von sehr verwickelter Zusammensetzung erhalten, das alle Stufen von wasserunlöslichem Dextrin bis zum Traubenzucker enthält. Zur teilweisen Zerlegung dieses Gemisches sind verschieden stark verdünnte *Wasser-Alkohol-Gemenge* geeignet.

3. Während dieser Aufarbeitung ist eine genaue *Kontrolle* der Fraktionen erforderlich, die sich auf die Ermittlung von Zusammensetzung, Molekulargewicht, Kupferzahl, Jodzahl und Drehungsvermögen erstreckt hat. Störungen bei der kryoskopischen Messung konnten durch Verjagen des hartnäckig anhaftenden Alkohols beseitigt werden.

4. Es wurden in kristallisiertem Zustand isoliert: *Cellobiose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , *Cellobiose*  $C_{18}H_{32}O_{16}$ , *Cellotetraose*  $C_{24}H_{42}O_{21}$  und *Cellohexaose*  $C_{36}H_{62}O_{31}$ . Die von R. WILLSTÄTTER und dem

Vortragenden über Triose und Tetraose gemachten Angaben liessen sich bestätigen, teils auch verbessern. Die Hexaose ist das höchste, wohldefinierte Spaltstück eines Polysaccharids, welches auf chemischem Wege erhalten wurde.

5. Die Oligosaccharide liessen sich durch Darstellung folgender *Derivate* näher kennzeichnen: Acetate aller Zucker, ferner Phenylosazone der Tri- und Tetraose.

6. Die Untersuchung liefert ein präparatives Argument zugunsten der *Kettenstruktur* von Cellulose. Die Ergebnisse sind unvereinbar mit der Auffassung, dass die Polyose das Polymerisat eines niedrigen Grundkörpers sei.

7. Die Versuche wurden bereits auf *Lichenin* ausgedehnt, das sich in der käuflichen Salzsäure löst, teils krystallisierte Abbauprodukte liefert. Auch *Chitin* liess sich mit kalter Salzsäure abbauen. Durch Acetylierung der partiellen Hydrolysen-Produkte wurden krystallisierte Präparate erhalten.

8. Der Vortragende dankt seinem Mitarbeiter, Herrn Dr. G. TÓTH.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Februar 1931.)

# A SZÉRUMFEHÉRJÉK FRAKCIONÁLÁSA ÉS A FRAKCIÓK ABSZORPCIÓSPEKTRUMA.

GRÓH GYULA I. tagtól.

FALTIN ERNŐ kísérletei alapján.

I. Az egyes állatfajok fehérjéi kellő bizonyossággal csakis szerológiai reakciók útján különböztethetők meg egymástól, szint-  
úgy a normális és immun-állatok fehérjéi is. Azok a nagyszámú  
vizsgálatok, melyeknek célja volt chemiai vagy fizikai úton jel-  
lemezni a rokon fehérjéket, némely esetben ugyan érdekes rész-  
leteredményeket szolgáltatottak, a főcél szempontjából azonban  
vagy merőben meddőek voltak, vagy csak elmosódott és gyakor-  
latilag alig értékesíthető, máskor pedig vitatható vagy ellent-  
mondó eredményekre vezettek.

TANGL FERENC<sup>1</sup> a különböző emlősök kazeinjeinek elemi  
összetételében csekély különbségeket mutat ki, melyek aránylag  
annál nagyobbak, minél távolabb állanak fajilag a kérdéses álla-  
tok egymástól. OBERMAYER és WILHEIM<sup>2</sup> az emlősök és madarak  
szérumfehérjéinek ú. n. aminoindexe közt, FÜRTH és NOBEL<sup>3</sup>  
a ló és a szarvasmarha szérumfehérjéinek triptofántartalmában  
észlel különbségeket. TIMÁR<sup>4</sup> szerint a különböző eredetű hemo-  
globinok kén- és vastartalmában, ASZÓDI<sup>5</sup> szerint a különböző  
állatfajok euglobulinjainak kéntartalmában jelentkeznek érdekes

---

<sup>1</sup> Arch. f. ges. Physiol. 121, 534 (1908).

<sup>2</sup> Biochem. Zf. 50, 369 (1913).

<sup>3</sup> „ „ 109, 103 (1920).

<sup>4</sup> „ „ 202, 365 (1929).

<sup>5</sup> „ „ 212, 102 (1929).



összetűggések. SCHENK<sup>1</sup> az egyes állatfajok globulinjaiban eltérőnek találja az aminosavak viszonylagos mennyiségét. TADOKORO<sup>2</sup> pedig ugyanazon állatfaj hím és női egyedjeinek fehérjei közt is talál lényeges chemiai különbségeket.

A rokonfehérjék ibolyántúli abszorpcióspektrumát is többen vizsgálták. JUDD LEWIS<sup>3</sup> az ember- és lószérum fehérjei közt e tekintetben kisebb különbségeket észlel. F. C. SMITH<sup>4</sup> hasonló munkája negatív eredménnyel végződött, szintűgy ABDERHALDEN és ROSSNER-é<sup>5</sup> is, kik a különböző eredetű kazeinok abszorpcióspektrumát hasonlították össze. Másrészt SUHRMANN és KOLLATH<sup>6</sup> szerint a patkány és galamb vérszérumának és plazmájának abszorpcióspektruma eltérő és különbség mutatkozik az egészséges és xerophthalmiás patkány vérplazmájának abszorpcióspektrumában is. (SUHRMANN, KOLLATH és LEICHTENTRITT.)<sup>7</sup> Végül SUHRMANN<sup>8</sup> a különböző korú és nemű emberek szérumának abszorpcióspektrumában is talál csekély eltéréseket.

Ezeknek a munkáknak egy részére még alább vissza fogok térni.

II. Saját vizsgálataink első felének az volt a célja, hogy megvizsgáljuk, vajjon a ló és szarvasmarhavér szérumának fehérjei közt abszorpcióspektrum dolgában mutatható-e ki jellemző különbség. Egyben arról is meggyőződni iparkodtunk, hogy a normális ló és az immunizált ló szérumfehérjeinek abszorpcióspektruma különbözik-e.

A centrifugált szérumok 20 cm<sup>3</sup>-erét 50 cm<sup>3</sup> vízzel hígítottuk és 70 cm<sup>3</sup> telített ammoniumsulfátoldattal elegyítettük. A globulincsapadékot félórai állás után szűrtük és körülbelül 100 cm<sup>3</sup> félig telített ammoniumsulfátoldattal kimostuk. A szűrletet szilárd ammoniumsulfáttal telítettük, a nyert albumincsapadékot szűrtük, majd telített ammoniumsulfátoldattal mostuk. A csapadékokat vízben oldottuk és SCHLEICHER és SCHÜLL-féle hüvelyekben az ammoniumreakció eltűntéig dializáltuk. A dializátor

<sup>1</sup> Arch. f. exp. Pathol. Pharmakol. 150, 160 (1930).

<sup>2</sup> Ber. ü. ges. Phys. 44, 616 (1928).

<sup>3</sup> Proc. R. Soc. B. 89, 327 (1917) és 93, 178 (1922).

<sup>4</sup> Proc. R. Soc. B. 104, 198 (1929).

<sup>5</sup> Z. f. physiol. Chem. 168, 171 (1927).

<sup>6</sup> Strahlentherapie 30, 145 (1928).

<sup>7</sup> Strahlentherapie 32, 389 (1929).

<sup>8</sup> Physikal. Zf. 30, 959 (1929).

jég között állott, a dializáló víz pedig kloroformmal volt telítve. A globulinokból eztán 0.09%-os, az albuminokból pedig 0.1%-os oldatokat készítettünk s ezek abszorpcióspektrumát 1 cm-es csövekben vettük fel.

A fehérjék egy részénél vezetékvíz helyett 4.8  $p_H$ -jú acetátpufferrel végeztük a dialízist. Ez a körülmény az abszorpcióspektrumra nem gyakorol észrevehető befolyást. A fehérjék egy harmadik csoportjánál pedig egészen mellőztük a dialízist s hogy a kísérleti feltételek megegyezők legyenek, a fotometrálásra kerülő oldatok ammoniumsulfáttartalmát minden esetben 1%-ra egészítettük ki.

Az abszorpciógörbe felvételére JUDD LEWIS-féle fotométerrel kombinált HILGER-féle E3 típusú kvarcspektrográf szolgált. Az extinkciókoefficienseket az

$$\varepsilon = \frac{1}{c \cdot d} \log \frac{J_0}{J}$$

egyenlettel számítottuk, hol  $c$  az oldat fehérjekoncentrációját jelenti %-ban,  $d$  pedig a rétegvastagságot cm-ekben.

III. Az eredményeket az I. és II. táblázatban foglaltuk össze, melyben feltüntettük az abszorpciósmaximum és minimum helyén nyert extinkciókoefficienseket (a hozzájuk tartozó hullámhosszakkal), továbbá ezen értékek különbségét ( $\Delta\varepsilon$ ).

A táblázatból kivehető, hogy az abszorpciós maximumok és minimumok a kísérleti hibák határain belül ugyanarra a hullámhosszra esnek úgy a globulinoknál, mint az albuminoknál. Megállapítható azonban az is, hogy az extinkciókoefficiensekben az azonos eredetű globulinok és albuminok közt mutatkozó ingadozások sokszorososan felülmúlják a kísérleti hibák határait, mely utóbbiak  $\pm 2\%$ -ra tehetők.

Ezeket a nagyfokú ingadozásokat megmagyarázandó arra gondoltunk, hogy ennek oka talán az oldatok egynémelyikének nagyon csekélyfokú és csak több centiméter rétegvastagságnál észrevehető opaleszcenciájában volna keresendő. Ez az opaleszkálás a méréseknél fényszétszóródást okoz s végső eredményben a valóságnál magasabb extinkciókoefficienseket eredményez: az egész abszorpciógörbét magasabb helyre tolja. Feltehető azonban, hogy ezáltal a görbe pontjainak viszonylagos helyzete nem változik meg, különösen ha nem nagyon eltérő hullámhosszaknak megfelelő pontokról van szó. Kézenfekvő tehát, hogy az opaleszcencia zavaró hatása oly módon válik kiküszöbölhetővé, ha nem az extinkciókoefficiensek abszolút értékeit, hanem az abszorpciós maximum és minimum helyén mért extinkciókoefficiensek különbségert ( $\Delta\varepsilon$ ) tekintjük mérvadóknak.

Táblázatainkban ezeket a különbségeket is feltüntettük.

Észrevehető azonban, hogy ez nem változtat az említett ingadozások

I. Táblázat.  
A lóvérszérum fehérjéi.

A szérum jelzése	Globulin					Albumin					Megjegyzés
	Hullámhossz $m \mu$		Extinkciokoeff		$\Delta \epsilon$	Hullámhossz $m \mu$		Extinkciokoeff		$\Delta \epsilon$	
	a maximum helyén	a minimum helyén	a maximum helyén	a minimum helyén		a maximum helyén	a minimum helyén	a maximum helyén	a minimum helyén		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	277·5	252·0	14·25	6·00	8·25	278·5	254·0	10·20	6·35	3·85	vezetéki vízzel dializált fehérjék
2	279·0	252·5	14·25	6·00	8·25	278·5	253·5	10·10	6·20	3·90	
3	278·5	252·0	14·35	6·05	8·30	278·0	253·0	10·10	6·20	3·90	
4	279·5	252·5	14·55	6·00	8·55	—	—	—	—	—	
5	279·0	252·5	14·45	6·00	8·45	278·5	253·5	7·30	4·00	3·30	
6	279·5	252·0	14·55	6·00	8·55	278·0	253·0	8·05	3·80	4·25	
7	279·5	251·5	14·00	5·40	8·60	278·5	252·5	8·85	3·90	4·95	
8	279·5	251·0	15·50	6·25	9·25	—	—	—	—	—	
9	279·0	252·0	13·20	5·20	8·00	278·5	252·5	8·45	3·75	4·70	
10	279·5	251·0	13·20	4·75	8·45	279·5	2·2·0	9·65	4·10	5·55	acetát pufferrel dializált fehérjék
11	279·0	251·5	14·25	5·10	9·15	279·0	252·0	9·30	4·05	5·25	
12†	279·5	251·5	12·30	4·15	8·15	279·5	251·5	8·50	3·85	4·65	
13†	279·5	251·0	12·90	4·50	8·40	278·5	252·0	7·85	3·20	4·65	nem dializált fehérjék
14†	280·0	251·0	13·10	4·80	8·30	279·5	251·5	8·50	3·80	4·70	
15*	279·5	251·0	13·10	4·40	8·70	279·5	253·0	9·10	4·35	4·75	
16*	279·5	251·0	13·45	4·35	9·10	280·0	252·0	9·50	4·35	5·15	
17*	279·0	251·5	13·55	5·55	8·00	279·5	253·0	9·25	5·75	3·50	
k. é:	279·0	251·5	13·82	5·32	8·50	279·0	252·7	8·98	4·51	4·47	

† A 12, 13 és 14 jelzésű szérumfehérjék ugyanazon ló három különböző alkalommal vett vérenek szérumából származnak.

\* A 15, 16 és 17 jelzésű fehérjék diftéria ellen immunizált egyúgyanazon ló három különböző alkalommal vett vérenek szérumából származnak.

## II. Tablázat.

### *A szarvasmarhaszérum fehérjéi.*

A szérum jelzése	Globulin					Albumin					Megjegyzés
	Hullámhossz m $\mu$		Extinkciókoeff		$\Delta \varepsilon$	Hullámhossz m $\mu$		Extinkciókoeff		$\Delta \varepsilon$	
	a maximum helyén	a minimum helyén	a maximum helyén	a minimum helyén		a maximum helyén	a minimum helyén	a maximum helyén	a minimum helyén		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
18*	280·0	251·5	14·15	5·45	8·70	279·5	252·5	8·85	3·50	5·35	} vezetéki vízzel dializált fehérjék
19*	280·0	251·5	14·05	5·50	8·55	279·0	252·0	8·80	3·50	5·30	
20	279·5	252·0	13·90	5·50	8·40	278·5	252·5	9·55	5·15	4·40	
21	279·0	250·0	14·00	5·10	8·90	278·5	253·0	10·25	3·40	6·85	} acetat pufferrel dializált fehérjék
22	279·5	251·5	13·90	5·25	8·65	278·5	253·0	9·15	4·90	4·25	
23	280·0	252·0	11·70	4·30	7·40	279·5	253·0	7·95	3·40	4·55	
24	279·5	252·5	13·60	5·75	7·85	279·0	253·5	10·40	7·00	3·40	} nem dializált fehérjék
25	280·0	252·0	13·50	5·60	7·90	279·0	253·0	9·25	5·20	4·05	
k. é:	279·5	251·5	13·60	5·30	8·30	279·0	253·0	9·27	4·50	4·77	

\* A 18 és 19 jelzésű szérumfehérjék ugyanazon állat vérszérumából származnak.

kon, annak jeléül, hogy az ingadozások előidézésében az opaleszcencia nem játszott lényeges szerepet.

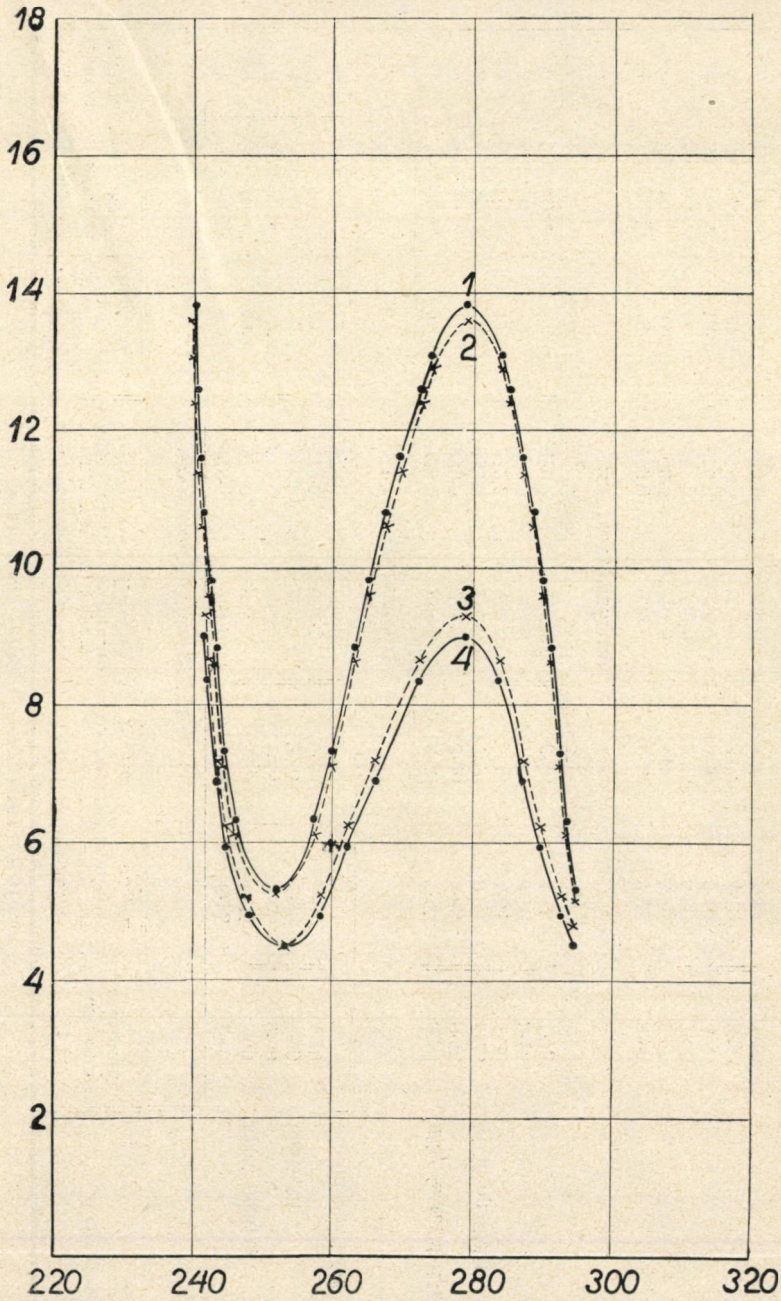
Összehasonlítva a ló- és szarvasmarhaszérum fehérjéinél talált extinkciókoefficiensek és  $\Delta\varepsilon$ -ok középértékeit, arra a következtetésre jutunk, hogy *a faji különbségek ezekben az eredményekben nem jutnak kifejezésre*. Szintúgy nem mutatkozik eltérés a normális és diftéria ellen immunizált lovak szérumfehérjéinek abszorpcióspektruma között sem. Hogy ez a megállapításunk nemcsak az abszorpciós maximum és minimum helyén mért extinkciókoefficiensekre vonatkozik, hanem az egész abszorpciógörbe lefutására, azt az 1. ábra igazolja. Itt négy középértékgörbét tüntettünk fel: az 1-es számú a lóglobulinok, a 2-es a szarvasmarhaglobulinok, a 3-as a szarvasmarhaalbuminok, a 4-es pedig a lóalbuminok középértékgörbéje.

IV. Munkánk második felében avval foglalkoztunk, mire vezethetők vissza azok az eltérések, melyek az azonos eredetű szérumfehérjék maximális extinkciókoefficiensei között észlelhetők voltak. Ezek az eltérések a szélső esetek közt elérték a 25—30%-ot, noha a kísérleti hibák — mint mondtunk —  $\pm 2\%$ -nál nem tekinthetők nagyobbaknak.

Kézenfekvő volt feltételezni ezeknek az eltéréseknek magyarázására, hogy *a vizsgált albuminok és globulinok nem homogén fehérjeféleségek, hanem fehérjekeverékek*, melyekben a komponens-fehérjék aránya még egyazon állategyednél is ingadozó lehet s mely fehérjekomponensek abszorpcióspektrum dolgában erősen eltérnek egymástól.

Hogy e feltevés jogosult voltát megvizsgáljuk, *a szérumot ammoniumsulfáttal való fokozatos telítés által 6 frakcióra bontottuk szét*.

A szétbontás a következőképpen történt: 200 cm<sup>3</sup> szérumot vízzel kétszeresére hígítottunk s annyi telített ammoniumsulfátoldatot adtunk hozzá, hogy az elegy végeredményben 30%-ig legyen telítve. A csapadékot szűréssel elkülönítve, a szűrlethez annyi ammoniumsulfátoldatot tettünk, míg az elegy az utóbbira nézve 40%-ig telítődött. Hasonlóan választottuk le a 3. frakciót, 50%-ig való telítéssel. A 4., 5. és 6. frakció leválasztásánál kiszámított mennyiségű szilárd ammoniumsulfát hozzáadásával érték el a 60, 70, illetőleg a 80%-os telítettségi fokot. Az utóbbi elegy szűrlete csak nyomokban tartalmazott fehérjét. Az egyes csapadékreszlete-



1. ábra.

### III. Táblázat.

*A szérum fehérjének frakcionálása.*

A frakció száma	A frakció telítettségének foka %	A frakció az összes fehérjének hány %-a	Hullámhossz m $\mu$ -ban		Extinkciokoeff		$\Delta \epsilon$ maximum-minimum	Megjegyzés	
			a maximum helyén	a minimum helyén	a maximum helyén	a minimum helyén			
<b>Szarvasmarhavérszérum</b>									
1	0—30-ig	20.7	278.5	251.5	13.60	6.15	7.45	kissé opalizált	
2	30—40 "	24.1	279.0	252.5	13.95	5.95	8.00		
3	40—50 "	9.5	278.5	252.5	11.25	5.05	6.20		
4	50—60 "	3.4	278.5	253.5	12.85	7.95	4.90		opalizált
5	60—70 "	39.2	279.5	253.5	9.20	5.00	4.20		erősen opalizált
6	70—80 "	2.9	278.5	256.0	12.85	11.10	1.75		
<b>1.* Lóvérszérum</b>									
1	0—30-ig	8.8	279.0	252.5	16.70	7.80	8.90	alig észrevehetően opalizált	
2	30—40 "	35.5	279.5	252.0	13.20	4.85	8.35		
3	40—50 "	15.2	279.5	252.5	12.80	6.05	6.75		
4	50—60 "	14.8	279.5	253.0	8.85	4.55	4.30		
5	60—70 "	23.7	279.5	254.0	7.85	4.70	3.15		
6	70—80 "	1.9	279.0	256.0	6.40	4.65	1.75		
<b>2.* Lóvérszérum</b>									
1	0—30-ig	9.9	279.0	252.0	16.15	7.25	8.90		
2	30—40 "	31.5	279.5	251.5	14.60	6.85	7.75		
3	40—50 "	16.7	279.5	252.0	12.35	5.30	7.05		
4	50—60 "	13.4	279.0	252.5	10.20	5.40	4.80		
5	60—70 "	23.9	279.5	253.5	8.00	4.70	3.30		
6	70—80 "	4.6	279.0	256.0	7.05	5.25	1.80		

\* Az 1 és 2 jelzésű szérumok egyazon ló két különböző alkalommal vett véréből származnak.



ket ugyanolyan töménységű ammoniumszulfátoldattal mostuk, mint amilyen a szűrlet ammoniumszulfátkoncentrációja volt. A nyert frakciók oldatát (dialízis nélkül) hasonlóan készítettük elő az abszorpcióspektrum felvételére, mint ahogyan azt előbb leírtuk.

Ilyen módon három szérum frakcionálását hajtottuk végre. Az eredmények a III. táblázatban vannak feltüntetve, honnan látható, hogy a  $\Delta\varepsilon$ -értékek az ammoniumszulfátos telítettség előrehaladtával nagy mértékben csökkennek. Különösen jól megfigyelhető ez a 2. ábrán, melyen a görbék melletti számok a frakciók számát jelentik. (A görbék a 2. lóvérszérum frakcióira vonatkoznak.) Ha az abszorpciós-maximum helyén mért extinkciókoefficienseket hasonlítjuk össze, az 1. és 2. lóvérszérumnál itt is fokozatos és nagymérvű csökkenést észlelünk az ammoniumszulfátos telítettség előrehaladásával. A szarvasmarhaszérumnál ez nem jut kifejezésre azért, mivel az egyes frakciók oldatai jelentékeny mértékben opalizáltak, mely körülmény — mint említettük — az abszorpciós görbe eltolódását eredményezi. Látható azonban az is, hogy ez a zavaró hatás eltűnik, ha mérvadóul  $\Delta\varepsilon$ -értékeket fogadjuk el, mely utóbbiak — mint ugyancsak említettük — az opaleszcenciától függetlenek.

V. Miután a fehérjék szelektív abszorpciója a bennük foglalt triptofántól és tirozintól származik, a fenti kísérleti adatok arra engedtek következtetni, hogy az ammoniumszulfáttal való fokozatos telítésnél leváló szérumfrakciók triptofán-, avagy tirozintartalmában, esetleg mindkettőben lényeges különbségnek kell fennállani. Egy esetben meghatároztuk ezért a frakciók triptofán- és tirozintartalmát FOLIN és MARENZI mikrokolorimetriás eljárása szerint és az eredményeket a IV. táblázatban foglaltuk össze.

Mint innen látható, ez a feltevésünk helyesnek bizonyult. Az ammoniumszulfát telítettségének előrehaladásával a szérumból leváló fehérjefrakciók triptofántartalma fokozatosan csökken, elannyira, hogy a 70 és 80% telítettségi fokok közt leváló fehérjerészlet triptofántartalma kevesebb, mint  $\frac{1}{3}$  része a 30% telítettségi fokig leváló fehérjefrakció triptofántartalmának. A tirozintartalomban mutatkozó eltolódás sokkal kisebb fokú.

VI. Az a körülmény, hogy az ammoniumszulfáttal való fokozatos telítésnél leváló frakciók spektrumai (s evvel együtt

## IV. Táblázat.

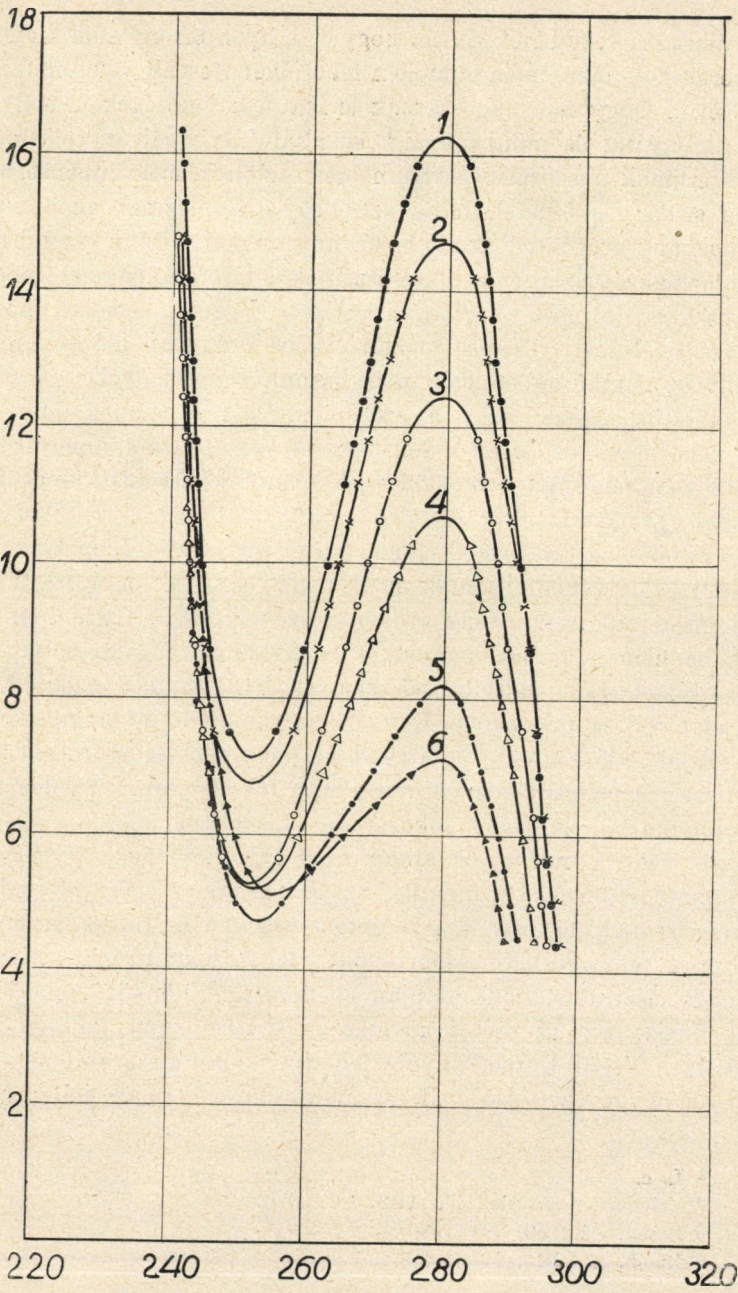
A frakció száma	$\Delta \epsilon$	Triptofán %	Tirozin %
1	8.90	1.73	5.95
2	7.75	1.52	6.03
3	7.05	1.61	5.19
4	4.80	1.03	4.69
5	3.30	0.58	4.56
6	1.80	0.50	4.68

azok triptofántartalma is) *folytonos, azaz ugrásnélküli átmenetet mutatnak*, arra enged következtetni, hogy a szérumból ammoniumszulfáttal leválasztható frakciók egyike sem homogén fehérje, hanem mindegyike keverék, és pedig két, talán több fehérjeféleség változó arányú keveréke. Kisebb telítettségénél a nagyobb triptofántartalmú komponens, avagy komponensek csapódnak le nagyobb mennyiségben, míg az ammoniumszulfátos telítettség előrehaladásával nyert csapadékban a triptofánban szegényebb, avagy ezt talán egyáltalában nem tartalmazó fehérje, illetőleg fehérjék dominálnak. *A nyert frakciók* — tehát a szokásos elnevezés szerinti euglobulin, pszeudglobulin és albumin is — *minőség dolgában tehát úgy látszik nem különböznek egymástól, hanem csak alkatrészeik viszonylagos mennyisége tekintetében.*

S mint ahogyan a szérum — köztudomás szerint — a «globulint»-t és «albumin»-t nagyon változékony arányban tartalmazza, nyilván egészen hasonlóan bizonytalan arányú keverékekkel van dolgunk mindazokban a frakciókban is, melyek a szérumból a szokásos eszközökkel leválaszthatók. Ez magyarázza meg, miért találtunk oly nagy eltéréseket az azonos állatfajtól származó globulinok és albuminok abszorpciója közt.

Valószínűnek mondható, hogy azok az ingadozások, melyek Aszódi<sup>1</sup> szerint az euglobulinok kéntartalmában mutatkoznak,

<sup>1</sup> L. c.



2. ábra.

szintén arra vezethetők vissza, hogy ő is ilyen bizonytalan arányú keverékeket, tehát nem homogén fehérjéket vizsgált «euglobulin» néven. S hogy megmagyarázzuk azokat a különbségeket, melyeket SUHRMANN és munkatársai<sup>1</sup> az általuk vizsgált vérplazmák és szérumok abszorpcióspektrumában észleltek, még éppenséggel nem szükséges feltételeznünk azt, hogy e vérplazmákban és szérumokban kvalitatíve különböző anyagokkal állunk szemben. A plazmák és szérumok alkatrészeinek eltérő aránya is elegendő az észlelt eltérések megmagyarázására. Végül lehetséges, hogy FÜRTH és NOBEL, illetőleg OBERMAYER és WILLHEIM idézett eredményeit, nemkülönbön több más hasonló eredményeket is arra vezethetjük vissza, hogy a szérumban két — esetleg több — oly fehérje változó arányú keverékével van dolgunk, amelyek az eddig ismeretes módszerekkel csak igen tökéletlenül különíthetők el egymástól.

Befejezésül megemlékszünk három értekezésről, melyek az elmúlt év folyamán jelentek meg s melyekről akkor szereztünk tudomást, mikor munkánk érdemi része elkészült. Ezek a munkák ha nem is jutnak a mienkéhez hasonlóan fogalmazott végkövetkeztetésre, lényegileg összhangzásban vannak a mi fölfogásunkkal. GOLDSCHMID és KAHN<sup>2</sup> a szérumalbumint ammoniumsulfáttal való fokozatos telítéssel három frakcióra bontotta szét. A nyert csapadékok hisztidintartalmát fokozatosan nagyobbak, triptofántartalmát pedig fokozatosan kisebbnek találták, sőt az utolsó frakció, melyet ők albumin A-nak neveznek, egyenesen triptofánmentesnek bizonyult. Ez a frakció az egész albuminmennyiségnek csupán 4%-át tette. FISCHER és BLANKENSTEIN<sup>3</sup> a szérum fehérjéit hét frakcióra bontja fel s ezeket tirozin-, triptofán- és cisztintartalmuk alapján chemiailag különböző fehérjéknek tartja. (Ezt az utóbbi következtetést nem látjuk kellően indokolva.) Végül LUSTIG<sup>4</sup> nyole fehérjét izolált a szérumból, ezeket az úgynevezett karboxil- és aminoindex alapján jellemzi s

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. physiol. Ch. 183, 19 (1929).

<sup>3</sup> Bioch. Zf. 220, 380 (1930).

<sup>4</sup> Bioch. Zf. 225, 247 (1930).

arra az eredményre jut, hogy a szérum igen sok ilyen frakcióból van összetéve.

★

Ezen a helyen is köszönetet mondunk a *Széchenyi Tudományos Társaságnak* az anyagi támogatásért, továbbá a *Phylaxia R. T.*-nak, BURGHOFFER GÉZA főállatorvosnak és a Főiskola klinikáinak, kik számtalan esetben szívesek voltak vért és szérumot rendelkezésünkre bocsátani.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931 február 16.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE FRAKTIONIERUNG  
DER SERUMEIWEISSKÖRPER UND DIE  
ABSORPTIONSSPEKTRA DER FRAKTIONEN.

Von JULIUS GRÓH, k. Mitglied der Akademie.

Nach Versuchen von E. FALTIN.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in einer deutschen  
Zeitschrift erscheinen.

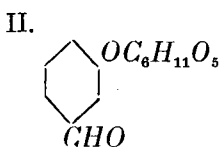
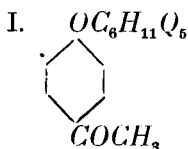
---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-  
schaften vom 16. Februar 1931.)

## A GLÜKOMETAOXYBENZALDEHYD SZINTÉZISE.<sup>1</sup>

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

JOWETT és POKTER<sup>2</sup> már régebben a *Salix nigra* kérgéből egy glükozidet különítettek el, amelyet salinigrinnek neveztek. Vizsgálataik szerint ezen glükozid hydrolyziskor glükózra és metaoxybenzaldehyde bomlik és így e terméket glükosido m. oxybenzaldehydnek tartották. Röviddel ezelőtt BRIEDEL és RABATÉ<sup>3</sup> azt találták, hogy a salinigrin, amelyet a *Salix nigrá*ból elkülönítettek, összes tulajdonságaiban azonos a piceinnel, melyet TANNER<sup>4</sup> a *Pinus picea*ból különített el első ízben. A piceint már régebben én szintézis útján<sup>5</sup> előállítottam acetobrómglükózból és paraoxyacetophenonból és így szerkezetét biztosan, mint (I.)



glükosido p. oxyacetophenont ismertem fel. A glükosido m. oxybenzaldehyd szintézisét már G. BARGELLINI és R. DE FAZI<sup>6</sup> is megkísérelték. Ők acetobrómglükózt kondenzáltak metaoxybenzal-

<sup>1</sup> A budapesti Pázmány Péter tud.-egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> C. 1902, II. 803.

<sup>3</sup> C. 1930, I. 2568.

<sup>4</sup> Bull. soc. chim. 19, 944 (1894).

<sup>5</sup> Math. Természettud. Ért. XXXII. köt. 41. 1. (1914). Journal für prakt. Chemie 88, 764 (1913).

<sup>6</sup> Gazz. chim. ital 45, II. 10. C. 1915, II. 894.



dehyddel tetraacetylglükometaoxybenzaldehyddé, a termékből azonban nem sikerült nekik barytvízzel való elszappanosítás útján a glükozidet előállítaniok. Előző kísérleti tapasztalataim, amelyeket a glükosyringaaldehyd<sup>1</sup> előállításánál szereztem, újabban ezen glükozid szintéziséhez vezettek. Az acetobrómglikóz és a metaoxybenzaldehyd kondenzációja útján nyert tetraacetylglükometaoxybenzaldehydből hig ammoniákkal való elszappanosítás útján a jól kristályosodó glükometaoxybenzaldehydet nyertem. Az így előállított glükoziden így közvetlenül észlelhettem, hogy az teljesen elütő tulajdonságokat mutat a piceintől.

#### KÍSÉRLETI RÉSZ.

##### Tetraacetylglükometaoxybenzaldehyd.

BARGELLINI és FAZI a fentebbi vegyületet metaoxybenzaldehyd lúgos oldatának acetobrómglikóznak aetheres oldatával való hosszabb összerázása útján nyerték. Sokkal egyszerűbben eszközölhető a vegyületnek alábbi módon való előállítása: 2·7 gr metaoxybenzaldehydet és 9 gr acetobrómglikózt 20 cm<sup>3</sup> acetóban oldunk. Ezután 0·9 gr nátriumhydroxydnak 10 cm<sup>3</sup> vízben való oldatát külső hűtés közben kis adagokban hozzáadjuk, miközben ügyelünk, hogy a hőmérséklet 16 C° fölé ne emelkedjen. Ezután 20 percnyi időközökben még háromszor 10 cm<sup>3</sup> acetont adunk hozzá és öt óra hosszat közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. Ezután az acetont vacuumban közönséges hőmérsékleten leszívátjuk, a visszamaradó terméket sok vízzel elegyítjük, miközben a vegyület kikristályosodik. Híg methylalkoholból még egyszer átkristályosított tetraacetylglükometaoxybenzaldehyd 108—109 C°-on olvad.<sup>2</sup>

0·1526 gr anyag adott: 0·3112 gr CO<sub>2</sub>-t és 0·0760 gr H<sub>2</sub>O-t.

A C<sub>21</sub>H<sub>24</sub>O<sub>11</sub> képlet alapján a számított értékek: C=55·75%, H=5·30%.

Kísérletileg talált értékek: C=55·61%, H=5·53%.

<sup>1</sup> Math. és Természettud. Ért. 1930. évf.; Journ. für prakt. Chemie 124, 313 (1930).

<sup>2</sup> Loc. cit.

## Glükometaoxybenzaldehyd.

A tetraacetylglükozid elszappanosítása hig barytvízzel nem vezetett eredményhez. Ellenben előző kísérleti tapasztalataim szerint, amelyeket a tetraacetylglükosyringa aldehyd elszappanosításánál hig ammoniákoldattal szereztem, így ezen eljárás ebben az esetben is igen bevált.

1 gr finomra porított tetraacetylglükosidet  $80\text{ cm}^3$  2·5%-os ammoniákoldattal 20 óra hosszat a rázógépen összerázzuk. Ezután kevés változatlan kiindulási anyagról leszűrünk és az oldatot vacuumban 12 mm nyomás alatt  $40\text{ C}^\circ$  hőmérsékleten kis térfogatra lepárolgatjuk, a visszamaradó terméket porítjuk és vacuumexsiccatorban szárazra bepároljuk és vacuumexicatorban kiszáritjuk. Ezután a terméket ecetsavas aethyllel a vízfürdőn kivonjuk és az oldatot még melegen szűrjük. A töményített oldatból a glükosid kikristályosodott, amelyet további tisztítás céljából még egyszer ecetsavas aethylből kristályosítunk át.

0·1588 gr anyag adott: 0·3190 gr  $\text{CO}_2$ -t és 0·0831 gr  $\text{H}_2\text{O}$ -t.

A  $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_7$  képlet alapján a számított értékek:  $C=54\cdot88\%$ ,  $H=5\cdot63\%$ .

Kísérletileg talált értékek:  $C=54\cdot78\%$ ,  $H=5\cdot81\%$ .

A glükometaoxybenzaldehyd szintelen tűkben kristályosodik, amelyek  $160\text{--}161\text{ C}^\circ$ -on olvadnak. A glükosid könnyen oldódik vízben és meleg alkoholban. Ecetsavas aethylben a vegyület hidegen nehezen oldódik, ellenben melegen könnyen. A glükosid alkoholos oldata vaschloriddal nem ad színreakciót. A termék összes tulajdonságaiban elüt a picientől.

# DIE SYNTHESE DES GLÜKOMETAOXYBENZALDEHYDES.

Von F. MAUTHNER.

Vor längerer Zeit haben JOWETT und POTTER<sup>1</sup> aus der Rinde der Schwarzweide ein Glükosid isoliert, welches sie mit dem Namen Salinigrin bezeichnet haben. Nach ihren Untersuchungen zerfällt dieses Glükosid bei der Hydrolyse in d-Glükose und Metaoxybenzaldehyd und gaben seine Konstitution hiernach als Glükosido m. oxybenzaldehyd an. Nun fanden BRIEDEL und RABATÉ<sup>2</sup> vor kurzem, dass das Salinigrin, welches sie aus der Rinde von *Salix nigra* isoliert haben, in allen Eigenschaften identisch ist mit dem Picein, welches TANRET aus der Edeltanne (*Pinus picea*) zuerst darstellte. Das Picein ist von mir<sup>3</sup> vor längerer Zeit synthetisch aus Acetobromglükose und Paraoxyacetophenon dargestellt worden und hiernach in seiner Konstitution mit Sicherheit als Glükosido p. oxyacetophenon erkannt. Versuche zur Synthese des Glükosido m. Oxybenzaldehydes sind in der Litteratur von G. BARGELLINI und R. DE FAZI<sup>4</sup> verzeichnet. Sie haben aus Acetobromglükose und Metaoxybenzaldehyd das Tetraacetylglükometaoxybenzaldehyd gewonnen, konnte jedoch durch Verseifung mit Barytlaugé daraus das freie Glükosid nicht gewinnen. Frühere experimentelle Erfahrungen über die Synthese des Glükosyringaldehyds<sup>5</sup> führten mich jetzt auch zur Synthese dieses Glükosido m. Oxybenzaldehydes.

---

<sup>1</sup> C. 1902. II. 803.

<sup>2</sup> C. 1930 I. 2568. C. 1930 II. 2782.

<sup>3</sup> Journ. für prakt. Chemie 88, 764 (1913).

<sup>4</sup> Gazz. chim. ital. 45. II. 10; C. 1915 II. 894.

<sup>5</sup> Journ. für prakt. Chemie 124, 313 (1930).

sides. Der durch Kondensation von Acetobromglükose mit Metaoxybenzaldehyd gewonnene Tetraacetylglükometaoxybenzaldehyd konnte durch Verseifung mit verdünnter Ammoniaklösung in den gut krystallisierten Glükometaoxybenzaldehyd übergeführt werden. An dem so dargestellten Glükosid konnte der direkte Vergleich durchgeführt werden, dass derselbe vollständig verschieden ist vom Picein.

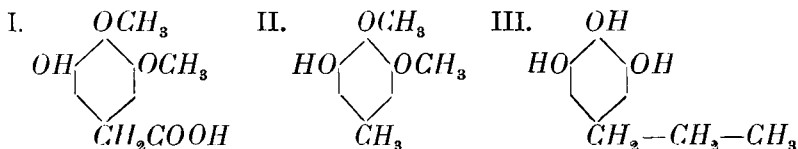
---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Februar 1931.)

## AZ AETHYLPYROGALLOL SZINTÉZISE.<sup>1</sup>

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A pyrogallol homológjai közül növényi anyagok szétbontásakor fellelték a methyl és propylpyrogallolt. Az ibolyagyökérből (*Iris florentina*) TIEMANN és G. DE LAIRE<sup>2</sup> egy iridinnek nevezett glykosidet különítették el, egy vegyületet, amely hidrolýsiskor d-glükosera, iretolra és iridinsavra bomlik szét. Egynehány éve,<sup>3</sup> hogy az iridinsav (I.) szintézisét közzétettem és mivel az iridinsav hevítéskor széndioxyd kiválása közben dimethylpyrogallolra (II.) bomlik, úgy ezzel egyúttal a dimethylmethylpyrogallol (III.) szintézisét is létesítettem. Szintúgy a fakátrány-



ból HOFFMANN<sup>4</sup> ezen dimethylmethylpyrogallolnak egy izomerjét különítette el. A *Ramalina* diraceratából elkülönített phenolnak, az oxydivarinnek (III.) egynehány évvel azelőtt eszközölt szintézise által kimutattam,<sup>5</sup> hogy e vegyület szerkezetére nézve egy

<sup>1</sup> A budapesti Pázmány Péter tud.-egyetem II. sz. chemiai intézetében készült dolgozat.

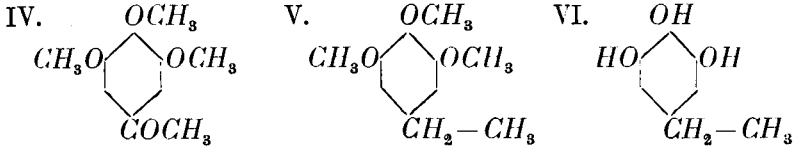
<sup>2</sup> B. 26, 2010 (1893).

<sup>3</sup> Ann. 449, 102 (1926); Math. és Természettud. Ért. 1926.

<sup>4</sup> Ber. 8, 66 (1875); 11, 329 (1878); 12, 1371 (1879).

<sup>5</sup> Math. és Term. Értesítő 43, 366 (1926); Journal für prakt. Chemie 112, 268 (1926).

propylpyrogallol, ismeretlen volt eddig az aethylpyrogallol (VI.), amelynek szintézisére kiindulási anyag gyanánt az általam már



régebben előállított trimethylgallacetophenont<sup>1</sup> választottam. Ezen keton redukciójakor zinkamalgamával CLEMMENSEN mód-szere szerint a trimethylaethylpyrogallol (V.) képződött. A methylcsoportok lehasítása által e vegyületből jódhidrogénsavval az aethylpyrogallol (VI.) állott elő. Szintúgy kísérleteket végeztem oly célból, hogy a trimethylgallusaldehyd közvetlen redukciójakor zinkamalgammal a methylpyrogallolt előállítsam, de e kísérletek meddők maradtak, mert e vegyület redukciójakor az aldehyd teljesen elgyantásodik. Mindazonáltal ezen kísérletek a trimethylgallusaldehyd egy kényelmes előállítási módjához vezettek, amely vegyület számos e csoportba tartozó szintézis céljaira igen alkalmas kiindulási test.

#### KÍSÉRLETI RÉSZ.

#### Trimethylaethylpyrogallol.

Az alábbi kísérletekhez szükséges trimethylgallacetophenont előbbi adataim szerint<sup>2</sup> állítottam elő.

E keton redukciójához a vegyület 14 gr-jához 73 gr amal-gámózott zinket adunk és 220 cm<sup>3</sup> sósavval (1 rész tömény sósav + 1 rész víz) nyolc óra hosszat heves forrásban tartjuk. A reakció közben még 110 cm<sup>3</sup> tömény sósavat adunk lassacskán hozzá. Ezután a reakciós folyadékot többször aetherrel kivonjuk, az aetheres oldatot nátronlúggal átrázzuk és chlorcalciummal szárítjuk. Az oldószert lepárolgatjuk és a visszamaradó

<sup>1</sup> Math. és Természettud. Értesítő 39, 40 (1911); Journal für prakt. Chemie 82, 275 (1910).

<sup>2</sup> Math. és Természettud. Ért. loc. cit. Journ. für prakt. Chemie 82, 275 (1910); 112, 270 (1926).

olajos terméket desztilláljuk, miközben a középső frakció 148—149 C°-on desztillál át 12 mm nyomás alatt. Termelés 3 gr 4·590 mg anyag adott: 11·295 mg CO<sub>2</sub>-t és 3,485 mg H<sub>2</sub>O-t.

A C<sub>11</sub>H<sub>16</sub>O<sub>3</sub> képlet alapján a számított értékek: C=67·34%, H=8·11%.

Kísérletileg talált értékek: C=67·11%, H=8·43%.

### Aethylpyrogallol.

A methylocsoportok lehasítására 2 gr trimethylaethylpyrogallolt 10 cm<sup>3</sup> tömény jód hidrogensavval (1·96) öt óra hosszat hevítjük. Ezután az oldatot vízzel elegyítjük és egész kevés változatlan kiindulási anyagról az oldatot leöntjük. Az oldatot ezután többször aetherrel kivonjuk, az aetheres kivonatot nátriumthiosulfátoldattal átrázzuk és vizmentes nátriumsulfáttal szárítjuk. Az aether lepárlása után visszamaradó termék mihamar megdermed. Ezt agyagtányéron szárítjuk és ligroinból kristályosítjuk át. Olvadáspontja 86—87 C°.

4·155 mg anyag adott: 9·530 mg CO<sub>2</sub>-t és 2,510 mg H<sub>2</sub>O-t.

A C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub> képlet alapján a számított értékek: C=62·34%, H=6·49%.

Kísérletileg talált értékek: C=62·50%, H=6·71%.

Az aethylpyrogallol könnyen oldódik aetherben és alkoholban. A vegyület nehezen oldódik hideg ligroinban, ellenben könnyebben melegben. A vegyület alkoholos oldatát vaschlorid ibolyaszínűre festi.

### Trimethylgallusaldehyd.

A fentebbi vegyület előállítására már régebben<sup>1</sup> egy célszerű előállítási módszert ajánlottam, mely szerint a trimethoxybenzoylcyanid elszappanosításakor előálló ketosav hevítésekor szénsav kiválása közben az aldehyd képződik. A savchlorideknek a ROSEN MUND-féle<sup>2</sup> katalytikus redukciójának felfedezése óta és ezen reakciónak a metadimethoxybenzoylchloridra való alkal-

<sup>1</sup> Ber. 41, 920 (1908).

<sup>2</sup> Ber. 51, 585 (1918).



mazása által<sup>1</sup> a trimethylgallusaldehydet a trimethylgalloylchlorid redukciója útján állítom elő, amely utat már SPATH<sup>2</sup> is választotta.

Az alábbi kísérletekhez szükséges trimethylgallussavat előírásom<sup>3</sup> szerint nyertem. A savból phosphorpentachlorid segítségével a chloridet állítottam elő és további tisztítás céljából vacuumban desztilláltam. A katalytikus redukiót a következőképpen eszközöljük: 4 gr trimethylgallussavchloridet feloldunk 15 cm<sup>3</sup> fémes nátrium felett szárított toluolban, 2 gr palladium bariumsulfát katalysatort adunk hozzá és a redukiós csövön át öt óra hosszat száraz hidrogénáramot vezetünk keresztül. Az egész reakció alatt a redukiós csövet egy olajfürdő segítségével állandóan 110 C°-ra hevítjük. Ezután a katalysatort még melegen leszűrjük és meleg benzollal jól kimossuk. Több kísérlettől eredő benzolos kivonatait az aldehydnek összegyűjtjük és az oldószert vacuumban lepárologtatjuk. A visszamaradó terméket aetherben oldjuk és az aetheres oldatot híg nátronlúggal átrázzuk, miáltal a trimethylgallussav feloldódik, amelyet a lúgos oldat sósavval való megsavanyítása után nyerünk. Termelés 3·6 gr chloridból. Az aetheres oldatot ezután 40%-os nátriumbisulfítoldattal rázzuk át. A kiváló bisulfít vegyületét az aldehydnek vízben oldjuk, tömény sósavat adunk hozzá és vízfürdőn való hevítés által szétbontjuk. Lehűléskor az aldehyd legnagyobb része kiválik, melyet leszűrünk és a visszamaradó részt az anyalúgnak aetherrel való kivonása után nyerjük. A nyers terméket agyagtányéron szárítjuk ki és ligroinból kristályosítjuk át. Termelés 15·6 gr tiszta aldehyd 40 gr chloridból. A nátronlúggal és bisulfítoldattal átrázott aetheres oldatban egy melléktermény van, amely nem mutat aldehydreakciókat. Az aethert ledesztilláljuk, a visszamaradó terméket agyagtányéron szárítjuk és ligroinból kristályosítjuk át. Termelés 7·7 gr. A termék a SPATH által közölt analytikai adatokhoz egész közelfekvő eredményeket szolgáltatott:

---

<sup>1</sup> Math. és Természettud. Ért. 40, 152 (1919); Journ. für prakt. Chemie 100, 176 (1920).

<sup>2</sup> Mon. 40, 142 (1919).

<sup>3</sup> Organic Synthesis Vol. 6. New-York.

3·910 mg anyag adott: 8·800 mg  $CO_2$ -t és 2·210 mg  $H_2O$ -t.

C \_ \_ \_ \_ \_ 61·38 %  
 H \_ \_ \_ \_ \_ 6·27 %.

A termék olvadáspontját 107 C°-on észleltem. Ezen vegyület szerkezetének felderítésével továbbra is foglalkozom.

A trimethylgallusaldehyd redukciójára e vegyület 15 gr-ját, 78 gr amalgámozott zinkkel és 240 cm<sup>3</sup> sósavval (120 cm<sup>3</sup> tömény sósav + 120 cm<sup>3</sup> víz) hét óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel forraljuk. Közben lassacsán kis adagokban még 160 cm<sup>3</sup> tömény sósavat adunk hozzá. Ezután a reakciós folyadékot többször aetherrel kivonjuk, az oldatot nátronlúggal átrázzuk és az aethert ledesztilláljuk. A vizamaradó olajos termék a desztillációkor teljesen elbomlott.

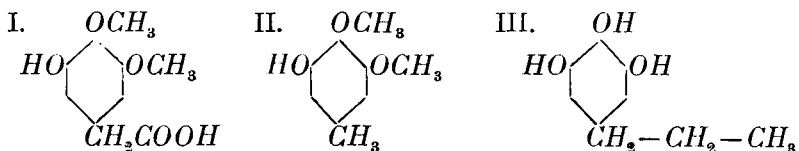
---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. február 16.-án tartott üléséből.)

## DIE SYNTHESE DES AETHYLPYROGALLOLS.

Von F. MAUTHNER.

Von den Homologen des Pyrogallols sind beim Abbau von Pflanzenstoffen erhalten worden das Methyl und das Propylpyrogallol. Aus der Veilchenwurzel (*Iris florentina*) haben F. TIEMANN und G. DE LAIRE<sup>1</sup> ein Iridin genanntes Glykosid isoliert, ein Substanz, welche bei der Hydrolyse in d-Glucose, Iretol und Iridinsäure zerfällt. Vor einigen Jahren führte ich<sup>2</sup> die Synthese der Iridinsäure (I) durch und da diese Säure durch Kohlensäureabspaltung in Dimethylmethypyrogallol (II) übergeht, ist damit auch die Synthese des Dimethylmethypyrogallols (II) vollbracht.



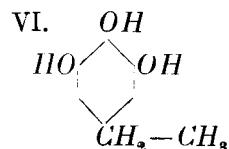
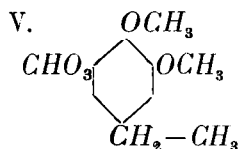
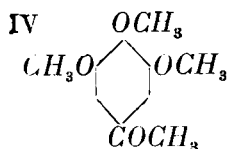
Auch aus dem Holztheer wurde von HOFFMANN<sup>3</sup> ein mit diesem isomeres Dimethylmethypyrogallol isoliert. Das aus *Ramalina diracerata* isolierte Phenol Oxydivarin (III) ist, wie meine vor einigen Jahren ausgeführte Synthese zeigte,<sup>4</sup> ein Propylpyrogallol. Unbekannt ist bisher das Aethylpyrogallol (VI), zu dessen Synthese ich als Ausgangsmaterial das schon früher von

<sup>1</sup> B. 26, 2010 (1893).

<sup>2</sup> Ann. 449, 102 (1926).

<sup>3</sup> Ber. 8, 66 (1875); 11, 329 (1878); 12, 1371 (1879).

<sup>4</sup> Journal für prakt. Chemie 112, 268 (1926).



mir dargestellte Trimethylgallacetophenon<sup>1</sup> wählte. Dieses Keton lieferte bei der Reduktion mit Zinkamalgam nach Clemmensen das Trimethyläthylpyrogallol (V). Durch Abspaltung der Methylgruppen aus diesem Aether mittels Jodwasserstoffsäure wurde das Äthylpyrogallol (VI.) erhalten. Auch führte ich Versuche aus, um aus dem Trimethylgallusaldehyd direkt durch Reduktion mit amalgamiertem Zink zum Methylpyrogallol zu gelangen. Diese Versuche schlugen indessen fehl, da bei diesem Versuch der Aldehyd verharzte. Indessen führten diese Versuche zu einer bequemen Darstellungsweise der für viele Synthesen anwendbaren Trimethylgallusaldehyds.

<sup>1</sup> Journal für prakt. Chemie 82, 275 (1910).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 16. Februar 1931.)

# A TURÁNÓZ ACETYL- ÉS ACETOHALOGÉN SZÁRMAZÉKAI<sup>1</sup>

PACSU JENŐ-től.

C. S. HUDSON és e dolgozat szerzője nemrég<sup>2</sup> először állították elő a nádcukornak egy érdekes izomerjét, a turánózt, tiszta és kristályos állapotban. E disaccharid jól kristályosodik forró metánolból s frissen készült vizes oldata állás közben mutarotációt szenved, mely 20 perc után megszűnik s a forgatás értéke  $[\alpha]_D^{25} = +75.3^\circ$ -on állandósul. A tiszta, kristályos turánóz  $157^\circ$ -on olvad, édes ízű s a forgatás változásának irányából következtetve, a  $\beta$ -sorozatba tartozik. E cukornak a melejitőz nevű trisaccharidból való készítését fenti szerzők később<sup>3</sup> részletesen ismertették s meghatározták mutarotációja sebességi állandójának értékét vizes oldatban,  $22^\circ$ -on. ZEMPLÉN G. és BRAUN G.<sup>4</sup> a methylezett melejitőz részleges hidrolizise útján keletkezett methylezett turánóznak további bontásakor oly termékeket különítettek el, amelyeknek jelenlétéből a turánóz szerkezete — feltéve, hogy a nádcukorban a fruktóz pyranoid alakban van jelen — 5-glükozido  $\langle 1, 5 \rangle$  — fruktóz  $\langle 2, 6 \rangle$ -nak adódott. Később ZEMPLÉN G.<sup>5</sup> kimutatta, hogy abban az esetben, ha a nádcukorban furánoid típusú fruktóz szerepelne, amint azt W. N. HAWORTH<sup>6</sup> állítja, akkor a turánóz szerkezete 6-glükozido  $\langle 1, 5 \rangle$ -fruktóz  $\langle 2, 5 \rangle$  volna.

---

<sup>1</sup> Jelen dolgozat Washington' D. C.-ban, a U. S. Public Health Service Hygienic Laboratory-jában készült.

<sup>2</sup> Science, 69, 278 (1929).

<sup>3</sup> Journ. of the American Chem. Soc., 52, 2519 (1930).

<sup>4</sup> Bericht d. Deutschen Chem. Ges., 59, 2230 (1926).

<sup>5</sup> Berichte d. Deutschen Chem. Ges., 59, 2539 (1926).

<sup>6</sup> W. N. HAWORTH és E. L. HIRST, Journ. of the Chem. Soc. 129, 1858 (1926).

Miután e rendkívül ritka, összetett ketoncukorból nagyobb mennyiség állott rendelkezésemre, módomban volt, hogy eddig ismeretlen acetyl- és acetohalogén-származékait előállítsam s azok sajátosságait tanulmányozzam. Ez annál is inkább szükségesnek látszott, mert a ketoncukrok ilyenemű származékai aránylag csak kevéssé ismeretesek.

A turánóz vizes oldata a FEHLING-féle oldatot redukálja: ennél fogva a redukáló cukroknál fellépő oxo-cyklo-desmotropia miatt előre várható, hogy acetylezéskor két octa-acetyl-származék fog keletkezni. A kísérletek azonban azzal a meglepő eredménnyel jártak, hogy ecetsavanhydriddel szobahőmérsékleten,  $Zn C_2$  katalizátor jelenlétében végzett acetylezéskor, a turánóz három, kítűnően kristályosodó octa-acetyl-származékot szolgáltat. A három izomer könnyen elválasztható egymástól különböző oldékonyságuk alapján. Az első octa-acetat már keletkezésekor kiválik az ecetsavanhydrid-oldatból finom, hajlékony tűk alakjában s szűréssel könnyen eltávolítható. E termék igen állandó, 216—217°-on olvad, s alacsony forgatásából  $[\alpha]_D^{20} = +20.5^\circ$  (chloroformban) következtetve, az octa-acetyl-turánóznak  $\beta$ -formáját képviseli. Az acetylezésre felhasznált turánóznak kb. 22 %-a alakul át  $\beta$ -octa-acetattá, mely a további származékok előállításánál becses kiindulási anyag.

Ez első izomer eltávolítása után az ecetsav-anhydrides szüredék jeges vízbe való öntésekor sűrű szirup keletkezik, mely csakhamar megszilárdul. E nyers termék a második s a harmadik octa-acetyl-turánóznak kb. egyenlő mennyiségű keveréke. A két izomer könnyen elválasztható egymástól alkohol segítségével, mely szobahőmérsékleten könnyen oldja a harmadik octa-acetatot s az ily körülmények között csaknem oldhatatlan második octa-acetat szűréssel eltávolítható. Forró abszolút alkoholból való átkristályosítás után, a második octa-acetat jól fejlett prizmákban válik ki, melyek 156—157°-on olvadnak. A forgatás értékéből,  $[\alpha]_D^{20} = +105.9^\circ$  (chloroformban), s egyéb tulajdonságaiból ítélve valószínű, hogy e termék az octa-acetyl-turánóznak  $\alpha$ -izomerje.

A harmadik octa-acetyl-turánóz a második izomer eredeti alkoholos anyalúgójából különíthető el. E termék chloroformos oldata valamivel erősebben forgat,  $[\alpha]_D^{20} = +125.4^\circ$ , mint a

másodiké. Mivel alkoholban feltűnően jól oldódik s még szobahőmérsékletű étherben is tekintélyes mennyiségben oldható, a másik két izomertől különösebb nehézség nélkül elválasztható. Erősen lehűtött étheres oldatából szépen fejlett, hatszöges oszlopokban kristályosodik s már 95°-on megolvad.

Három octa-acetyl-turánóz létezése elméleti szempontból rendkívül érdekes, mert míg az első kettőnek a szokásos diastereoizomer szerkezetet tulajdoníthatjuk, addig a harmadik izomer létezését csak valami más módon lehetséges megmagyaráznunk.

E terméknek, mint valamely  $\gamma$ -módosulatú turánóz  $\alpha$ -sorozatba tartozó octa-acetyl-származékának megjelölése elfogadhatónak látszik, ha lúggal és káliumpermanganattal szemben való viselkedését vizsgáljuk. Acetonos oldatát néhány csepp híg natronlúggal elegyítve, az eredetileg színtelen oldat azonnal sötétsárga színűvé válik. Híg kénsavtól a színeződés eltűnik s az oldat ekkor aránylag feltűnően sok permanganatot képes elfogyasztani. Ugyanezt a kísérletet végezve, se az első, se a második octa-acetyl-turánóz nem viselkedik így. A harmadik izomer tehát a  $\gamma$ -típusú, bizonytalan egyensúlyú cukorszármazékok reakcióját mutatja, minélfogva létezését úgy magyarázhatjuk, hogy fruktóz összetevő részében a normálistól eltérő gyűrűs szerkezetet tételezünk fel. Ez a feltevés magyarázatul szolgálhat feltűnően alacsony olvadáspontjának (96°) s annak a meglepő kísérleti ténynek megértésére, hogy a hidrogénbromid jégecetes telített oldata, még órák mulva sem hat reá.

A turánóz állékony acetohalogén-származékainak előállítására egyedül a  $\beta$ -octa-acetyl-izomer bizonyult alkalmas kiindulási anyagnak. A  $\beta$ -aceto-chlor-turánóz (o. p. 165°;  $[\alpha]_D^{20} = -0.4^\circ$ ) könnyen létesíthető  $\beta$ -octa-acetyl-turánózeból, ha ennek absol. chloroformos oldatát nemrég ismertetett általános módszerem szerint<sup>7</sup> fél óráig  $TiCl_4$ -dal forraljuk. A  $\beta$ -acetobrom-turánóz (o. p. 133—134°;  $[\alpha]_D^{20} = -30.5^\circ$ )  $\beta$ -octa-acetyl-turánóz chloroformos oldatának s a hidrogénbromid 40 %-os jégecetes oldatának egymásra hatásakor keletkezik. Ez a reakció, mely általánosan használatos az acetobrom-cukrok előállítására s melynek lefolyása rendszerint néhány órát vesz igénybe, ez esetben az ion-reactiók sebességével

<sup>7</sup> Berichte d. Deutschen Chem. Ges., 61, 1508 (1928).



megy végbe. Ugyanez áll arra a hatásra is, amely akkor játszód le, amidőn a  $\beta$ -octa-acetyl-turánóz chloroformos oldatát 20 % hidrogénjodidot tartalmazó jégecetes oldatával elegyítjük, s amely kristályos  $\beta$ -acetójód-turánózt (o. p. 105—106°;  $[\alpha]_D^{20} = -54.2^\circ$ ) eredményez. Az acetobrom-turánóz képződésekor a forgatás az összetevők elegyítése után már öt perc múlva eléri az állandó értéket, mely hosszabb idő múlva sem változik. Az acetójód-turánóz előállításakor, az összetevő részek elegyítése után keletkezett termék azonnali feldolgozása meg éppenséggel szükségesnek bizonyult, mert az oldatok elegyének vöröses színe már rövid idei állás után is sötétedni kezd s a termék részlegesen bomlik, ami az elméletinél alacsonyabb jódtartalomban nyilvánul meg.

A  $\beta$ -acetobrom-turánózt először úgy készítettem, hogy a  $\beta$ -octa-acetyl-turánóz chloroformos oldatát a hidrogénbromid jégecetes oldatával elegyíttem. Ugyanezt a bromvegyületet azonban később — váratlan módon — magából a turánózból is sikerült kielégítő termeléssel előállítanom. Azt találtam ugyanis, hogy a  $\beta$ -acetobrom-turánóz könnyen képződik, ha a kristályos turánóz szobahőmérsékleten, több órán át áll oly ecetsavanhydriddel, melyhez előzőleg néhány gramm brómot elegyíttem. E kísérlet eredeti célja az volt, hogy a brómnak a turánóz acetylezésére gyakorolt katalites hatását tanulmányozzam. Egyórai hatás után, a cukor nagy része enyhe hőfejlődés közben eltűnik s az eredetileg vörösbarnaszínű oldat halványsárgává, majd sötét ibolyaszínűvé változik. Jeges vízbe való öntés után az elegy sötétkékre változik, majd rövid idei állás után, elszíntelenedik. Az egyetlen kristályos termék, amely ennek az elegynek szokott módon való feldolgozása után elkülöníthető volt, tiszta  $\beta$ -acetobrom-turánóznak bizonyult.

Az acetohalogen-turánózokat kivételesen könnyű és gyors keletkezésük, valamint halogénjük feltűnő reaktivitása élesen megkülönbözteti az aldehyd-cukrok megfelelő halogén-származékaitól. Minthogy a ketoncukroknak eddig csak nagyon kevés hasonló származékát ismerjük, jelenleg még nem dönthető el, hogy e tulajdonságok valamennyi keton-cukornál azonosak-e, vagy csupán a turánózra szorítkoznak. Mindazonáltal egy fontos tény már most is megállapítható, s ez a WALDEN-féle inverzióra vonatkozik, mely az áldózok acetohalogen-származékainál rendszeresen mutat-

kozik, amely azonban nem volt észlelhető, midőn D. H. BRAUN<sup>s</sup> a penta-acetyl-fruktózeból a  $\beta$ -acetoalogen-származékokat állította elő. Miután a turánóz nem egyéb, mint egy glükozil-gyököt tartalmazó fruktóz, előre várható, hogy acetoalogen-származékainak előállításakor WALDEN-féle inverzió nem fog bekövetkezni. Valóban, a cukor acetoalogen-származékai, melyek a  $\beta$ -octa-acetyl-turánózból keletkeztek, szintén a  $\beta$ -sorozatba tartoznak.

Fentebb említettem, hogy a harmadik octa-acetyl-turánóz (o. p. 96°;  $[\alpha]_D^{20} = +125.4^\circ$ ) a hidrogénbromid jégecetes oldatának hatására nem változik. Miután előző vizsgálataim szerint a  $TiCl_4$  az acetochlor-cukrok előállítására igen alkalmas anyagnak bizonyult, lehetségesnek látszott, hogy segítségével a harmadik izomer acetochlor-származék előállítása is sikerül. Ebben az irányban végzett kísérleteim azonban nem jártak eredménnyel, mert  $TiCl_4$ -nak 15 percig tartó hatása után, a harmadik octa-acetyl-turánóz változatlanul megtalálható volt, míg hosszabb ideig tartó melegítésekor a chloroformos oldat megfeketedett s az acetat elbomlott.

A második octa-acetyl-turánózból (o. p. 157°;  $[\alpha]_D^{20} = +105.9^\circ$ ) mely a valószínűleg normális gyűrűs szerkezettel bíró első octa-acetyl-turánóznak az  $\alpha$ -sorozatba tartozó izomerje,  $TiCl_4$ , vagy pedig hidrogénbromid hatására, etherben könnyen oldható szirup keletkezik, mely ezüstnitrát-oldattal, mindkét esetben, erős csapadékot létesít, jelezvén a megfelelő acetoalogen-származék jelenlétét. Minden törekvésem azonban, mely a termékeknek tiszta állapotban való elkülönítésére irányult, sikertelen maradt, amennyiben mindkét szirup a levegővel érintkezve, csakhamar füstölögni kezdett s gyors bomlás közben fekete, kátrányos anyaggá alakult.

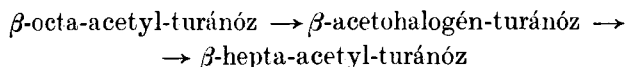
Ezekkel ellentétben, az első octa-acetyl-turánóz acetoalogen-származékai aránylag elég állandó vegyületeknek bizonyultak. Legállandóbb a  $\beta$ -acetochlor-turánóz, mely lazán bedugaszolt üvegben, több mint egy évi állás után sem bomlott el. A megfelelő bróm-származék már bomlékonyabb, mert hasonló körülmények között tartva, kb. három hónap múlva fekete tömeggé alakult át. Legbomlékonyabb a jód-származék, melynek már chloroformból

<sup>s</sup> Journ. of the American Chem. Soc. 42, 1846 (1920); 45, 2381 (1923).

és étherből való átkristályosítása is csak nagy elővigyázattal lehetséges, mert a nyomokban jelenlevő víz vagy alkohol könnyen hat reá és elbomlik. Mindazonáltal a szintelen túkból álló anyag hosszú ideig is változatlan marad, ha sötét helyen,  $P_2O_5$  és nátronmész felett, vakuumexsiccátorban tartjuk.

További kísérleteimben a  $\beta$ -acetobrómturánóz halogénjének (OH)-csoporttal való kicserélését tanulmányoztam. A hatás víztartalmú aceton-oldatban ezüstcarbonat jelenlétében, néhány perc alatt végbe megy s csaknem a számított mennyiségű hepta-acetylturánóz (o. p. 145—146°;  $[\alpha]_D^{20} = +36.9^\circ$ , chloroformban) keletkezik, melynek chloroformos oldata hosszabb ideig tartó állás után sem szenved mutarotációt. Fajlagos forgatóképességének alacsony értékéből következik, hogy a termék a  $\beta$ -sorozatba tartozik, ami arra mutat, hogy a ketózoknál WALDEN-féle inverzió nem következik be, ha  $\beta$ -acetohalogén-származékukban a halogént más atom-csoporttal helyettesítjük. Ily inverzió, amint azt már fentebb említettem, akkor sem következik be, ha az első octa-acetylturánózból, amely szintén a  $\beta$ -sorozatba tartozik, a  $\beta$ -acetohalogén-származékokat állítjuk elő.

Figyelemre méltó, hogy a



átalakulások egyes szakaszai, az áldóz-származékok hasonló reakcióival összehasonlítva, rendkívül gyorsan folynak le. Feltehető, hogy e vegyületek valamennyien azonos gyűrűt tartalmaznak a molekula fruktóz részében s a gyűrű a 2-ik szén-atómtól a 6-ik szénatómig terjed. Ily felfogás összhangban áll e vegyületeknek úgy az általános viselkedésével, mint a turánóz szerkezetével, amelyet ZEMPLÉN G. és BRAUN G.<sup>4</sup> 5-glükozido <1, 5>-fruktóz 2, 6>-nak találtak. Ha azonban a turánóz 6-glükozido <1, 5>-fruktóz <2, 5>-nek bizonyulna, amely lehetőségre ZEMPLÉN G.<sup>5</sup> mutatott rá, abban az esetben a turánóz fenti származékai nem tartalmazhatnak pyranoid-gyűrűt a fruktóz összetevő részben. E kérdés végleges tisztázása későbbi tanulmányok tárgya lesz.

Már az eddigiekből is kitűnt, hogy a turánóz származékainak viselkedése sok tekintetben jelentékenyen különbözik az áldózok

megfelelő származékainak viselkedésétől. A következőkben arról a jól ismert izomerváltozásról szólok, amely bekövetkezik, amidőn az áldozok  $\beta$ -sorozatba tartozó acetyl-származékainak ecetsavanhydrides oldatát kevés  $Zn Cl_2$  katalizátor jelenlétében, rövid ideig melegítjük. Tizenöt évvel ezelőtt C. S. HUDSON és D. H. BRAUNS<sup>9</sup> azt találták, hogy ily módon a penta-acetyl-fruktóz egyik formája sem alakítható át a másikba. Az acetylezett áldozok viselkedésétől való eme eltérés, úgy látszik, általánosan jellemző a keton-cukrokra, mert a  $\beta$ -octa-acetyl-turánóz esetében sem volt lehetséges ilyenmű izomerátalakulás előidézése. Másfelől szonban a tiszta  $\beta$ -hepta-acetyl-turánóznak  $Zn Cl_2$ -ot tartalmazó ecetsavanhydriddel való acetylezésénél egy rendkívül érdekes átalakulás történik. A reakciós elegyet ugyanis 10 percig forró vízfürdőn tartva, a szokásos módon elkülönített termék (91·7 %) kb. 22·7 % első ( $\beta$ ) octa-acetyl-turánóz s 72·7 % harmadik octa-acetyl-turánóz keverékének bizonyult. Már fentebb említettem, hogy ez utóbbi anyag nem tartalmazhatja ugyanazt a (normális) gyűrűt, mint az első és második octa-acetat, ellenben nagyon valószínű, hogy az ú. n.  $\gamma$ -sorozatba tartozik. Ez azonban azt jelenti, hogy a hepta-acetyl-turánóznak  $Zn Cl_2$  katalizátor jelenlétében való acetylezése nem az az egyszerű típusú reakció, amely előre várható s másképp megy végbe, mint az analog reakciók az áldoz-sorozatban, amennyiben az előbbi esetben a redukáló szén-atóm acetylezése a fruktóz összetevő részben levő gyűrű változását és az egyik acetyl-gyök vándorlását idézi elő. Másrészt azonban sajátságos, hogy jégecetben oldott hydrogenbromid hatására a  $\beta$ -hepta-acetyl-turánóz teljes mennyiségében, normális módon,  $\beta$ -acetobrom-turánózzá alakul. Egyébként ez a reakció is azt bizonyítja, hogy a ketoncukrokban a redukáló szén-atóm  $OH$ -jának halogénnel való se közvetlen, se pedig közvetett helyettesítése nem jár WALDEN-féle inverzióval.

Az *International Education Board*nak e helyen is köszönetet mondok a nekem adományozott ösztöndíjért, amellyel e dolgozat elkészítését lehetővé tette.

<sup>9</sup> Journ. of the American Chem. Soc., 37, 1283, 2736 (1915).

## PREPARATION OF OCTA-ACETYL AND HALOGENO-ACETYL DERIVATIVES OF TURANOSE.

By EUGENE PACSU.

Instead of two isomerides required by the theory of oxo-cyclo-desmotropy at the reducing carbohydrates the following three octa-acetyl derivatives have been obtained on acetylation of crystalline turanose with acetic anhydride and zinc chloride at room temperature:

	<i>M. p.</i>	$[\alpha]_D^{20}$ in $CHCl_3$
First octa-acetyl turanose .	216—217°	+ 20·5°
Second octa-acetyl turanose	156—157°	+105·9°
Third octa-acetyl turanose	95°	+125·4°

It is very likely that the second and first isomerides constitute an  $\alpha$ ,  $\beta$ -pair containing a normal primary ring structure. The third isomeride represents a derivative of a hitherto unknown  $\gamma$ -modification of turanose. From the first or  $\beta$ -octa-acetyl turanose the following crystalline stable  $\beta$ -halogeno-acetyl derivatives have been prepared:

	<i>M. p.</i>	$[\alpha]_D^{20}$ in $CHCl_3$
Chloro-acetyl turanose ...	165°	— 0·4°
Bromo-acetyl turanose ...	133—134°	—30·5°
Jodo-acetyl turanose . . . . .	105—106°	—54·2°

It is noteworthy that no WALDEN inversion occurs during the formation of these halogeno-acetyl turanoses, although such a phenomenon as a rule appears in the aldose series. The chloro-acetyl turanose has been obtained according to a general method of the author by heating the chloroform solution of the first octa-acetyl turanose with titanium tetrachloride. The bromo- and iodo-acetyl turanoses have been prepared in the usual way by the interaction of the glacial acetic acid solution of  $HBr$  and  $HJ$ ,

respectively, on the chloroform solution of the first octa-acetyl turanose. The reactions take place remarkably quickly, their velocities apparently having the order of magnitude of an ionic reaction which is not the case in the formation of analogous compounds in the aldose series. It has also been found that bromo-acetyl turanosé can be readily obtained in satisfactory yields by allowing crystalline turanose to stand for several hours at room temperature with acetic acid anhydride containing a few grams of bromine. Under such conditions no formation of a bromo-acetyl derivative of any other sugar has ever been observed.

Furthermore, it has been found that by the interaction of water in the presence of silver carbonate  $\beta$ -bromo-acetyl turanose dissolved in acetone give rise to  $\beta$ -hepta-acetyl turanose (m. p. 145—146°;  $[\alpha]_D^{20} = +36.9^\circ$  in chloroform) with a normal primary ring structure. This reaction takes place also without being accompanied by WALDEN inversion.

In reference to the common isomeric changes of  $\beta$ -acetates of aldoses exhibited by heating them in acetic anhydride with a trace of zinc chloride it has not been possible to convert either octa-acetyl turanose into an isomeric form by such treatment. On the other hand, a very peculiar transformation could be observed in the acetylation of pure  $\beta$ -hepta-acetyl turanose with acetic anhydride containing zinc chloride, in that the reaction yielded a mixture of the first and third octa-acetyl turanose. As the latter substance belongs to the so-called  $\gamma$ -series, its present formation can only be accounted for on the assumption of a ring shifting and a migration of an acetyl group during the acetylation. However, the  $\beta$ -hepta-acetyl turanose can be quantitatively transferred into  $\beta$ -bromo-acetyl turanose by means of  $HBr$  dissolved in glacial acetic acid thus indicating the presence of a similar ring structure.

The allocation of the primary ring present in all these compounds can only be established after the still questionable structure of turanose has been definitively solved.

Hygienic Laboratory, U. S. Public Health Service, Washington, D. C.

---

(Presented to the III. Classe of Hungarian Academy of Sciences the  
28th April 1931.)

SZUBLIMÁLT VASKLORIDDAL VÉGZETT  
SZINTÉZISEK A SZÉNHYDRÁTOK CSOPORTJÁBAN:  
 $\alpha$ -SORBELI CELLOBIOZIDOK ELŐÁLLÍTÁSA.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Egy előbbi közleményben<sup>1</sup> kimutattam, hogy oktaacetil-cellobióz- és oktaacetil-maltózból, alkoholtartalmú kloroformban, szublimált vasklorid hatására, *heptaacetil- $\alpha$ -etil-cellobiozid*, illetőleg *heptaacetil- $\alpha$ -etil-maltozid* keletkezik. A termelések azonban, főleg a heptaacetil- $\alpha$ -etil-cellobiozidnál, igen csekélyek voltak. Miután később, az acetobrom-cellobiózból higanyacetáttal végbemenő biozidképződést tanulmányozva,<sup>2</sup> felismertük az alkalmazott higanyacetát és alkoholmennyiségek döntő befolyását, újra megvizsgáltuk a vasklorid hatására végbemenő biozidképződést. Ez a reakció különlegesen előnyös, mivel *nem kell az acetil-származékot előbb acetobrómszármazékká átalakítani, tehát kevesebb művelettel lehet célt érni.*

A kísérleteket 10 g oktaacetilcellobiózzal végeztem 75 cm<sup>3</sup> alkoholmentes abszolút kloroformban oldva lemért súlyú abs. alkoholt és szublimált vaskloridot adván hozzá. Klórkalciumos csővel zárt visszacsépegő hűtőn forraljuk 1 óra hosszat. Ezután 4–5-ször mossuk vízzel. Megszáritva és csontszénnel megderítve a szüredéket csökkentett nyomáson desztilláljuk le. Alkoholal ismételtén utána párolva, a maradékot kétszer forró alkoholból kristályosítjuk át. Az eredmények alábbi három táblázatban vannak összefoglalva:

---

<sup>1</sup> G. ZEMPLÉN: Berichte 62, 985. (1929).

<sup>2</sup> G. ZEMPLÉN u. Z. SZOMOLYAI NAGY: Ber. 63, 368. (1930); G. ZEMPLÉN u. Á. GERECES Ber. 63, 2720. (1930).



## I. Táblázat.

Vaskloridmennyiség kevesebb az 1 molekula oktaacetil-cellobiózra számított 1 molekulánál. 1 órai forralás.

Jelzés	Oktaacetil cellobióz gr	$FeCl_3$ gr	$FeCl_3$ %	Etilalkohol gr	Etilalkohol felesleg %	Termelés gr	Redukció %	$[\alpha]_D$ kloroformban	Olvadáspont
IV.	10	0·8	$\frac{1}{3}$ mol.	1·0	50	8·	—	+39·8°	220°
IX.	10	1·6	$\frac{2}{3}$ mol.	1·0	50	8·5	17·0	+40·2°	—
XI.	10	2·2	1 mol. 10 %	1·0	50	5·2	23·6	+42·3°	—
XII.	10	2·3	1 mol.	—	—	—	—	—	—

## II. Táblázat.

Vaskloridmennyiség 1 molekula oktaacetil-cellobiózra számítva, 1 molekula vagy ennél több. 1 órai forralás.

Jelzés	Oktaacetil cellobióz gr	$FeCl_3$ gr	$FeCl_3$ felesleg %	Etilalkohol gr	Etilalkohol felesleg %	Termelés gr	Redukció %	$[\alpha]_D$ kloroformban	Olvadáspont	Megjegyzés
II.	10	2·4	—	1·0	50	1·4	1·6	+57·3°	178°	
IIa.	10	2·4	—	1·0	50	1·9	—	+56·7°	176°	
	IIa anyalúgjaiból			—	4·5	3·6	+39·1°	—		
IIc.	10	2·4	—	1·0	50	2·0	2·1	+57·6°	178—179°	
IIId.	50	13·0	8	5·0	50	9·0	2·0	+57·5°	178°	
X.	10	2·6	8	1·0	50	1·9	1·9	+57·16°	178—179°	
XIII.	10	2·8	15	1·0	50	0·8	—	+56·8°	178°	
XIV.	10	3·0	25	1·0	50	1·2	—	+56·7°	178°	
VIII.	10	3·2	33	1·0	50	0·8	—	+55·8°	178°	
VI.	10	4·8	100	1·0	50	0·7	—	+57·9°	177°	
	VI. anyalúgjaiból			—	3·7	3·0	+37·2°	—		
VII.	10	2·4	—	1·0	50	1·0	—	+55·9°	178—179°	Benzolban $\frac{1}{2}$ órai forralás
XIX.	10	2·6	8	1·0	50	5·6	17·5	+41·7°	—	

## III. Táblázat.

Vaskloridmennyiség 1 molekula oktaacetil-cellobiózra számítva, 1 molekula vagy ennél több. Változó alkoholmennyiség. 1 órai forralás.

Jelzés	Oktaacetil cellobióz gr	$FeCl_3$ gr	$FeCl_3$ felesleg %	Etilalkohol gr	Etilalkohol felesleg gr	Termelés gr	Redukció %	$[\alpha]_D$ kloroform- ban	Olvadáspont
XV.	10	2·6	8	0·75	10	1·2	8·9	+52·4°	—
	XV. anyalúgjaiból				—	4·8	3·9	+38·4°	—
XVIII.	10	2·6	8	0·85	20	1·5	2·6	+56·4°	—
	XVIII. anyalúgjaiból				—	4·4	3·9	+46·2°	—
XX.	10	2·6	8	1·5	120	7·5	32·1	+40·5°	221°
III.	10	2·5	4	1·7	150	8	34·5	+40·1°	220°
XXII.	10	4·8	100	2·0	185	1·5	7·3	+54·8°	—
XXI.	10	2·6	8	14·3	2,000	6	32·3	+41·15°	220°

Az I. táblázatban összefoglalt eredményekből látható, hogy 1 molekulánál kevesebb vaskloriddal a biozidképződés, 50% alkoholfeslesleg mellett, nem jó, mert sok oktaacetil-cellobióz marad változatlan. Ezért az elkülönített termékek redukciója magas.

1 molekula vasklorid esetén (II. táblázat) ugrásszerűen lép előtérbe az  $\alpha$ -biozidképződés, (lásd I. táblázat XII. kísérlet és II. táblázat II. és II $\alpha$ . kísérlet). 1 molekula vasklorid alkalmazásával lehet legjobb termeléssel (a számított mennyiség 20%-a)  $\alpha$ -heptaacetil-etil-cellobiozidot kapni. Ezt a termelést megjavítani nem sikerült, mert a reakcióban a keletkező cellobiozid erősen dezacetileződik és ezért kristályosítás közben sok anyag marad az alkoholos anyalúgokban. A vasklorid dezacetilező hatása igen jól látható a nagyobb mennyiségekkel végzett kísérleteknél. Ezeknél az  $\alpha$ -heptaacetil-etil-cellobiozid termelés csökken, de az elkülönített termék minősége nem romlik. Az alkoholos anyalúgokat több kísérletnél (II. táblázat VI., III. táblázat XV. és XVIII. kísérlet) csökkentett nyomáson bepárolva megacetileztük. Ezáltal

nagyobb mennyiségű (35—45%) heptaacetyl-etyl-cellobiozidhoz jutottunk. Optikailag a termék már nem volt tiszta ( $[\alpha]_D$  kloroformban = + 37—46°). Ez arra mutat, hogy már a heptaacetyl-etyl-cellobiozid  $\beta$ -formája is jelen van itt. A reakcióban jelentős mennyiségű cellobiozid képződik, de csak egy része különíthető el tisztán. Acetobrom-cellobiózból higanyacetáttal legjobb esetben is csak a számított mennyiség 18%-a kapható, ha beleszámítjuk az oktaacetyl-cellobióz acetobrom-cellobiózzá való átalakításánál fellépő veszteségeket is. Ezzel összehasonlítva a vaskloridos módszer jobb és ezidőszerint, a legkényelmesebb és legrövidebb úton, a legjobb termelést adja.

Megpróbáltam a dezacetilezést a forralási idő lerövidítésével elkerülni, de, mint a II. táblázatban levő XIX. kísérletből látható,  $\frac{1}{2}$  órás forralás mellett még erősen redukáló termék keletkezik. Sok változatlan cellobióz-acetát van még benne.

A II. táblázatban levő VII. kísérlet szerint a reakció benzolos oldatban is keresztülvihető, de a termelés rossz (10%). Az oktaacetyl-cellobióz benzolban igen nehezen oldódik, az 1 órás forralás alatt részben oldatlanul marad. Közben erősen gyantásodik.

A III. táblázat azt mutatja, hogy az alkohol mennyiségének döntő hatása van a cellobiozidképződésre. Legjobb az eredmény 20—50% közti alkoholfelesleg mellett. Ha nagy etilalkoholmennyiségeket használunk, nem keletkezik  $\beta$ -formájú cellobiozid, hanem a reakció egészen meghiusul.

Oldószernek vízmentes acetont alkalmazva cellobiozidképződés egyáltalában nem figyelhető meg. Ugyanígy eredménytelenek voltak a vasklorid helyén higanykloriddal, cinkkloriddal és krómkloriddal végzett kísérletek.

Etilalkohol helyett izopropylalkoholt használva, 24%-os termeléssel egészen tiszta  $\alpha$ -heptaacetyl-izopropil-cellobiozid keletkezik.

Metil- és harmadrendű butilalkoholból eddig még nem sikerült biozidot előállítani.

A kísérleteket folytatjuk!

## KÍSÉRLETI RÉSZ.

**I. táblázat. 1 molekula alatti ferrichlorid + 1 mol. és 50% felesleg abs. alkohol:**

10 g oktaacetyl-cellobiózt oldok 75 cm<sup>3</sup> abs. mosott kloroformban. Hozzáadok 1·0 g abs. alkoholt (1 mol=0·68 g=50% felesleg) és mért ferrichloridot. Klórkalciumos esővel zárt visszacsépegő hűtővel ellátva forralom vízfürdön 1 óra hosszát. A ferrichlorid pár perc alatt oldódik. Forralás végén a barnászörös színű kloroformos oldatot vízzel 4—5-ször kimosva klórkalciummal szárítom, karboventtel deritem és redős szűrőn szűröm. Világossárga, néha szintelen az oldat; csökkentett nyomáson párolom be egészen szárazra. Alkoholal lehajtva a kloroformot, a maradék alkoholban (150 cm<sup>3</sup>) forrón sem oldódik. Lehülve lezivatom és alkoholal mosva 35—40°-os szárítószekrényen szárítom.

Idetartozó kísérletek:

IV. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g 1 mol + 50%) abs. alkohol, 0·8 g ( $\frac{1}{3}$  mol)  $FeCl_3$ , 1 órrai forralás. Kapott termék 8 g.  $Op = 220^\circ$ . Erősen redukál.

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{1 \cdot 10^\circ \times 10}{0 \cdot 2764} = + 39 \cdot 8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

IX. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 1·6 g [ $\frac{2}{3}$  mol]  $FeCl_3$ , 1 órrai forralás. 8·5 g.

*Redukció:*

0·1040 g : 5·6 cm<sup>3</sup>  $n/10 KMnO_4 = 0 \cdot 0177$  g glükóz = 17·0%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{2 \cdot 30^\circ \times 10}{0 \cdot 5720} = + 40 \cdot 2^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XI. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·2 g (1 mol—10%)  $FeCl_3$ , 1 órrai forralás. A kloroformos oldat vizes mosásánál igen kevés ragacsos anyag válik ki, ez víz és kloroformban oldódik. Kapott termék 5·2 g.

*Redukció:*

0·1044 g : 7·7 cm<sup>3</sup>  $n/10 KMnO_4 = 0 \cdot 0247$  g glükóz = 23·6%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1 \cdot 0^\circ \times 10}{0 \cdot 2360} = + 42 \cdot 3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XII. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·3 g [mol-5%] FeCl<sub>3</sub>, 1 órai forralás. Vizes mosásnál kevés ragacs válik ki. 4·3 g fehér anyag.

*Redukció:*

0·1430 g : 10·4 cm<sup>3</sup> n/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·0338 g glükóz = 23·6%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1 \cdot 35^\circ \times 10}{0 \cdot 3140} = + 42 \cdot 9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az itt kapott termékek redukció és forgatásuk alapján, részben oktaacetyl-cellobiózból állanak, alkoholban nem oldódnak.

**II. táblázat: 1 mol vagy e feletti mennyiségű FeCl<sub>3</sub> + 1 mol és 50% felesleg abs. alkohol:**

10 g oktaacetyl-cellobiózt oldok 75 cm<sup>3</sup> abs. mosott kloroformban, 1·0 g (1 mol = 0·68 g = 50% felesleg) abs. alkoholt adok hozzá és a ferrikloriddal együtt klórkalciumos csővel zárt visszacsépegő hűtővel forralom 1 óra hosszat vízfürdön. A ferriklorid mind, felesleg esetén kevés maradék híján, oldódik. Forralás után vízzel 4—5-ször mosva, az első mosásnál ragacs válik ki, ez kloroform és vízben oldódik. A világossárga, néha fehér oldatot klórkalciummal szárítva és karboventtel megderítve redős szűrőn szűröm és csökkentett nyomáson szárazra párolom 50%-os vízfürdön. A maradékot alkoholban oldva újra lehajtom és 30—40 cm<sup>3</sup> alkoholból kristályosítom át kétszer. Leszivatva alkohollal mosom és 35—40°-os szárítószelekrényen szárítom.

Az alkoholos anyalúgokat csökkentett nyomáson bepárolva, a maradékot nátriumacetát- és ecetsavanhydriddel acetylezem vízfürdön. Vízebe öntve, szétdolgozva, leszivatva és vízzel mosva szárítószelekrényen 35—40°-on szárad.

Átlagos termelés 1·9—2 g, anyalúgból 4—4·5 g.

Idetartozó kísérletek:

II. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g (1 mol + 50% felesleg) abs. alkohol, 2·4 g (1 mol)  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. Vizes mosásnál ragacs. Szintelen kloroformos oldat. 1·4 g. Olvadáspont 178°.

*Redukció:*

$$0\cdot2056 \text{ g} : 1\cdot1 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } KMnO_4 = 1\cdot6\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{1\cdot20^\circ \times 10}{0\cdot2092} = + 57\cdot3^\circ, \text{ kloroformban.}$$

II. a) 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·4 g  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. Kétszer átkristályosítva 1·9 g. Olvadáspont 176°.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21} = + \frac{1\cdot45^\circ \times 10}{0\cdot2560} = + 56\cdot7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az alkoholos anyalúgokat bepárolva, megacetylezve, kaptam 4·5 g-ot.

*Redukció:*

$$0\cdot1450 \text{ g} : 1\cdot7 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } KMnO_4 = 0\cdot0053 \text{ g glükóz} = 3\cdot6\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{1\cdot10^\circ \times 10}{0\cdot2810} = + 39\cdot1^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A 4·5 g-ot 40—40 cm<sup>3</sup> alkoholból kétszer átkristályosítva kiválik 0·4 g.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{0\cdot85^\circ \times 10}{0\cdot1650} = + 51\cdot5^\circ, \text{ kloroformban.}$$

II. c) 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·4 g  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. 2·0 g. Op. = 178—179°.

*Redukció:*

$$0\cdot4616 \text{ g} : 3\cdot2 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } KMnO_4 = 0\cdot0099 \text{ g glükóz} = 2\cdot1\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{2 \cdot 50^\circ \times 10}{0 \cdot 4340} = + 57 \cdot 6^\circ, \text{ kloroformban.}$$

II. d) 50 g cellobióz-acetát, 375 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 5·0 g abs. alkohol, 13 g *FeCl*, 1 órai forralás. 9 g termék. Op=178°.

*Redukció:*

$$0 \cdot 2910 \text{ g} : 1 \cdot 9 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } KMnO_4 = 0 \cdot 0059 \text{ g glükóz} = 2 \cdot 0\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{2 \cdot 86^\circ \times 10}{0 \cdot 4968} = + 57 \cdot 5^\circ, \text{ kloroformban.}$$

X. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·6 g (1 mol + 8% felesleg) *FeCl*, 1 órai forralás. 1·9 g. Op = 178–179°.

*Redukció:*

$$0 \cdot 5710 \text{ g} : 3 \cdot 5 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } KMnO_4 = 0 \cdot 0109 \text{ g glükóz} = 1 \cdot 9\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1 \cdot 38^\circ \times 10}{0 \cdot 2414} = + 57 \cdot 16^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XIII. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform 1·0 g abs. alkohol, 2·8 g (1 mol + 15% felesleg) *FeCl*, 1 órai forralás. 0·8 g termék Op = 178°.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1 \cdot 42^\circ \times 10}{0 \cdot 2500} = + 56 \cdot 8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XIV. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g alkohol, 3·0 g (1 mol + 25% felesleg) *FeCl*, 1 órai forralás. 1·2 g termék. Op. = 178°.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{2 \cdot 04 \times 10}{0 \cdot 3600} = + 56 \cdot 7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

VIII. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 3·2 g (1 mol + 33% felesleg) *FeCl*, 1 órai forralás. 0·8 g termék. Op. = 178°.



*Forgatás :*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1 \cdot 30^\circ \times 10}{0 \cdot 2328} = + 55 \cdot 8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

VI. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 4·8 g (2 mol)  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. 0·8 g termék. Op. = 177°.

*Forgatás :*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{0 \cdot 73^\circ \times 10}{0 \cdot 1260} = + 57 \cdot 9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az alkoholos anyalúg csökkentett nyomáson bepárolva, nátrium-acetát- és ecetsavanhydriddel megacetylezve 3·7 g.

*Redukció :*

0·2172 g : 2·1 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0066 g glükóz = 3·0%.

*Forgatás :*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{2 \cdot 0^\circ \times 10}{0 \cdot 5380} = + 37 \cdot 2^\circ, \text{ kloroformban.}$$

#### VII. Abs. benzolban.

10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. benzol, 1·0 g abs. alkohol, 2·4 g  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. Az oktaacetyl-cellobióz a forralás alatt igen lassan oldódik részben, nagy része elfeketedik. Az oldatot, mint fent kimosva stb. kétszeres átkristályosítás után kaptam 1·0 g terméket. Op. = 178–179°.

*Forgatás :*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{0 \cdot 80^\circ \times 10}{0 \cdot 1430} = + 55 \cdot 9^\circ, \text{ kloroformban.}$$

#### Kloroformos oldatban, de csak félórai forralással:

XIX. 10 g acetyl-cellobióz, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1·0 g abs. alkohol, 2·6 g  $FeCl_3$ , 1/2 órai forralás. Mind oldódik. Vizes mosásnál ragacs van. Csökkentett nyomáson bepárolva és alkohollal utána desztillálva, a maradék nem oldódik fel alkoholban. 150 cm<sup>3</sup> alkohollal kifőzve lehülés után leszivatom. Megszáritva 5·6 g.

*Redukció :*

0·1068 g : 5·9 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_3$  = 0·0187 g glükóz = 17·5%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{2 \cdot 42^\circ \times 10}{0 \cdot 5800} = + 41 \cdot 7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Fenti kísérleteknél optimális átlagos termelés (I. II a, II c, II d, X-es reakciókat) 1·9—2·0 g. A termék állandói: Op.= 178—179°.

*Redukció:*

2·0%, forgatás  $[\alpha]_D = + 57 \cdot 6^\circ$ , kloroformban.

*További tisztítás:*

10 g fenti terméket 150 cm<sup>3</sup> alkoholból kristályosítva pelyhekben 8 g termék válik ki. Op.= 178°.

*Redukció:*

0·4860 g: 3·6 cm<sup>3</sup> n/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·0112 g glükóz = 2·3%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{2 \cdot 27^\circ \times 10}{0 \cdot 3928} = + 57 \cdot 7^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Fenti 2·0 g-os termelés a 10 g cellobióz-acetátból számítás szerint kapható aethyl-cellobózidnak (9·79 g) 20·5%-a. A higany-acetátos módszerrel elérhető 10 g acetobrom-cellobiózból 2·2 g aethyl-cellobiozid<sup>1</sup> (Zemplén-Gerecs 7. sz. kísérlet I. táblázat) 174·5—175·5°-os op.-vel, 0·28% redukcióval és  $[\alpha]_D = + 57 \cdot 23^\circ$ -al. Tekintve, hogy 10 g cellobióz-acetátból legjobb esetben 8 g acetobrom-cellobióz kapható 2·2 g-os termelés a 10 g acetátból kapható 8 g brómtermékre átszámítva csak 1·76 g, vagyis a számított mennyiségnek 18%-a.

### III. táblázathoz: 1 mol vagy e feletti ferriklorid + változó mennyiségű alkohol:

A reakció végrehajtása, feldolgozása teljesen mint fent. Ide tartozó kísérletek:

XV. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform 0·75 g

<sup>1</sup> G. ZEMPLÉN Á. u. GERECS: B. 63, 2721. (1930).

(1 mol + 10% felesleg) abs. alkohol, 2·6 g (1 mol + 8% felesleg)  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. Pár perc alatt oldatba megy minden,  $\frac{1}{2}$  órai forralás után az edény oldalán kiválás figyelhető meg. Mosásnál van ragacs. Feldolgozva, alkoholból kétszer átkristályosítva, 1·2 g.

*Redukció:*

$$0\cdot3496 \text{ g} : 9\cdot6 \text{ cm}^3 \text{ } n/10 \text{ } KMnO_4 = 0\cdot0311 \text{ g glükóz} = 8\cdot9\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot31^\circ \times 10}{0\cdot2500} = + 52\cdot4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az átkristályosítás alkoholos anyalúgjait csökkentett nyomáson bepárolva, megacetylezve, vízbeöntve és megszárítva 4·8 g-ot kaptam.

*Redukció:*

$$0\cdot3326 \text{ g} : 4\cdot2 \text{ cm}^3 \text{ } n/10 \text{ } KMnO_4 = 0\cdot0132 \text{ g glükóz} = 3\cdot9\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{2\cdot69^\circ \times 10}{0\cdot6770} = + 46\cdot4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XVIII. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 0·85 g (1 mol + 20% felesleg) abs. alkohol, 2·6 g  $FeCl_3$ , 1 órai forralás. Mosásnál ragacs van. 1·5 g termék.

*Redukció:*

$$0\cdot2228 \text{ g} : 1\cdot9 \text{ cm}^3 \text{ } n/10 \text{ } KMnO_4 = 0\cdot0059 \text{ g glükóz} = 2\cdot6\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1\cdot47^\circ \times 10}{0\cdot2604} = + 56\cdot4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az alkoholos anyalúgokat bepárolva, megacetylezve és vízbeöntve, 4·4 g-ot kaptam.

*Redukció:*

$$0\cdot2390 \text{ g} : 3\cdot0 \text{ cm}^3 \text{ } n/10 \text{ } KMnO_4 = 0\cdot0093 \text{ g glükóz} = 3\cdot9\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{21^\circ} = + \frac{1.60^\circ \times 10}{0.4360} = + 46.2^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XX. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1.5 g (1 mol + 120% felesleg) abs. alkohol, 1 órai forralás. Mosásnál ragacs nincsen. 7.5 g termék. Op. = 221°.

*Redukció:*

$$0.1022 \text{ g} : 10.1 \text{ cm}^3 \text{ n/10 KMnO}_4 = 0.0328 \text{ g glükóz} = 32.1\%.$$

*Forgatás:]*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{1.62^\circ \times 10}{0.4002} = + 40.5^\circ, \text{ kloroformban.}$$

III. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 1.7 g (2 mol + 150% felesleg) abs. alkohol, 2.5 g FeCl<sub>3</sub>, 2 órai forralás. Feldolgozva a maradék nem oldódik alkoholban. 150 cm<sup>3</sup> alkohollal kifőzve, leszívva és megszáritva 8 g. Op. = 220°.

*Redukció:*

$$0.1546 \text{ g} : 15.9 \text{ cm}^3 \text{ n/10 KMnO}_4 = 0.533 \text{ g glükóz} = 34.5\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1.66^\circ \times 10}{0.3888} = + 40.12^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XXII. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 0.2 g (2 mol + 50% felesleg) abs. alkohol, 4.8 g (2 mol) ferriklorid, 1 órai forralás. A ferriklorid jórésze oldatlan maradt. 1.5 g termék.

*Redukció:*

$$0.2160 \text{ g} : 5.0 \text{ cm}^3 \text{ n/10 KMnO} = 0.0158 \text{ g glükóz} = 7.3\%.$$

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{1.14^\circ \times 10}{0.2080} = + 54.8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

XXI. 10 g cellobióz-acetát, 75 cm<sup>3</sup> abs. kloroform, 2.6 g ferriklorid és 14.3 g (1 mol + 2000% felesleg) abs. alkohol, 1 órai forralás. Feldolgozva 6 g. Op. = 220°.

*Redukció:*

0·0548 g : 5·6 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0177 g glükóz = 32·3%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{2\cdot48^\circ \times 10}{0\cdot6026} = + 41\cdot15^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Heptaacetyl-isopropyl- $\alpha$ -cellobiozid.

10 g cellobioz-acetát, 75 cm abs. kloroform, 1·32 g (1 mol + 50% felesleg) izopropylalkohol, 2·6 g  $FeCl_3$  (1 mol + 8% felesleg), 1 órai forralás. Pár perc alatt a ferriklorid teljesen feloldódik. Forralás végén a barnászörös oldatot vízzel rázva össze, ragacsos anyag válik ki. Ezt kloroform- és vízben oldva a többihez adom. Négyyszer vízzel mosva klórkalciummal szárítom, karboventtel deritem és szűrve csökkentett nyomáson párolom be a világossárgás kloroformos oldatot. Kétszer alkoholból át-kristályosítva 2·4 g. Olvadáspontja 209°. Termelés a számított 10 g-nak 24%-a.

*Redukció:*

0·2046 g : 0·5 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0,000158 g glükóz = 0·7%.

*Forgatás:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{2\cdot17^\circ \times 10}{0\cdot3570} = + 60\cdot8^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Irodalmi adatok: Redukálóképesség:*

0·47%,  $[\alpha]_D = + 59\cdot54^\circ$ , kloroformban. (ZEMPLÉN-GERECS: B. 63, 2722. (1930).

Termelés ott 10 g acetobrom-cellobiozból 3·2 g, ez a 10 g acetátból optimálisan kapható 8 g-ra átszámítva 2·56 g.

### $FeCl_3$ -os reakció aethylacetátban, alkohol nélkül.

• 10 g cellobioz-acetát, 50 cm<sup>3</sup> abs. kloroform + 25 cm<sup>5</sup> abs. mosott aethyl-acetát, 2·6 g ferriklorid, 1 órai forralás. Az elején minden oldatba megy. Kimosva és feldolgozva 7 g.

*Redukció:*

0·1082 g : 3·0 cm<sup>3</sup> n/10  $KMnO_4$  = 0·0093 g glükóz = 8·6%.

**Eredményre nem vezető kísérletek.**

1. Ferrikloridos kapcsolás *i*-propylalkohollal kloroform + acetonban.

2.  $FeCl_3$ -os kapcsolás abs. mosott kloroformban methylalkohollal.

3.  $FeCl_3$ -os kloroformban III.-rendű butylalkohollal.

4. Eredménytelenek voltak a ferriklorid helyett egyelőre megpróbált higanyklorid és vízmentes cinkklorid. A  $HgCl_2$ -ot aethylalkohollal, a  $ZnCl_2$ -ot *i*-propylalkohollal próbáltam ki, mindkettőt abs. mosott kloroformban.

A vizsgálatok a «Rockefeller Foundation», a «Széchényi Társaság» és a M. T. Akadémia anyagi támogatásával készültek.

A kísérletek végrehajtásánál Csűrös ZOLTÁN volt segítségemre, miért is neki e helyen is köszönetet mondok.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1931. március 16-án tartott üléséből.)

**SINTHESEN IN DER KOHLENHYDRATGRUPPE  
MIT HILFE VON SUBLIMIERTEM EISENCHLORID:  
DARSTELLUNG DER CELLOBIOSIDO DER  $\alpha$ -REIHE.**

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

Die Fortsetzung früherer Untersuchungen ergab, dass die Ausbeuten an  $\alpha$ -Äthylcellobiosidheptaacetat bei der Umsetzung von Octaacetylcellobiose mit Alkohol in Gegenwart von Eisenchlorid abhängig sind von der Menge dieses Katalysators, von dem Alkoholüberschuss und von der Natur des Verdünnungsmittels. Die besten Resultate erhält man bei Anwendung von alkoholfreiem Chloroform, 1 Mol. Ferrichlorid auf 1 Mol. Octaacetylcellobiose und 1,5 Mol. Alkohol.

Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chem. Gesellschaft 1931.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. März 1931.)

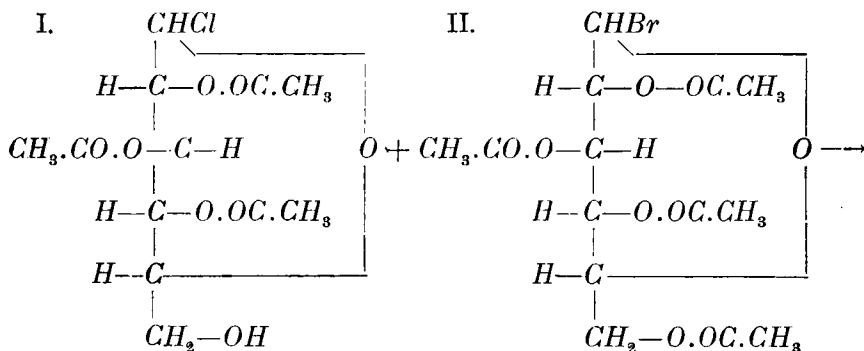


# GENTIOBIÓZ ÉS CELLOBIOZIDO-6-GLÜKÓZ SZÁRMAZÉKOK SZINTÉZISE HIGANYSÓK SEGÍTSÉGÉVEL.<sup>1</sup>

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

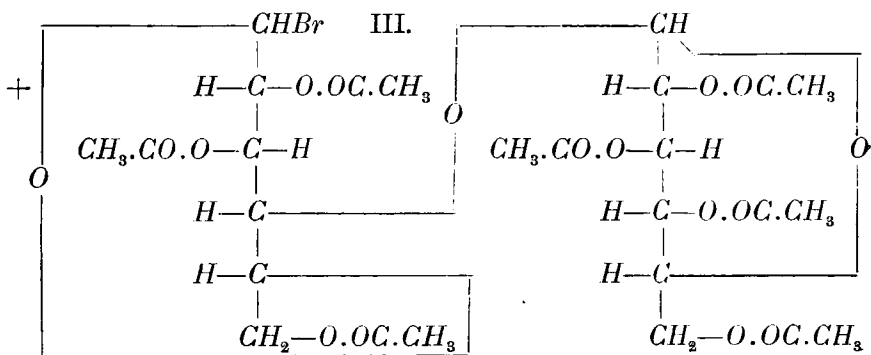
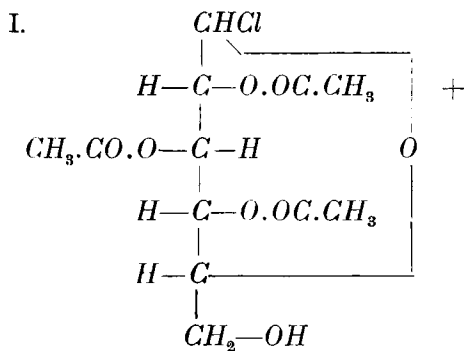
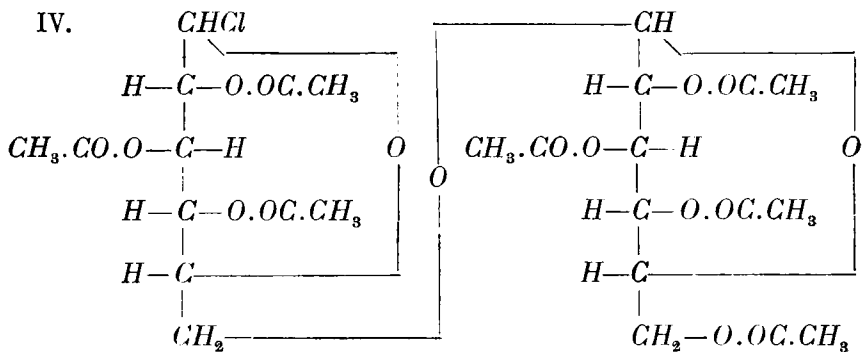
HELFERICH szép szintézise szerint — a tritil módszerrel — előállíthatók a 6-os szénatomon szabad glükóz származékok. Ezeket ezüstoxid jelenlétében acetohalogén vegyületekkel kapcsolva számos oligosaccharidhoz lehetett jutni.

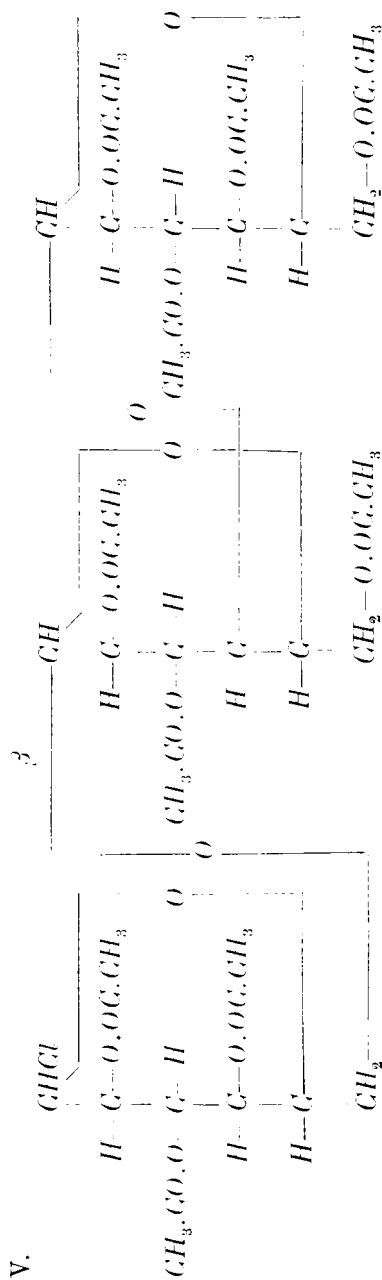
A triacetillävoglükozánból titántetrakloriddal előállítható 1-*a*-klor-2, 3, 4-triacetil-glükóz<sup>2</sup> (I.) igen alkalmasnak bizonyult ilyenfajta szintézisekre. Benzolos közegben, higanyacetát jelenlétében acetobrómglükózzal (II.) és acetobróm cellobiózzal (III.) kapcsolva egy műveletben jó kitermeléssel acetoklörgentiobióz (IV.), illetőleg acetoklór- $\beta$ -6-cellobiozido-glükóz (V.) keletkezik. A hatos helyzetű szabad hidroxilon a kapcsolás ugyanis sokkal hamarabb megy végbe, mint a klór lehasadása.



<sup>1</sup> Előző közlemény: Berichte 64, 744. (1931).

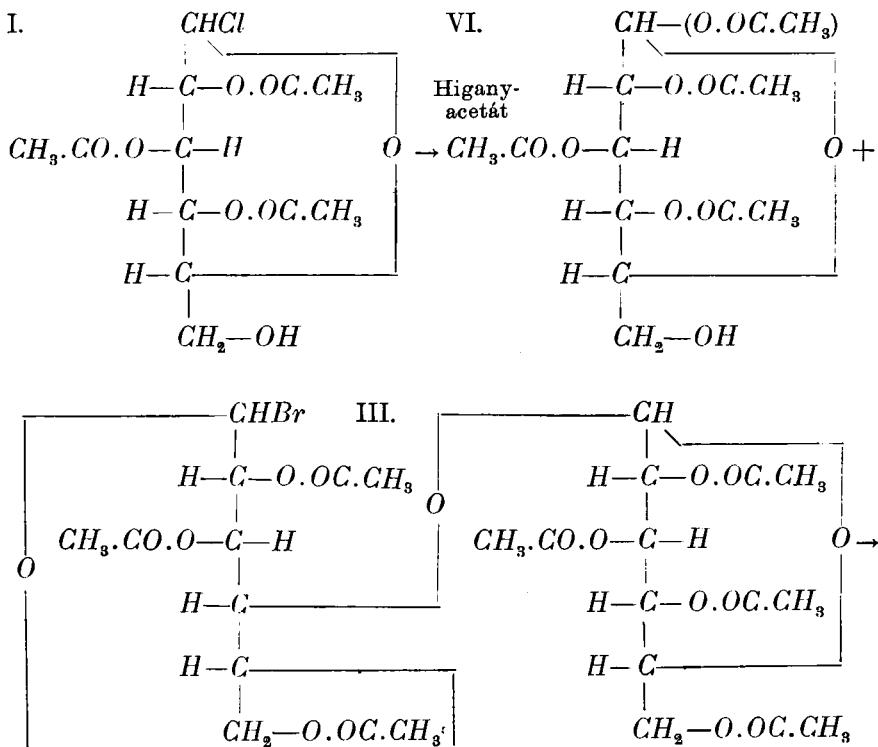
<sup>2</sup> GÉZA ZEMPLÉN u. ZOLTÁN Csűrös: Berichte 62, 993. (1929).

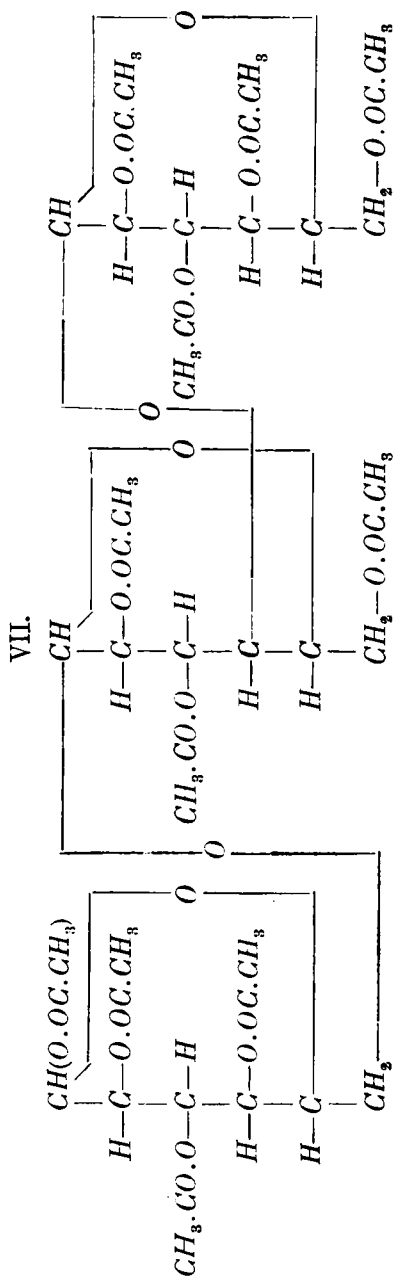




A reakció közbülső fokairól még keveset tudunk. Annyit azonban meg lehetett állapítani, hogyha 1-klór-triacetil-glükózt kapcsolunk acetobrom-cellobiózzal, először bróm hasad le az acetobrom-cellobiózról, ugyanis az 1, 3 és 9 percnyi forralás után elkülöníthető termékek halogéntartalma kicsi, erősen redukálnak. Halogéntartalmuk a forralási idő meghosszabbításával nő.

A  $\beta$ -6-cellobiozido-glükóz származékához úgy is el lehet jutni, hogy előbb az 1-klór-triacetil-glükózt higanyacetáttal átalakítjuk és a keletkező  $\alpha$  és  $\beta$ -1, 2, 3, 4-tetraacetil-glükóz (VI.) keverékét kapcsoljuk acetobrom cellobiózzal (III.). A közbülső termék tetraacetil-vegyületet el sem kell különíteni, hanem egy műveletben — mégpedig jó termeléssel — lehet mindjárt a  $\beta$ -6-cellobiozido-glükóz acetátjának (VII.)  $\alpha$ - és  $\beta$ -formájából álló keverékét megkapni.





A termékből elszappanosítással a HELFERICH SCHÄFER-féle<sup>1</sup> trisaccharidhoz lehet eljutni, amely a megfelelő acetobrom vegyületté<sup>2</sup> is átalakítható.

A kísérletekhez nagymennyiségű lävoglükózánra volt szükségem. PICTET módszere szerint, a keményítő csökkentett nyomáson való lepárlásával állítottam elő. A nyersterméket rögtön triacetil vegyületté alakítottam át. A kidolgozott és itt leirt eljárás szerint minden nehézség nélkül kilogrammos mennyiségekben állítható elő. Az 1-klór-2, 3, 4-triacetil-glükóz régebbi előállítását<sup>3</sup> is sikerült módosítani, klórkálciummal szárított kloroform helyett közönséges kereskedésbeli kloroformot használva előállításánál oldószerül. Ezáltal a titántetraklorid mennyiségét lényegesen le lehetett szorítani. Ugyanezen eljárás szerint titrántetra-bromiddal az 1-bróm-2, 3, 4-titracetil-glükózt is sikerült előállítani.

A vizsgálatokat folytatom.

#### KÍSÉRLETI RÉSZ.

##### Triacetil lävoglükózán előállítás.

Vastagfalú  $\frac{1}{2}$  literes DURÁN-lombikból készült parafa dugós összeállításban 300 g búzakeményítőt (ú. n. báránycákát) csökkentett nyomáson nagy gázlánggal melegítünk. A dugókat a lángtól vastag azbesztlapokkal védjük meg. A melegítő gázlángot úgy helyezzük el, hogy a lombikot egészen fedje. A lombik nyakát egy másik lánggal melegítjük ugyanakkor, hogy az áthabzást megakadályozzuk. A felhabzó anyag ugyanis a külön melegítésre gyorsan elszenesedik. A  $\frac{3}{4}$ —1 óra hosszat tartó desztillálás alatt a lombikban levő keményítő teljesen el kell szenesedjék, különben sokkal kevesebb terméket kapunk. 4 desztillációt egyesítve 50°-os fürdővel, csökkentett nyomáson lehetőleg kis térfogatra pároljuk be. A maradékot 300 cm<sup>3</sup> forró acetonban oldva éjjelen át pihenni hagyjuk. A kivált sárgásbarna nyers lävoglükózán

<sup>1</sup> Liebig's Annalen 450, 232. (1926).

<sup>2</sup> HELFERICH u. BREDERECK: Liebig's Annalen 465, 176. (1828).

<sup>3</sup> G. ZEMPLÉN u. Z. CSÜRÖS: Berichte 62, 993. (1929).

kristályokat erősen leszivatva 40—50 cm<sup>3</sup> acetonnal mossuk és kénsavas vákuumexsikkátorban tartjuk. A száraz nyerstermék kb. 300—350 g. Közvetlenül acetilezhető. 120 g-ot 120 g vízmentes nátriumacetáttal és 480 cm<sup>3</sup> ecetsav-anhidriddel melegítünk vízfürdön, oldódás után 1/2 óra hosszat. Ezután 2·5 liter 30—40°-os vízbe öntjük és a kivált gyantás termékekről vattán keresztül szűrjük. A teljesen átlátszó, világos sárgásbarna oldatból az acetát egy része lassan kikristályosodik. Leszivatva azon nedvesen nyolc rész vízből kristályosítjuk át, csontszenes derítéssel. A szintelen anyalúgból hófehér hosszú tűkben válik ki, egészen tisztán. Az acetilezés és a kristályosítás anyalúgait kloroformmal kirázva a kloroformos oldatokat bepároljuk. Ebből további mennyiségeket lehet kinyerni. Forró vízből kétszer átkristályosítva, csontszenes derítés mellett, egészen tiszta anyaghoz jutunk. kb. 20%-a a kikristályosodott anyagnak kloroformozható ki az anyalúgokból. Középtértékben 10 kg búzakeményítóből 2·5 kg triacetil-lävoglükózán kapható.

#### Az 1-klór-2, 3, 4-triacetil-glükóz újabb előállítás.

100 g 110° olvadáspontú triacetillävoglükózant 1 liter közönséges, 1% alkoholtartalmú kloroformban oldva 140 g (2 mol = 132 g) titánetetrakloridot öntünk hozzá. Sárga csapadék válik ki. Jól összerázva azonnal klórkálciumos csővel zárt visszacsapegő hűtőn forraljuk vízfürdön. A csapadék erős sósavfejlődés közben 10—15 perc alatt oldódik. Az eleinte világossárga színű oldat lassan sötétül. Összesen 3/4 órai forralás után lehűtve jeges vízre öntjük, majd négyszer jeges vízzel mossuk savmentesre. Klórkálciummal megszáritva, hidegen csontszénnel derítjük és leszűrve csökkentett nyomáson kb. 160 cm<sup>3</sup>-re pároljuk be. 200 cm<sup>3</sup> meleg benzint (80—100° közt forró) adunk hozzá. Hűlés közben szép, zömök, fehér, az edény falához tapadó kristálycsomókban válik ki. Másnap leszivatva 1 : 10 kloroform + benzinnel mossuk és 35—40°-on száritjuk száritószekevényen. Termelés 56 g, vagyis a számított mennyiség 50%-a. Olvadáspontja 124—125°.

*Halogéntartalom:* 0·2066 g : 6·4 cm<sup>3</sup> n/10 Ag<sub>2</sub>NO<sup>3</sup> = 10·98% Cl.  
Klórtriacetilglükózra C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>O<sub>8</sub>Cl (324·60) számított = 10·92% Cl.



*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{6 \cdot 63^\circ \times 10}{0 \cdot 3504} = + 189 \cdot 2^\circ \text{ kloroformban.}$$

### 1-bróm-triacetil-glükóz.

50 g triacetil-lävoglükozánt 400 cm<sup>3</sup> közönséges kloroformban oldva 100 cm<sup>3</sup> abs. alkoholmentes kloroformban oldott 135 g (2 mol = 127·5 g) titántetrabromidot adunk hozzá. A vérvörös oldatot klórkalciumos csővel zárt visszacsépegő hűtővel forraljuk vízfürdön 1/2 óra hosszat. Főleg az elein erős brómhidrogén-fejlődés van. Jeges vízbe öntve a kloroformos oldatot ugyancsak jeges vízzel mossuk négy-ötször, míg savmentes lesz. Klórkalciummal megszáritva hidegen csontszénnel derítjük és szűrve csökkentett nyomáson kb. 80 cm<sup>3</sup> térfogatra pároljuk be, majd 150—200 cm<sup>3</sup> 80—100° közt forró meleg benzint adunk hozzá. Tömör tükből álló csoportokban kristályosodik ki az edény falára. Leszivatva vákuum exsikkátorban szárítjuk paraffin és nátronmész felett.

*Termelés:* 32·5 g, vagyis a számított mennyiség 50·8%-a.

*Halogén:* 0·2032 g : 5·50 cm<sup>3</sup>  $n/10$   $AgNO^3$  = 21·63% *Br*.  
Brómtriacetilglükózra  $C_{12}H_{17}O_8Br$  (369·08) számítva = 21·65 *Br*.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{5 \cdot 90^\circ \times 10}{0 \cdot 2714} = + 217 \cdot 4^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Vaskos, szintelen, csoportokat alkotó kristályok. Kapillárisban hevítve 126—127°-on olvadnak meg, bomlás közben. Oldhatósága a klór termékéhez hasonló. Metil alkoholban ezüst karbonáttal  $\beta$ -1-metil-2, 3, 4-triacetil-*d*-glükózzá alakítható. Olvadáspontja 133—133°,  $[\alpha]_D = - 16 \cdot 0^\circ$ , kloroformban.

### Acetoklór-gentiobióz.

16·4 g [1/25 mol] acetobrom-glükózt, 14·4 g. [1/25 mol + +1-klór-triacetil-glükózt és 6·10 g [1/50 mol—3%] higanyacetátot 200 cm<sup>3</sup> abs. benzollal állandó rázogatas mellett 50°-ra melegítünk és 20 percig tartjuk 50—53° közt. Közben teljesen

feloldódik minden. Klórkalciumos csővel elzárva négy napig tartjuk szobahőmérsékleten. Ezután kétszer mossuk vízzel, klórkalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson  $40^\circ$ -on sűrű olajjá pároljuk be.  $100\text{ cm}^3$  éterrel rázzuk át. Először feloldódik az egész, de hamarosan kezd kikristályosodni az acetoklór-gentio-bióz. Pár óra múlva leszivatjuk, éterrel mossuk és szárítjuk. Termelés  $11.9\text{ g}$ , vagyis a számított mennyiség  $45.6\%$ -a.  $136.5\text{—}137^\circ$ -on olvadó fehér kristályok. Minden sajátága egyezik az acetoklór gentiobiózával.

*Halogén:*  $0.3032\text{ g} : 4.86\text{ cm}^3\text{ n}/10\text{ AgNO}_3 = 5.68\% \text{ Cl}$ .

$\text{C}_{26}\text{H}_{35}\text{O}_{17}\text{Cl}$ -ra ( $652.74$ ) számítva  $= 5.43\% \text{ Cl}$ .

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{2.45^\circ \times 10}{0.2958} = + 82.83^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A HUDSON<sup>1</sup> szerint számított forgatóképessége:

$[\alpha]_D = + 83.5^\circ$ , kloroformban.

Bizonyításul, hogy a termék valóban acetoklór gentiobióz, vizes acetonban átalakítottuk a két heptaacetyl-gentiobióz keverékévé. Ez aztán acetilezve a két gentiobióz-acetát keverékévé alakítható át. Elszappanosítva a szabad gentiobióz oldatához jutot-tunk. Ennek forgatóképessége megegyezett azzal a forgatóképességel, amit egy emulzinnal szintétizált és az acetáton keresztül megtisztított gentiobióz oldat adott ugyanilyen szappanosítás után.<sup>2</sup>

$33.5\text{ g}$  szintézissel előállított acetoklór gentiobiózt  $150\text{ cm}^3$  acetonban oldva  $10\text{ cm}^3$  vizet és  $15\text{ g}$  ezüstkarbonátot adunk hozzá és visszacsepegő hűtőn  $3\text{ óra}$  hosszat forraljuk. A kivált ezüstsót leszűrve az oldatot csontszénnel derítjük és csökkentett nyomáson szárazra pároljuk. A maradékot  $30\text{ cm}^3$  ecetsavan-hidriddel és  $30\text{ cm}^3$  abs. piridennel acetilezzük meg, vízfürdőn  $1\text{ órai}$  melegítéssel. Csökkentett nyomáson erősen bepárolva vízbe öntjük. A hamar kikristályosodó acetilterméket másnap leszivatva  $150\text{ cm}^3$  forró alkoholból kristályosítjuk át.  $26.8\text{ g}$  oktaacetát

<sup>1</sup> E. PACSU: Berichte 61, 1513. (1928.)

<sup>2</sup> GÉZA ZEMPLÉN: Berichte 48, 236. (1915.)

keveréket kapunk, vagyis a számított mennyiség 77%-át. Olvadáspontja 166—167°.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{1 \cdot 10^\circ \times 10}{0 \cdot 4016} = + 27 \cdot 39^\circ, \text{ kloroformban.}$$

2·0 g-ot a már leközölt módszer szerint elszappanosítunk.<sup>1</sup> 5 cm<sup>3</sup> kloroformban oldva erős hűtés mellett 5 cm<sup>3</sup> metilalkoholban oldott 0·1 g fém nátriumot adunk hozzá és rövid idő múlva vízzel hígítva ecetsavval savanyítjuk meg. A kloroformot vízzel többször kirázzuk és a vizes oldatot 50 cm<sup>3</sup>-re töltjük fel.

*Forgatóképessége 1 óra múlva:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0 \cdot 19^\circ \times 50}{1 \cdot 0090} = + 9 \cdot 41^\circ, \text{ vízben}$$

Teljesen fenti leírás szerint nyert másik vizes oldat forgatóképessége 47 órai állás után:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0 \cdot 20^\circ \times 50}{1 \cdot 0090} = + 9 \cdot 91^\circ, \text{ vízben}$$

Ugyanilyen körülmények között szappanosítottunk el 2—2 g-ot az emulziós szintézissel előállított  $\beta$ -oktaacetyl-gentiobióból.

*A forgatóképességek:*

I. 1 óra múlva:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0 \cdot 20^\circ \times 50}{1 \cdot 0090} = + 9 \cdot 91^\circ.$$

II. A vizes oldat forgatása 47 óra múlva:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0 \cdot 18^\circ \times 50}{1 \cdot 0090} = + 8 \cdot 92^\circ.$$

### Dekaacetyl-1-klór-6- $\beta$ -cellobiozido-glükóz.

*Szintézis:* 7·0 g [1/100 mol] acetobrom cellobiózt, 4·9 g [1/100 mol + 50%] 1-klór-2, 3, 4-triacetyl-glükózt és 1·53 g higany-

<sup>1</sup> GÉZA ZEMPLÉN: Berichte. 59, 1258 (1926).

acetátot [1/200 mol—3%] abs. benzollal leöntve klórkálciumos csővel zárt visszacepegő hűtőn  $\frac{1}{4}$  óra hosszat forraljuk vízfürdőn. A kloroformmal hígított oldatot vízzel négyszer mossuk, klórkálciummal szárítjuk és a szüredéket csökkentett nyomáson  $40^\circ$ -on bepároljuk. A maradékot  $25\text{ cm}^3$  kloroformban oldva  $40\text{ cm}^3$  meleg alkoholt adunk hozzá. Hamar kezd kiválni a termék. Jeges vizes hűtés után leszivatva alkohollal mossuk és szárítjuk. Termelés a számított mennyiség  $28.6\%$ -a.

*Halogén:*

$$0.2994\text{ g} : 3.44\text{ cm}^3\ n/10\ AgNO_3 = 4.07\% \text{ Cl.}$$

$$C_{38}H_{51}O_{25}\text{Cl-ra (942.87) számítva} = 3.76\% \text{ Cl.}$$

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{1.45^\circ \times 10}{0.2998} = + 48.37^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Szintelen tükrisztályok, olvadáspont  $223\text{--}224^\circ$ . Oldhatósága hasonlít az acetobróm cellobiózéra, de minden oldószerben nehezebben oldódik.

A következő három kísérlet szerint az 1-klór-2, 3, 4-triacetilglükóz és acetobróm cellobióz kapcsolódását trisacchariddá megelőzi egy halogénmentes vegyület képződése. 1,3 és 9 perces forralás után ugyanis halogénben szegény termékek különíthetők el, redukciójuk magas, halogéntartalmuk pedig a forralási idő hosszabbodásával nő.

#### I. KÍSÉRLET.

A főkísérlet ismétlése. Forralási idő a forrás megindulásától számítva 1 perc. A kimosott és megszáritott oldat maradékát  $35\text{ cm}^3$  alkohollal felfőzve kristályosítjuk.  $4.6\text{ g}$  kristályos termék válik ki.

*Redukálóképesség:*

$$0.2014\text{ g} : 17.64\text{ cm}^3\ n/10\ KMnO_4 = 0.0596\text{ g glükóz} = 29.6\%.$$

*Halogén:*

$$0.3010\text{ g} : 0.59\text{ cm}^3\ n/10\ AgNO_3 = 0.69\% \text{ Cl.}$$

## II. KÍSÉRLET.

Az első kísérlet ismétlése 3·5 g 1-klór-triacetil-glükózzal. Forralási idő 3 perc. Az 1. kísérletnél leírt módon feldolgozva 4·9 g-ot kapunk.

*Redukálóképesség:*

$$0\cdot1528 \text{ g} : 13\cdot97 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 0\cdot0463 \text{ g glükóz} = 30\cdot3\%.$$

*Halogén:*

$$0\cdot3204 \text{ g} : 0\cdot59 \text{ cm}^3 n/10 \text{ AgNO}_3 = 0\cdot65\% \text{ Cl}.$$

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0\cdot22^\circ \times 10}{0\cdot3132} = + 7\cdot03^\circ, \text{ kloroformban.}$$

## III. KÍSÉRLET.

A II. kísérlet ismétlése, 9 perc forralással. Eredmény 3·2 g kristályos termék.

*Halogéntartalom:*

$$0\cdot3166 \text{ g} : 1\cdot68 \text{ cm}^3 n/10 \text{ AgNO}_3 = 1\cdot88\% \text{ Cl}.$$

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{0\cdot80^\circ \times 10}{0\cdot3016} = + 26\cdot53^\circ, \text{ kloroformban.}$$

**Előállítás endekaacetyl-6- $\beta$ -cellobiozido-glükózból titántetrakloriddal.**

40 g endekaacetyl-6- $\beta$ -cellobiozido-glükózt 200 cm<sup>3</sup> abs. kloroformban oldva 8·8 g titántetrakloridot adunk hozzá és klórkalciumos csővel zárt visszacsépegő hűtővel ellátott lombikban 3 óra hosszat forraljuk vízfürdőn. Jeges vízzel savmentesre mosva klórkalciummal szárítjuk és csökkentett nyomáson 80 cm<sup>3</sup>-re pároljuk be. Részletekben összesen 200 cm<sup>3</sup> étert adunk hozzá. A kivált kristályokat leszívva éterrel mossuk és szárítjuk. 26·8 g, a számított mennyiség 69%-a. Színtelen, 220—222°-on bomló kristályok.

*Halogén:*

0·5366 g : 5·39 cm<sup>3</sup> *n*/10 AgNO<sub>3</sub> = 3·56% Cl.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{1\cdot85^\circ \times 22\cdot0694}{1\cdot4713 \times 0\cdot6258} = + 44\cdot34^\circ, \text{ kloroformban.}$$

### Hendekaacetyl-6-β-cellobiozido-glükóz.

65 g 1-klór-2, 3, 4-triacetyl-glükózt 1400 cm<sup>3</sup> abs. benzolban oldva 48 g higanyacetáttal forralunk 1 óra hosszat klórkálium-csövel zárt visszacsépegő hűtős készülékben. Ezután 105 g acetobrom cellobiózt adunk hozzá és még 1 óra hosszat forraljuk. Lehűtve vízzel mossuk négyszer, megszáritjuk klórkáliummal és csökkentett nyomáson bepároljuk. A benzolnyomok eltávolítására abs. alkoholt öntünk rá és ismét bepároljuk. A maradékot 500 cm<sup>3</sup> metilalkohollal főzzük ki, egy része oldatba megy. Másnap leszívva metilalkohollal mossuk és újból felfőzzük 300 cm<sup>3</sup> metilalkohollal (részleges oldás). Lassú hűlés után 58 g válik ki, a számított mennyiség 40%-a (226°-on olvad.) 15-szörös metilalkoholból ismételtlen átkristályosítva olvadáspontja 228—229°.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{0\cdot04^\circ \times 22\cdot0722}{1\cdot4715 \times 0\cdot6440} = + 0\cdot93^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Forró metilalkoholból négyszer átkristályosítva 238°-on olvad.

*Redukálóképesség:*

0·2036 g : 13·58 cm<sup>3</sup> *n*/10 KMnO<sub>4</sub> = 0·0449 g glükóz = 22·05%.

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = - \frac{0\cdot32^\circ \times 14\cdot7574}{0\cdot5280 \times 1\cdot4757} = - 6\cdot06^\circ, \text{ kloroformban.}$$

*Elemzés:*

4·385 mg : 7·915 mg CO<sub>2</sub>; 2·330 mg H<sub>2</sub>O.

Hendekaacetyl-6-cellobiozido-glükózra C<sub>40</sub>H<sub>54</sub>O<sub>27</sub> (966·43).

Számítva: 49·67% C; 5·63% H.

Talált érték: 49·23% C; 5·95% H.

A HELFERICH és SCHÄFER-féle<sup>1</sup> tiszta  $\beta$ -endekaacetil vegyület korrigált olvadáspontja 245—247°, forgatása kloroformban  $[\alpha]_D = -10.2-10.4^\circ$ . Hogy fenti termék ezzel azonos, bizonyítja elszappanosítása szabad cukorra, és átalakítása acetobrom származékká.

A szappanosítást kloroformos oldatban nátriummetiláttal végeztem. A vizes oldatot bepárolva, a maradék metilalkohol, illetőleg alkoholos kezelésre könnyen kristályosodott a szabad cukor. A HELFERICH és SCHÄFER által leírt tulajdonságai vannak és 20 óra múlva végső forgatása:

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{0.10^\circ \times 10}{0.1420} = + 7.04^\circ, \text{ vizben.}$$

Redukálóképessége pedig a glükóznak 41.3%-a.

Ecetsavanhidriddel és nátriumacetáttal megacetilezve a szabad cukor kristályos  $\beta$ -hendekaacetil származékká alakítható melynek

*Redukálóképessége:*

$$0.2212 \text{ g} : 15.47 \text{ cm}^3 \text{ n/10 KMnO}_4 = 23.2\%.$$

*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = - \frac{0.42^\circ \times 10}{0.5150} = - 8.15^\circ, \text{ kloroformban.}$$

#### Dekaacetil- $\alpha$ -1-bróm-6- $\beta$ -cellobiozido-glükóz.

Közvetlenül a trisaccharid  $\alpha$ - és  $\beta$ -acetátjainak keverékéből állítható elő. 20 g-ot 100 cm<sup>3</sup> kloroformban oldva 50 cm<sup>3</sup> jég-ecetes brómhidrogént adunk hozzá és 0°-on 1 és fél óra hosszat tartjuk. Savmentesre mosva és klórkálciummal megszáritva a szüredékhez 100 cm<sup>3</sup> étert adunk. Rögtön kristályosan válik ki lehüléskor. 11.2 g; bomlásponjtja 205°.

*Halogén:*

$$0.9956 \text{ g} : 10.20 \text{ cm}^3 \text{ n/10 AgNO}_3.$$

$$C_{38}H_{51}O_{25}Br\text{-ra (987.33) számítva} = 8.09\% Br, \\ \text{talált érték} = 8.19\% Br.$$

<sup>1</sup> Liebigs Annalen 450, 232. (1926.)



*Forgatóképesség:*

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{3 \cdot 68^\circ \times 14 \cdot 8120}{1 \cdot 4812 \times 0 \cdot 5264} = + 69 \cdot 91^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A HELFERICH és BREDERECK-féle<sup>1</sup> acetobróm vegyület 209°-on olvad és forgatása  $[\alpha]_D = + 63 \cdot 8^\circ$ , kloroformban.

\*

A kísérletek elvégzésénél dr. GERECs ÁRPÁD és dr. ERDÉLYI JÁNOS urak segítettek. E helyen mondok nekik köszönetet.

A dolgozat a »Rockefeller Foundation«, a «Széchenyi Társaság» és a «Magyar Tudományos Akadémia» anyagi támogatása mellett készült.

---

<sup>1</sup> Liebigs Annalen 465, 176. (1928.)

**SYNTHESE VON GENTIOBIOSE  
UND CELLOBIOSIDO-6-GLYKOSE-DERIVATEN  
MIT HILFE VON QUECKSILBERSALZEN.**

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

1-Chlor-2, 3, 4-triacetyl-glykose lässt sich mit Acetobromglykose in Benzollösung in Gegenwart von Quecksilberacetat leicht und in guter Ausbeute direkt zu Acetochlorgentiobiose kuppeln. Mit Acetobromcellobiose statt Acetobromglykose entsteht Acetochlorcellobiosido-6-glykose. Wenn man die 1-Chlor-2, 3, 4-triacetyl-glykose zunächst nur mit Quecksilberacetat umsetzt, so kann das Reaktionsgemisch direkt mit Acetobromcellobiose in Derivate der Cellobiosido-6-glykose überführt werden.

Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutsch. Chem. Gesellschaft.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. März 1931.)

# A FEHÉRJÉK ABSZORPCIÓSPEKTRUMA ÉS ANNAK VÁLTOZÁSA NÁTRIUMHIDROXID HATÁSÁRA.

GRÓH GYULA 1. tagtól

WELTNER MARGIT kísérletei alapján.

I. A fehérjék abszorpcióspektrumát DHÉRE<sup>1</sup> óta már többen vizsgálták és megerősítették e szerzőnek azt a megállapítását, hogy a fehérjék szelektív abszorpcióját a bennük foglalt aromás aminosavak okozzák. W. STENSTRÖM és M. REINHARD<sup>2</sup> kvantitatív kísérleteket is végeztek ebben az irányban oly módon, hogy egy szérumoldat abszorpciós-görbáját összehasonlították egy olyan aminosavkeverék oldatának abszorpciós-görbéjével, melyben az egyes aminosavak ugyanolyan koncentrációban foglaltattak, mint amilyenben azokat a vizsgált szérum fehérje alakjában tartalmazta. Kvantitatíve csak akkor egyezett a két görbe, ha az aminosavkeverék koncentrációját 25%-al csökkentették. Szerző és HANÁK MÁRIA<sup>3</sup> hasonló gondolatmenettel számításokat végzett. Ismerve a triptofán és tirozin abszorpciós-görbáját és — az irodalmi adatok alapján — a vizsgált két fehérje (kazein, ovalbumin) triptofán- és tirozintartalmát, kiszámítottuk, hogy az abszorpciós maximum helyén mekkorának adódik e fehérjék extinkciókoefficiense, ha a fehérjék abszorpcióját — első megközelítésben — csupán ennek a két aminosavnak tulajdonítjuk. A számított és talált értékek elég jól egyeztek, amiből első meg-

---

<sup>1</sup> DHÉRE: Recherches spectrographiques etc. (Fribourg, 1909).

<sup>2</sup> Journ. Biol. Chem. **66**, 819 (1925).

<sup>3</sup> HANÁK M. Magy. Chem. F. 1930 és GRÓH Gy. és HANÁK M. Zeitschr. f. physiol. Chem. **190**. 169 (1930).

közelítésben arra lehetett következtetni, hogy a vizsgált két fehérjében csak azok a kromofór-csoportok vannak jelen, melyek ezek triptofán- és tirozintartalmából származnak.

Úgy a STENSTRÖM és REINHARD-féle, mint az utóbbi számításoknak gyengéje az, hogy a fehérjék triptofán- és tirozintartalmára nézve az irodalomban az egymástól igen nagy mértékben eltérő adatok egész skáláját találjuk s az ilyenféle számítások a szerint vezetnek a tapasztalással egyező vagy nem egyező eredményre, hogy az adatok melyikét fogadjuk el helyesnek. Szükségesnek mutatkozott tehát evvel a kérdéssel behatóbban foglalkozni, mint ahogyan ezt az említett munkában is kilátásba helyeztük.

II. O. FOLIN és A. D. MARENZI legújabbán közölt triptofán- és tirozinmeghatározási módszere<sup>1</sup> a jelek szerint ezen a téren nagy haladást jelent. Megkíséreltük tehát, hogy e módszer felhasználásával nyert értékek alapján mennyiben lehet a fehérjék abszorpcióspektrumát kvantitatíve értelmezni. E vizsgálatoknál szintén abból indultunk ki, hogy a fehérjék abszorpcióját (első megközelítésben) csupán a triptofán- és tirozintartalomnak tulajdonítjuk, azonban e két aminosavat a vizsgált fehérjékben FOLIN és MARENZI módszerével magunk határoztuk meg. Így eljárva, ha talán nem is abszolút, de az összehasonlításra mindenesetre alkalmasabb számadatokhoz jutottunk.

Ilyen kísérletet, illetőleg számítást végeztünk egy-egy szérumalbuminon, kazeinen és gladianon, továbbá 6 szérumfrakción,<sup>2</sup> mely utóbbiakat a szérumnak  $(NH_4)_2SO_4$ -el való fokozatos telítése útján nyertünk.

A számítás alapjául a triptofán és tirozin savanyú és lúgos közegben felvett abszorpció-görbéje szolgált. (Lásd HANÁK, illetőleg GRÓH és HANÁK idézett munkáját.) E görbékből mindenekelőtt interpoláció útján 5—5 m  $\mu$  közökben megállapítottuk az említett aminosavak molekuláris extinkciókoefficienseit. Ezeket

<sup>1</sup> Journ. Biol. Chem. 83. 89 (1929).

<sup>2</sup> Ezeket a szérumfrakciókat FALTIN ERNŐ állította elő és ő is állapította meg azok triptofán- és tirozintartalmát. (Lásd e folyóirat ugyanabban a kötetében, más helyen és Magy. Chem. F. 1931).

1. Táblázat.

Hullám- hossz m $\mu$	A triptofán		A tirozin	
	molekuláris extinkciókoefficiense			
	savanyú	lúgos	savanyú	lúgos
	k ö z e g b e n			
235	2130	—	1670	—
240	1350	—	510	—
245	1400	—	305	—
250	1870	—	260	—
255	2600	—	380	—
260	3550	4660	590	2140
265	4570	5375	1010	1410
270	5360	5930	1370	1270
275	5790	6145	1570	1400
280	5825	6030	1410	1800
285	5120	5650	800	2180
290	3940	4980	260	2470
295	—	3180	—	2510
300	—	2150	—	2300

az 1. táblázatba foglaltuk össze. Ismerve már most a vizsgált fehérjék triptofán- és tirozintartalmát, a táblázat adatainak felhasználásával ki tudtuk számítani, hogy ezek az aminosavak egyenkint a különböző hullámhosszak mellett mekkora extinkciót okoznak olyan koncentrációban, mint amilyenben a fehérjében jelen vannak. Az azonos hullámhossznál így kiadódó extinkciókat összegezve fel tudtuk rajzolni a fehérjék «teoretikus» abszorpciógörbéjét, melyről aztán leolvastuk az abszorpciós maximumnál és minimumnál adódó extinkciókoefficienseket. Az így számított és valóságban talált extinkciókoefficienseket a 2. táblázat 4—7 és 10—13 jelzésű függőleges rovataiban találjuk összefoglalva.

Amint innen látható, a számított és talált extinkciókoefficiensek nem egyeznek, az utóbbi értékek minden esetben lényegesen magasabbak, mint a számítottak. Másrésztől azonban kivethető e táblázat 8. és 9., illetőleg 14. és 15. oszlopából, hogy a  $\Delta\varepsilon$  értékek, vagyis az abszorpciósmaximum és minimum he-

lyén mért, illetőleg számított extinkciókoefficiensek különbségei kielégítő egyezést mutatnak. (Ennek elbírálásánál tekintetbe veendőek azok a nagyon nagyszámú kísérleti hibaforrások, melyeknek hatásai a  $\Delta\epsilon$  értékekbe koncentrálnának. Jelentékenyebb eltérés csak a 6. szérumfrakciónál van. FALTIN ezen adatát e vizsgálatok folytatásánál és kiegészítésénél ellenőrizni fogjuk.)

Megállapításainkat más szavakkal úgy fejezhetjük ki, hogy *a fehérjék abszorpciós maximuma és minimuma közti távolságot ( $\Delta\epsilon$ ), vagyis quasi a görbe szelektivitását csupán azok triptofán- és tirozintartalma szabja meg. A fenti módon a fehérjékre nézve kiszámított és tényleg talált abszorpciógörbe között tehát az a lényeges különbség, hogy a fehérjék tényleges abszorpciógörbéje magasabban fekszik a koordinátarendszerben, mint a számított görbe.*

Amíg tehát korábban (lásd HANÁK, illetőleg GRÓH és HANÁK idézett munkáját) első megközelítésben az az eredmény adódott, hogy a fehérjékben nincs egyéb kromofórcsoport jelen, mint amelyek azok triptofán- és tirozintartalmától erednek, addig mostani, szabatosabb vizsgálatainkból (*a tényleges abszorpciógörbe most említett magasabb fekvéséből*) az következik, hogy — ha helyesnek fogadjuk el a FOLIN és MARENZI módszerével kapott eredményeket — *ilyen kromofórcsoportokat mégis fel kell tételeznünk.* Vizsgálatainkból természetesen nem állapítható meg, hogy melyek lehetnek ezek a kromofórcsoportok. Lehetséges, hogy a fenilalanin ezek hordozója, lehetséges azonban az is, hogy enolizált peptidkötések képviselik a kérdéses kromofórcsoportokat. Utóbbiakról szól munkánk alábbi része.

III. Az imént idézett munkában már kifejtettük, hogy a fehérjék abszorpciógörbéje lúgok hatására nagy mértékben emelkedik és már ott annak a nézetnek adtunk kifejezést, hogy az extinkciókoefficiensek növekedése bizonyára a peptidkötések DAKIN által feltételezett enolizációjára vezethető vissza. Miközben e kérdéssel tovább foglalkoztunk, jutott tudomásunkra KOBER régebbi keletű értekezése,<sup>1</sup> melyben ő DAKIN feltevését spektrográfiai mérésekkel iparkodott igazolni. Igen helyesen abból indulva ki,

<sup>1</sup> Journ. of biol. Chem. 22. 433 (1915).

2. Táblázat.

1	Triptofán-tartalom %	Tirozín-tartalom %	Extinkciókoefficiens savanyú közegben						Extinkciókoefficiens lúgos közegben					
			az absz. maximumnál		az absz. minimumnál		$\Delta \epsilon$		az absz. maximumnál		az absz. minimumnál		$\Delta \epsilon$	
			tal.	szám.	tal.	szám.	tal.	szám.	tal.	szám.	tal.	szám.	tal.	szám.
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Szérumalbumin	0·76	3·89	9·30 (279)	5·5 (276)	5·4 (252)	1·10 (245)	3·9	4·4	11·4 (290)	7·1 (290)	9·2 (273)	4·7 (268)	2·2	2·4
Kazein	0·74	5·65	9·10 (277)	7·0 (275)	3·4 (247)	1·40 (248)	5·7	5·6	10·9 (290)	9·5 (290)	6·9 (272)	6·0 (268)	4·0	3·5
Gliadin	0·50	3·49	7·00 (275)	4·4 (276)	3·6 (248)	0·90 (245)	3·4	3·5	7·1 (291)	6·0 (290)	4·6 (272)	3·9 (270)	2·5	2·1
1. Szérumfrakció	1·73	5·95	16·15 (279)	10·2 (277)	7·25 (252)	2·18 (245)	8·9	8·0	—	—	—	—	—	—
2. „	1·52	6·03	14·60 (279)	9·7 (277)	6·85 (252)	2·05 (245)	7·8	7·6	—	—	—	—	—	—
3. „	1·61	5·19	12·35 (280)	9·2 (277)	5·30 (252)	1·97 (245)	7·1	7·2	—	—	—	—	—	—
4. „	1·03	4·69	10·60 (279)	7·2 (277)	5·40 (253)	1·49 (245)	5·2	5·7	—	—	—	—	—	—
5. „	0·58	4·56	8·15 (280)	5·7 (277)	4·70 (254)	1·06 (245)	3·5	4·6	—	—	—	—	—	—
6. „	0·50	4·68	7·05 (279)	5·4 (277)	5·25 (256)	1·12 (245)	1·8	4·3	—	—	—	—	—	—

A zárójelben levő számok azokat a hullámhosszokat mutatják (m  $\mu$ ), melyeknél az absz.-maximum, illetőleg minimum jelentkezett.



hogy a peptidkötések enolizációja új kettős kötések, tehát kromofórcsoportokat kell hogy eredményezzen, melyeknek viszont az abszorpcióspektrumra előre várhatóan hatással kell lennie. Ő azonban nyilván egy új abszorpciósík fellépését várta s mivel ilyent a lúghatásnak kitett polipeptideken nem talált, kétségbe vonta DAKIN feltevésének helyességét. KOBER kísérleteinek negatív eredménye bizonyára onnan van, hogy ő — fotometer hiányában — csupán qualitative vizsgálta az abszorpcióspektrumot. Ha spektrofotométeres méréseket végzett volna, nyilván észrevette volna azt, amit említett dolgozatunkban a fehérjékre nézve kimutattunk (s amiről alább is szó lesz), hogy t. i. a lúg hatása nem új abszorpciósík fellépésében, hanem abban nyilvánul meg, hogy a nativ fehérjék abszorpciósíkja intenzívebbé válik, vagyis az abszorpció maximum emelkedik.<sup>1</sup>

A fehérjéknek és polipeptideknek lúg hatására történő enolizációjával (racemizációjával) foglalkozó munkák közül — korábbi dolgozatunkban idézettek kivül — megemlítjük P. A. LEVENE és munkatársai<sup>2</sup> közleményeit, kik a forgatóképesség csökkenésével mérték a racemizáció fokát, továbbá L. R. RIBHARDSON, CLAUDE E. WELCH és S. CALVERT vizsgálatait,<sup>3</sup> kik DAKIN feltevésének helyességét újabb kísérletekkel megerősítették.

IV. Munkánk második részében azt tettük vizsgálat tárgyává, hogy a szérumglobulin, szérumalbumin, ovalbumin, kazein és gliadin abszorpcióspektruma miként változik meg nátriumhidroxid hatására különböző hőmérséklet mellett. E végből fehérjeoldatokhoz különböző mennyiségű nátriumhidroxidot elegyítettünk s az elegyeket részben 25 C°-on, részben 100 C°-on tartva, időnkint felvettük az oldatok abszorpciógörbéjét. Ilyen útonmódon igen nagyszámú adathoz jutottunk. Ezeket helykimélés céljából nem közöljük részletesen, hanem csupán az abszorpciós maximum helyén mért extinkciókoefficiensek értékének változását adjuk meg.

<sup>1</sup> KOBER említést tesz kísérleti berendezésének fogyatékoságáról és megjegyzi, hogy quantitativ mérések véghezvitelében technikai okok gátolták.

<sup>2</sup> Számos közlemény a *Journ. biol. Chem.* köteteiben 1926—1929.

<sup>3</sup> *Chem. Zentralbl.* 1930. I. 73.

a) 25 C°-on hig lóg hatására csupán a szérumboglobulinnál, szérumalbuminnál és gliadinnál volt észlelhető az abszorpciós maximum emelkedése. Erről az alábbi 3. táblázat nyújt felvilágosítást.

3. táblázat.

	Extinkciókoeff. az absz. max. helyén
<i>Szérumbglobulin 0.1n NaOH-ban</i>	
Azonnal a lúgosítás után ... ..	13.6
2 óra mulva ... ..	15.1
24 " " ... ..	16.5
72 " " ... ..	16.4
<i>Szérumalbumin 0.1n NaOH-ban</i>	
Azonnal a lúgosítás után ... ..	11.4
2 óra mulva ... ..	13.0
24 " " ... ..	12.9
<i>Gliadin 0.2n NaOH-ban</i>	
Azonnal a lúgosítás után ... ..	7.1
4 nap mulva ... ..	7.7
<i>Gliadin n NaOH-ban</i>	
Azonnal a lúgosítás után ... ..	7.6
5 nap mulva ... ..	8.1

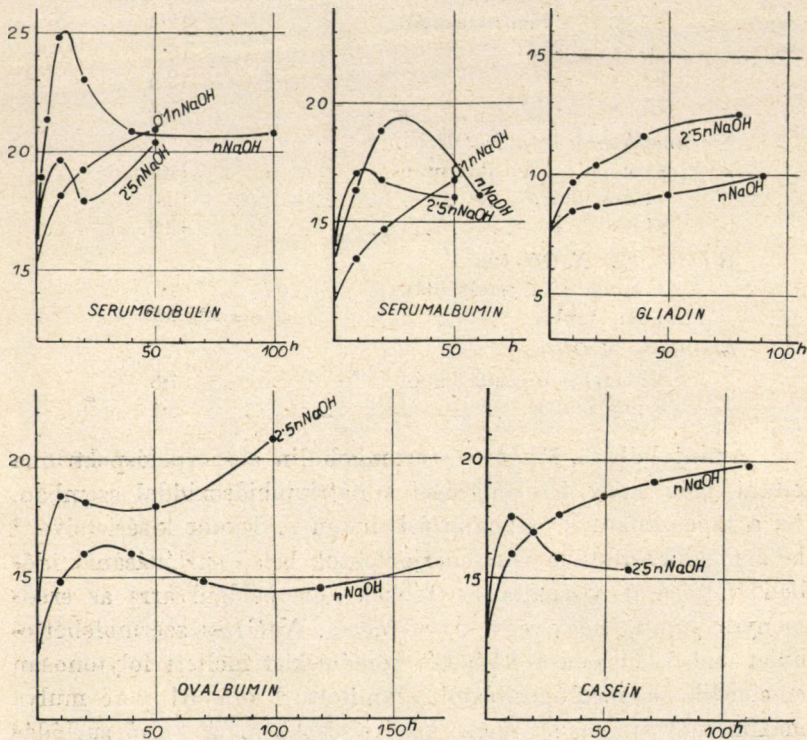
Amint látható, főként a szérumboglobulin abszorpcióspektruma mutat igen nagy érzékenységet a nátriumhidroxiddal szemben. Ez a tapasztalatunk összhangzásban van C. SCHORR kísérleteivel,<sup>1</sup> ki a meglúgosított szérumfehérjeoldatok belső surlódásának időbeli változását vizsgálta és többek közt például arra az eredményre jutott, hogy egy 0.083 norm. NaOH-s szérumfehérjeoldat belső surlódása 24.5 C° hőmérséklet mellett folytonosan emelkedik, a meglúgosítástól számított 2 óra 51 perc mulva maximumot ér el, s innen kezdve csökken. A belső surlódás emelkedése nagyjában egybeesik az abszorpciós maximum emelkedésével. Az ezt követő belső surlódáscsökkenés bizonyára hidrolízisnek tudható be.

Azokat a fehérjeoldatokat, melyeknek abszorpcióspektrumát lúgos közegben megállapítottuk, minden esetben megsavanyítottuk sósavval s az így nyert oldatok abszorpciógörbéjét is felvettük. A lúghatás előrehaladásával a visszasavanyított olda-

<sup>1</sup> Biochem. Zf. 37. 424 (1911).

tok abszorpcióspektruma is fokozatos emelkedést mutatott, annak jeléül, hogy a lúg irreverzibilis változás! idézett elő a fehérjén. Savanyú közegben a fehérjeoldatok abszorpciója idővel nem mutat kimutatható változást.

b) A 100 C°-on végzett kísérletek eredményeit röviden a mellékelt ábrák tüntetik fel. Az abszcisszákon az idő van órák-



1. ábra.

ban jelezve, az ordinátákon pedig az illető fehérjeoldatok extinkcióoefficiensei, az abszorpciós maximum helyén mérve.

Láthatjuk ezekből a görbékből, hogy normál nátriumhidroxidos közegben (a gliadin és kazein kivételével) az abszorpciós maximumok emelkedése maximumot ér el s innen kezdve ismét csökkenés mutatkozik. Leghamarább a szérumglobulinnál jelentkezik ez a maximum. A 2.5n NaOH-s fehérjeoldatoknál hasonló

a helyzet, ilyen közegben egyedül a gliadinnál nem észlelhető maximum.

Ezekben a kísérletekben is minden esetben visszasavanyítottuk a vizsgált próbákat és azt tapasztaltuk, hogy a savanyú közegben mért abszorpciós maximumok értékei párhuzamosan változnak a lúgos közegben kapottakkal.

Végül az említett fehérjék mindegyikét savas hidrolízisnek is alávetettük úgy, hogy a fehérjéket 2·5 normál sósavas közegben 100 C°-on tartottuk. Az oldatokból időnkint próbákat vettünk s ezek abszorpciógörbéjét megállapítottuk. Az eredmény az, hogy a savas hidrolízisnél a fehérjék abszorpciós maximuma észrevehető változást nem szenved, csupán az abszorpciós minimum helyén mért extinkciókoefficiens emelkedése figyelhető meg.

Azt, hogy a fehérjék abszorpciós maximuma lúgok hatására emelkedik, most is, mint korábbi dolgozatunkban a fehérjék peptidkötésének enolizációjára (racemizációjára) vezetjük vissza. Eleve várható volt, hogy az abszorpciós maximumnak a hidrolízis előrehaladásával egy bizonyos ponton túl esnie kell, mert idővel be kell következnie az enolizálódott peptidkötések felbomlásának, midőn természetesen az enolizációkor keletkezett kromofórcsoportok is megsemmisülnek. Mint a fenti görbékből látható, ezt a feltevést a kísérleti adatok igazolják. Másrésről azonban azt is lehetett volna várnunk, hogy akkor, midőn a hidrolízis teljessé válik, az abszorpciós maximum értéke akkorára csökken, mint amennyi az eredeti fehérjében foglalt aminosavaknak megfelel. Ezt a várákozást nem igazolták a kísérleti adatok, aminek oka nyilván abban keresendő, hogy a hidrolízis előrehaladásával olyan másodlagos melléktermékek is keletkeznek, melyeknek nagyfokú általános abszorpciójuk van s ezek hatása eltakarja a várt elsődleges hatást.

\*

Ezen a helyen is köszönetet mondunk a *Széchenyi Tudományos Társaságnak* az anyagi támogatásért, mellyel ennek a munkának elvégzését lehetővé tette.

-

ÜBER DIE ABSORPTIONSSPEKTRA  
DER EIWEISSKÖRPER UND DEREN VERÄNDERUNG  
AUF EINWIRKUNG VON NATRIUMHYDROXID.

Von JULIUS GRÓH, k. Mitglied der Akademie.

Nach Versuchen von M. WELTNER.

Diese Arbeit wird etwa gleichzeitig auch in einer deutschen  
Zeitschrift erscheinen.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissen-  
schaften vom 16. März 1931.)

## A CERATIUM HIRUNDINELLA NÖVEKEDÉSE.

ENTZ GÉZA lev. tagtól.

A Magyar Tudományos Akadémia a Lukács Krisztina alapból kitűzött pályázat alapján 1908-ban azzal bízott meg, hogy Magyarország Dinoflagellatáit (Peridináit) tanulmányozzam. Munkámhoz azzal kezdtem hozzá, hogy beszereztem 10 planktonhálót. Ezeket a már ismert nevezetesebb gyűjtőhelyekre helyeztem ki és pedig Vízaknára, a Mező-záhi tóhoz, a Csorba-tóhoz, a Velencei-tóhoz, a Pálcsi-tóhoz, a Balatonhoz és a Tatai-tóhoz. A többi hálóval Budapest környékén gyűjtöttem. Planktonhálóval végzett gyűjtéseken kívül Budapest környékéről és pedig a Lágymányosi-tó, az Átlós-úti (ma Horthy Miklós-úti) tó, a Városligeti-tó, Orczykerti-tó, Szadai-tó, Rákosszentmihályi-tó voltak azok a főbb pontok, ahonnan lehetőleg hetenként hozattam be vizet s azokat különböző sűrűségű hálókön átszűrve s a végső eredményt még centrifugálva is tanulmányoztam nemcsak a Dinoflagellatákat, hanem általában véve az előforduló véglényeket. A planktonhálókkal végzett gyűjtéseket hetenként konzerválták a gyűjtők, akik ügyességükkel mindnyájan megelégedésemre dolgoztak. A gyűjtők közül az egyikről, nevezetesen HÁVEL MÁRTON műegyetemi laboransról külön is szükségesnek tartom megemlékezni, mert egyedül az ő megbízhatósága és sokszor valóban önfeláldozása által vált lehetségessé, hogy különösen Budapest vidékének protistafaunájáról a fauna egyes tagjainak időszakos megjelenéséről, valamint számos érdekes biológiai jelenségről pontos adatokat szerezhettem.

Gyűjtésem Szt. Anna-, Mohos-, Bullató; Szeged vidéki tavak, Orsovai tavak, a Deliblat vizei, tátrai tavak, Hámori-tó, Magyaróvár vidéke tavai, Enyed vidéke tavai, Kolozsvár és a Mezőség néhány tava, Nagyszeben, Tata tavai, Fertő-tó, gyűjtőkirándulá-

saim és a gyűjtések feldolgozása a háború kitöréséig zavartalanul folytak. Rendszeres naplót vezethettem az egyes gyűjtőhelyekről, úgyhogy a különböző vízterületek protistanépeességéről áttekintést nyerhettem. A háború kitörése után a gyűjtések Budapesten és annak környékén kívül megszakadtak. Gyűjtőim hadbavonultak, a gyűjtőeszközök elkallódtak. Budapest környékén a gyűjtést tovább folytattam, mindaddig, amíg 1920-ban Utrechtbe át nem költöztem. Utrechtbe magammal vittem jegyzeteimet és rajzaimat, valamint a szükséges készítményeket is. A gyűjtések legnagyobb része Budapesten maradt, ahonnan a Műegyetemi Állattani Intézet megszüntetése után az Erzsébet Nőiskolába, annak Szegedre való költözése alkalmával Szegedre került, ahol csak ez évben sikerült azt megtalálnom és újra birtokomba vennem.

Hollandiában első teendőm volt, hogy ennek az anyagnak feldolgozásához kezdjek s mindazt a szabad időt, amely hivatalos elfoglaltságomon kívül rendelkezésemre állott, ennek az anyagnak feldolgozására fordítottam. Úgy hogy aránylag kevés más irányú tanulmánytól eltekintve összes publikációim, amelyeket Hollandiában tettem közzé, a Tudományos Akadémia megbízásából gyűjtött anyag feldolgozását képezték.

Ezek a következők:

1. *Over den groei der Peridineen*. Handelingen v. h. XVIII e Nederlandsch Natur- en Geneezk. Congress Utrecht, 1921. p. 1.

2. *On chain Formation in Cratium hirudinella*. Biologica Hungarica, Vol. I. 1924. p. 1—4. Tab. I.

3. *Über Cysten und Encystierung der Süßwasser-Ceratién*. Arch. f. Protistenkunde. LI. 1925. p. 133—183. 50 Textfig.

4. *On the Catenation of the Peridineae*. Biol. Hungarica. I. 1925. p. 1—9. Tab. I.

5. *Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Morphologie und Biologie von Peridinium Borgei Lemmermann*. Arch. f. Protistenk. LVI. 1926. p. 397—416. 35 Textfig. u. Taf. 16.

6. *Beiträge zur Kenntnis der Peridineen II., resp. VII. Studien an Süßwasser Ceratién (Morphologie, Variation, Biologie)*. Arch. f. Protk. VIII. 1927. p. 344—440. 93 Textfig. u. 54 Tabellen.

7. *A Balaton Peridineáiról. Über Peridineen des Balaton-Sees*. Arch. Balaticum p. 275—342. 2 Textfig. 7 Taf. 1927.



8. *Über den Bau und über die Tätigkeit der Geisseln der Peridinieen.* Annal. de Protistol. Vol. I. p. 1—21. Fig. 1—29. 1928.

9. *Über schnelles Wachstum und rasche Entwicklung eines Phycomycetenprotisten Oovoros copepodorum n. gen., nov. sp.* Arch. f. Protok. LXIX. Heft. 2. 1930. p. 175—194. Taf. 13.

10. *Phaenologische Aufzeichnungen und einige morphologische Beobachtungen an Chrysomonaden.* Folia Cryptogam. Vol. I. No. 7. p. 670—742. Mit 54 Textfig. 1930. Szeged.

11. *Über gehemmte Lebens- und Absterbeerscheinungen einiger Dinoflagellaten.* A M. Biolog. Kutatóintézet I. Oszt. Munkái. p. 206—248. Mit 67 Textfig. Tihany, 1930.

12. *Miért pusztulnak ki véglénytenyészeink?* A Szent István Akadémia Math. Term. tud. Oszt. felolvasásai. 2. köt. 9. sz. 1931. 1—15 old. 8. ábra.

13. *Analyse des Wachstums und der Teilung einer Population sowie eines Individuums des Protisten Ceratium hirundinella unter den natürlichen Verhältnissen.* Mit 18 Fig., 27 Tabellen und 12 Graphikons. p. 1—14. (Sajtó alatt.)

Mindezekben a dolgozatokban hangsúlyoztam, hogy a Magyar Tudományos Akadémia megbízásából végzett tanulmányok eredményeit képviselik. A vizsgálatok egy nagy része édesvizeink egyik igen gyakori Dinoflagellatájának, a Ceratium hirundinellának élet-története kikutatására vonatkozik. Ez a sajátos élőlény bizzar formája és jól megfigyelhető növekedése, illetőleg regenerációja következtében kiválóan alkalmasnak mutatkozik arra, hogy rajta a sejtnök növekedését tanulmányozhassuk. Mindjárt első megfigyeléseim alkalmával, tehát több mint 20 évvel ezelőtt elhatároztam azért, hogy növekedését figyelemmel fogom kísérni. Első ezirányú tanulmányom 1903-ban jelent meg a Balaton planktonjáról írt tanulmányomban. Ebben a munkában a variálásról és vele kapcsolatosan a Ceratium népesség egy év alatti forma- és nagyságbeli változásáról szereztem tapasztalatokat. Egy második tanulmányomban a Ceratium növekedésével kapcsolatban mitotikus osztódására voltam kénytelen kitérni. Három további dolgozatomban a Ceratium copulációjáról és láncképződéséről tett tanulmányaimat közöltem. A láncképződést sikerült mind alaktani, mind pedig biológiai szempontból megoldanom. Másképpen áll az ügy a

populatio kérdésével. Két Ceratiumnak hosszabb ideig tartó összekapcsolódása, amely kapcsolódást a hosszbarázdán kitóduló protoplasmatomeg idézi elő, kétségenkívül előfordul. Ilyen kapcsolódást egy alkalommal öt óráig figyeltem meg eleven Ceratiumokon. Hogy azonban ez a kapcsolódás vajjon normális, vagy pedig csak abnormális életfeltételek közt fellépő folyamat, azt az e kérdésből kifejlődött több vizsgálat és tudományos vita máig sem döntötte el.

A növekedés eldöntéséért tudnom kellett a Ceratium tömegét és nagyságát. Az erre a problémára vonatkozó kutatásaim még nincsenek ugyan lezárva, de e közben merült fel a Ceratiumfajok szabadon mozgó alakjai és cysta-alakjai pontos tanulmányozásának kérdése, amely munka elvégzése után végre hozzá kezdhettem az időközben gyűjtött mérési adatok feldolgozásához. Az a dolgot, amely ezt a problémát tárgyalja, mondhatnám eddigi vizsgálataim nagy részének központi problémáját teszi. Magukat a vizsgálatokat egy éven át naponként és néhány napon keresztül óránként végeztem; a végzett vizsgálatok adatai statisztikai módon vannak feldolgozva. Ezt a fáradságos és időrabló munkát még Budapesten végeztem, de a több tízezerre rugó adatok feldolgozása Utrechtben egy évnél minden esetre több időt vett igénybe s a munkát csak Tihanyban tudtam befejezni. E munkám egyik fejezetéről tartottam egy rövid összefoglalást 1921-ben Utrechtben a Hollandiai Orvosok és Természetvizsgálók vándorgyűlésén. A végleges munka az Arch. f. Protistenkundéban fog megjelenni 18 ábrával, 27 tabellával és 12 grafikkal. Ennek a munkának összefoglaló végeredményét akarom a tekintetes Akadémia előtt ismertetni annál is inkább, mert bizonyos tekintetben zárókövét képezi eddigi tanulmányaimnak.

A megvizsgált protista növekedésében ugyanazok a szakaszok különböztethetők meg, amelyek a növények növekedéséről ismertettek, még pedig:

1. az embryonális előképzés, azaz a plasma gyarapodásának szakasza,
2. a megnyulás szakasza, ami folyadékfelvétellel történik és
3. a végleges kialakulás szakasza, ami ez esetben a páncélstruktúrája kialakulásában nyilvánul.

Egy Ceratium népesség növekedése és osztódása ritmikusan váltakozva folyik le.

A plasmanövekedése a testnek, mint egésznek növekedésében jelentkezik és az osztódás alatt és után figyelhető meg.

Legvilágosabban egy olyan átmérőben lehet felismerni e növekedést, amelyet dorsoventrális átmérőnek nevezünk és *DV*-vel jelölünk.

Ugyanis a *DV*-átmérő nagysága tekintetében három csoportját lehet megkülönböztetni egy népesség Ceratiumai között, amelyek növekedési stádiumokat képviselnek. Vannak karcusu, éppen osztódásból keletkezett, széles, osztódásban levő és indifferens, az osztódó és éppen osztódott stádiumok között álló alakok. A karcusu alakok, az indifferensek és a zömökek, valamint az éppen osztódásban levők százalékos eloszlása egy szabadban levő tenyészetben IX. 24-én a következő volt:

osztódók .....	10 %
karcsuak .....	15 %
indifferensek ...	51 %
zömökek .....	17 %

A százalékszámokból az egyes stádiumok tartamára következtetve azt találjuk, hogy IX. 24-én a népesség egy egyénének osztódása és növekedése a következőképpen folyt le:

magosztódás <sup>1</sup>	}	együtt ...	1 óra
és plasmaosztódás			
szarvregeneratio .....			2 «
karcusu stádium .....			27 «
indifferens stádium .....			72 «
zömök stádium .....			18 «
Összesen ...			120 óra

A növekedés, mint a cystaburkot elhagyó egyéneken megfigyelhető, a mag környékéről, a középső plasmatömegeből indul ki és centrifugális irányban csökken. A szarvak mint kis szemölcsök

<sup>1</sup> Minthogy a megosztódás a zömök stádiumban folyik le, ennek idejét nem lehet az összcadásnál figyelembe venni.

jelennek meg és néhány (2) óra alatt kinőnek, ami bizonyára víz felvételen alapszik. Bennük apró vacuolák keletkeznek, melyek fokozatosan nagyobbodnak, s végül nedvüreggké folynak össze. A szarvak kinövését a hőmérséklet befolyásolja.

A páncél először szintén a középső plasmatömeg körül alakul meg és centrifugális irányban növekszik tovább. A betokozódásnál éppen megfordítva kisebbedés áll be folyadékvesztés következtében, mialatt a nedvüregek tartalma végül tartalékanyagokká tömörül össze.

A letört szarvak rendszerint kettősen, vagy többszörösen regenerálódnak. Ha a test sérül meg, akkor torz alakok keletkezhetnek, ha pedig a sérülés az osztódás alkalmával történik, úgy az osztódó felek ikertorzokká nőnek össze. Úgy látszik, mintha a regeneratio alkalmával a plasma egy része megkettőződne.

A népesség mag- és plasmaosztódása éjjelkor kezdődik, déli 12 órakor az összes osztódott egyének már éppen regenerálódtak. Az egész osztódási-regenerációs folyamat tehát 12 óra hosszat tart. Ezen idő alatt több osztódási hullámot lehet megfigyelni, melyek mindegyike 3 órát vesz igénybe. Úgy látszik tehát, mintha a népesség több, osztódás tekintetében különbözőképpen viselkedő egyénből álló csoportból volna összetéve, melyek közül a legnagyobb csoportba tartozók éjjel körül kezdenek osztódni és ez az osztódásnak való nekiindulás azután bizonyos lüktetést mutat, amely éjjeltől kezdődőleg erejében egyre csökken.

Az egyes egyének a plasmaosztódás után 3 órával, a magosztódás után 4 órával teljesen kinőttek. Egy egyén osztódása és növekedése tehát minimum 3, illetve 4 óráig tart. A növekedés folytán a szarv, úgy látszik, az idővel arányban kétszeresére hosszabbodik.

A népesség növekedésének évi menete egy nagy hullámvonalat alkot, amely főleg nyáron jelentős ingadozásokat mutat. A legnagyobb értéket nyáron éri el (33%), azután a hullám ős felé csökken, október vége felé ellaposodik 1—2%-ká. Hasonlóképpen, vagyis az időben egymástól távolosó osztódásokkal kezdődik a növekedés-osztódási arány ismét tavasszal.

Ez adatok szerint az 1915—16. évben Budapesten egy egyénből egészben véve 2<sup>24</sup> egyén jöhetett létre, osztódás útján.

Osztódás és növekedés egymással és a hőmérséklettel szorosan

összefügg, mégpedig úgy látszik, mintha az osztódás egyenes, a növekedés fordított arányban állana a hőmérséklettel. Magasabb hőmérsékleten nagyobb számú osztódás figyelhető meg, azonban az egyén növekedés akadályozva van, mert az osztódottak kisebbre nőnek meg. A növekedés számára az optimális hőmérséklet 5—20° C között, valószínűleg 10° C-on lehet, az osztódás optimális hőmérséklete pedig 20—22° C. A növekedésnek tehát más, még pedig alacsonyabb hőmérsékleti optimuma van, mint az osztódásnak.

A páncél mint egységes, síma hártya alakul meg, mely a testet teljesen körülveszi és egyes lemezekre van osztva. Eredetileg síma és porusmentes, a pórusok, majd azután a skulptura csak később fejlődnek ki. Az osztódáskor az új részen új páncél alakul, először a test körül és ez centrifugális irányban tovább nő egészen a szarvak csúcsáig. A síma páncél egy órával a szarvak kinövése után már kialakul. A páncél reticulatioja még az osztódás napján kifejlődik, skulpturája azonban az egész egyéni élet folyamán tovább nő, úgy hogy az életkor a páncélról «cum grano salis» leolvasható.

Mint assimilatumok ismereteseek amyloidtestek, továbbá zsíros olajok. Mindkettő a plasmában látható alakban jelenik meg. Az amyloidtest plasztikus, nagyobb tömegekké olvad össze, sötétben eltűnik, megvilágítás után már egy óra múlva újra megjelenik. Az assimilatumok mennyisége reggel 5—6 órától délután 4—5 óráig gyarapszik. Valószínűleg a kétféle assimilatum százalékos eloszlásával függ össze a Ceratiumok fajsúlya. Úgy látszik, hogy a C. h. r. több zsíros olajat produkál, mint amyloid anyagot, míg a C. h. t. több amyloidanyagot, mint zsíros olajat. A kétféle assimilatum mennyiségének aránya, úgy látszik, hatással van a Ceratiumok a víz-tartóban való elosztására, illetve naponkénti vertikális vándorlására.

A plasmában kristályok is képződnek, amelyek igen kicsinyek, azonban igen nagy számban fordulhatnak elő (több 100). Számuk gyarapodni látszik sötétben és olyankor, amikor a Ceratiumok nem osztódhatnak. Számuk úgy látszik nincsen lényeges befolyással a Ceratiumok fajsúlyára.

A chromatophorok a megvilágítási viszonyok szerint helyezkednek el. Reggel és estefelé kiterülnek, délben a sejttestbe húzódnak vissza. A chromatophorok osztódás útján szaporodnak külön-

böző nagyságuk erre vezethető vissza (nagyok 7—8  $\mu$  és kicsinyek 4—6  $\mu$ ). A chromatophorok osztódását, illetve szaporodását nem követtem.

A mag nagysága fajok szerint is különböző, azonban a cysta elhagyása alkalmával és a magosztódáskor az egy és ugyanazon faj magja a kétségenkívül megnövekszik. Ugyanazon fajta cystájának a dinosporáihoz képest aránylag kicsiny magva van, amely a cysta elhagyásakor, valószínűleg vízfelvétel következtében megnagyobbodik, betokozódáskor viszont folyadékvesztés folytán megkisebbedik. A mag osztódáskor is megnövekszik, ami a *DV*-átmérőn konstatálható és rövid idő alatt, amíg az osztódási folyamat végbe megy, játszódik le, tehát valószínűleg szintén folyadékfelvételen alapszik. A mag növekedése két-két osztódás között megy végbe, a külső viszonyok szerint nagyon különböző ideig és pedig addig tart, míg a plasmanövekedése (2—33 nap). A plankton kiemelésekor éppúgy, mint a plasmaosztódás és regeneratio is megszakad.

A *Ceratium hirundinella* növekedése-osztódására vonatkozó megfigyeléseim eredményei a következőkben foglalhatók össze.

A *Ceratium* növekedése és osztódása szorosan összefügg; lefolyásában különböző stádiumokat lehet megkülönböztetni, amelyek összetevőkre bonthatók.

A növekedés és osztódás aktusa egész sor, már statisztikai módszerekkel is felismerhető összetevőből áll, amelyek egymással térbelileg és időbelileg is összefüggenek.

Térbelileg összefüggő komponensek az egyes sejtalkotórészek és azok növekedése, illetve osztása. Mint ilyenek megkülönböztethetők:

1. a magnak,
2. a plasmának,
3. a chromatophoroknak,
4. a centrosomának?
5. az ostoroknak?
6. a pusulának?
7. az assimilatumoknak és
8. a kristályoknak a szaporodása,
9. a páncél keletkezése és növekedése,
10. a vízfelvétel, mint tágulását előidéző tényező.

A mag növekedése és osztódása éppúgy, mint a plasmanövekedés és osztódás priodikus ingadozásokat tüntet fel, amelyeket észrevehetően befolyásol a környezet (milieu) és az időjárás. Ez az osztódás évszakok szerinti ritmusban nyilvánul és valószínűleg legjobban a hőmérséklet befolyásolja azt, minthogy az év meleg hónapjaiban a ritmus értéke magas (3—5 nap), a hidegebb évszakban azonban alacsony (33 nap is). A mag és a plasma növekedésében és osztódásában meghatározott sorrend mutatkozik: először — éjfél körül — a mag osztódik, azután következik (1 óra tájban) a plasmaosztódás, majd a regeneratio, vagyis a szarvak kinövése, végül pedig a páncél kialakulása. A mag és a plasma növekedéséről meg kell jegyezni, hogy abban két szakaszt lehet megkülönböztetni, nevezetesen egy több napig tartó lassu növekedést az osztódás előtt: valószínűleg ez a mag- illetve a plasmaanyag tulajdonképpeni gyarapodása, amely 2—33 napig tarthat. Erre következik egy rövid néhány óra alatt lejátszódó megnövekedés, illetve megnyúlás, miközben a szarvak hosszanti növekedése is végbemegy két óra alatt. Az egyes zárványok közül az assimilatumok a nappali órákban gyarapszanak. Hogy sötétben a számuk fogy, azt meg lehetett állapítani, úgyszintén azt is, hogy a kristályok száma sötétben és az osztódás elmaradásakor megnövekszik.

Jól megfigyelhető a páncél kialakulása, amely jelenség két részből áll, ú. m.

1. a páncél keletkezéséből. Ez az osztódási napon megy végbe, néhány a külső körülményektől függően eltérő számú órát vesz igénybe és az ú. n. reticulált páncél kialakulásával végződik.

2. A páncél kialakulása ezzel még nem fejeződik be, hanem tovább tart egészen a betokozódásig, miáltal a páncélon nagy tarajlécek keletkeznek.

A páncélnövekedéssel függ össze az intercalaris sávok kialakulása is.

Az ostoroknak és a pusulának növekedésére és szaporodására vonatkozó speciális tanulmányokat nem végeztem.

Valamely vízmedence Ceratiumainak osztódása és növekedése szabályos periodusban (2—33 nap) játszódik le. Az osztódás naponta éjfél táján kezdődik és a növekedés déltájban fejeződik be. De egy egyénnek az osztódása és növekedése a magosztódással



együtt 4 órát, a nélkül 3 órát vesz igénybe. Ez az oka annak, hogy valamely vízmedence Ceratiumai között egyugyanazon napon több osztódási «hullám» állapítható meg. Ez a «hullám», vagy «lökés» éjfél körül a legnagyobb, nappal azután először meredeken, hirtelen, majd egyre kisebb mértékben csökken. Ha a Ceratium hirundinella sejtalkotórészeinek növekedését tekintjük, megállapíthatjuk, hogy a gyarapodás, vagyis az egész szervezetnek és egyes részeinek, alkotóelemeinek és termékeinek növekedése különböző.

A *C. h.* sejt élő alkotórészei növekedésük folyamán megkétszereződnek, így :

- a mag,
- a chromatophorok,
- a centrosoma,
- az ostorok és

talán a pusula is, továbbá a legnagyobb valószínűség szerint maga a plasma is.

- A páncélt,
- az assimilatumokat és
- a kristályokat

a plasma, illetve a chromatophorok képezik és a plasmában raktározódnak fel mindaddig, amíg el nem használtak.

- A víz,
- s sók,  $CO_2$  és  $O$ , továbbá fény és hő

mint a növekedéshez szükséges anyagok, illetve energiák vétetnek fel; a felvett anyagokból assimilatumok, kristályok, páncélsanyag képződnek, amelyek anyagul és energiaforrássul szolgálnak az élő részek, mint mag, plasma, chromatophorok, sejtközpontok, ostorok, pusulák, stb. képzéséhez. Mindezek a részek nem keletkeznek ujonnan, hanem a meglévő, növekedésüket befejezett régi részekből, azok osztódása útján.

Azok a különböző folyamatok, amelyek a növekedésnél egymásba kapcsolódnak, részben egymás ellen is működnek, működésük eredményeül nem mint összeget adják a sejt növekedését, hanem a növekedés inkább ezen folyamatok munkájának a különbözete, az a különbözet, amely az assimilatióból és dissimilatióból mint felesleg fennmarad. Mindezek a jelenségek olyan tényezők, vagy legalábbis lehetnek olyan tényezők, amelyek a növekedés menetét

befolyásolják, de nem teszik magát a növekedést. A növekedés maga a sejt megnagyobbodásából, megnyulásából áll — ez a folyamat vízfelvételen alapszik —, továbbá újabb mag-, plasma-, centrosoma-, ostor-, pusula-, chromatophor-, stb. anyag képződéséből. A vízfelvételt mint tisztán mechanikai, pl. osmotikus folyamatot lehetne elgondolni. Hogy azonban a valóságban mégsem az, mutatja, hogy a táguláshoz szükséges víz csak akkor vétetik fel, ha a plasma és a mag az osztódásra mondhatnám «megérett». Tehát ez az egyszerű, látszólag teljességesen mechanikus vízfelvételi folyamat is harmonikusan összefügg mindazokkal a tényezőkkel és folyamatokkal, amelyek az élettevékenységben nyilvánulnak és magát az életet teszik.

Azok közül a faktorok közül, amelyek a növekedést befolyásolják, egyeseket már ma is képesek vagyunk befolyásolni. Így a növekedés, de a megnyulás is azonnal abbanmarad, ha a planktont kiemeljük: a Ceratiumok abban a stádiumban maradnak, amelyben voltak akkor, amikor a szabadból planktonpróbánkat vettük. Az itt szereplő külső, az osztódás lefolyását gátló tényező oxigénhiány lehet, minthogy a többi tényező (hőmérséklet, megvilágítás, oldott anyagok jelenléte, hiszen a próbát annak a tónak a vizében gyűjtöttük be és tartottuk, amelyben a Ceratiumok élnek) azonos maradt. Ennek a magyarázatnak a helyességére látszik utalni az a tény is, hogy mozgásban levő vízben több osztódás található, mint nyugodt csendes vízben, továbbá, hogy SCHILLING (1891) szerint a *C. cornutum* az osztódását áramló vízben folytatja.

A  $CO_2$  assimilatio a sötétben megszűnik és bizonyára éppúgy befolyásolható külső tényezőkkel, mint más autotroph szervezetek assimilatioja.

A cellulosepáncél kialakulásának is megvan a cardinális pontja a hőmérsékletre nézve. HUBER és NIEPKOW (1922, 1923) bebizonyították, hogy 7—9 C hőmérsékleten alul a test burka lágy marad, anyagába cellulose nem rakódik le. A mag- és plasmaosztódás megakad, ha a szervezeteknek szükséges oxigénmennyiséget elvonjuk és ezzel abbanmarad a növekedési folyamatoknak nagy része. A *C. h.* mozog, de az osztódás és regeneratio abbanmarad, valószínűleg azért, mert ezekhez a folyamatokhoz több oxigénre van szükség, több energiát kell felszabadítani, mint a mozgási és egyéb életjelenségekhez.

Az osztódási növekedés, a betokozódás és a teratologikus regeneratio folyamataiban van több közös vonás. Mindenikben növekedés megy végbe, amennyiben nagyságbeli gyarapodás alkalmával növekedésről beszélhetünk, ez azonban csak részben igazi növekedés, vagyis az élő anyagok (plasma, mag, chromatophorák), továbbá ezek termékeinek (assimilatumok, sejttfal, stb.) gyarapodása, legnagyobb részét folyadékoknak az élőanyagok által való felvétele (vacuolaképzés). Új részek képződésének nem kell minden esetben gyarapodást, azaz növekedést eredményezni. Midőn cystaburkát elhagyja a szervezet, térfogata megnövekszik, azonban legnagyobb részét csak vízfelvétel következtében, míg a tartalékanyagokból, esetleg a plasmából is kellett anyagokat elhasználnia, minthogy a fiatal dinospora szervei és burka kialakításához erre szüksége van. Tehát növekedett a dinospora, midőn cystáját elhagyta, a valóságban azonban elhasznált bizonyos anyagokat és csak folyadékfelvétel pótolta a hiányt, s annak következtében megnövekedett, de élőállománya nem gyarapodott.

Valódi növekedés, vagyis a mag, a plasma, stb. gyarapodása osztódás után, továbbá a szarvak regeneratioja útján történik, és pedig az osztódási regeneratiónál és a teratologikus regeneratiónál egyaránt. A specifikus alak kifejlődése nincsen a végleges, mondjuk maximális, vagy típusos plasmamennyiség kialakulásához és jelenlétéhez kötve: az alakot a fele plasma és maganyag is kifejlesztheti az osztódási regeneratiónál, vagy a megkisebbedett plasmamennyiség a teratologikus regeneratiónál. A teratologikus regeneratiónál még hyperregeneratumok is létrejöhetnek (szarvkettőződés, hármas alakulások, törés következtében HUBER—PESTALOZZI szerint (1922), stb.). Az alak szabályozása úgy látszik a plasmaanyagból indul ki, azonban erősen a külső viszonyok befolyása alatt áll (meleg és hideg által előidézett elnyomorodások, AMMANN 1913, HUBER és NIEPKOW 1922, 1923., kétszarvu alakok), továbbá azon hatás alatt, amelyet a megcsönkulás és a hegeképződés, «sebképződés» okoz. A plasma mennyisége nem látszik döntő jelentőségűnek, minthogy az osztódás után álló alakoknak a betokozódókhoz képest esetleg csak feleannyi plasmájuk van és belőlük mégis morphologiailag egyenlő — bár plasmatömegükben esetleg különböző — alakok jönnek létre.

A páncél és a cysta falának képzése sokban megegyezik. Mindkét esetben először egy réteg alakul ki, amely a dinospora életének folyamán centrifugális vastagságbeli növekedést (lécek, tövisek) tüntet fel, a cystán azonban több egymás alatti réteg kialakulására burok vastagodásra vezet.

Hogyan keletkezik új plasma?

Hogyan keletkezik új maganyag?

A növekedésről írva tárgyaltam a Ceratium nagyságbeli gyarapodására vonatkozó vizsgálatokat. Azonban mint láttuk, a világosan felismerhető nagyságbeli gyarapodás vízfelvételen alapszik. A növekedésben, vagyis az élőanyagnak, magnak, plasmának, chromatophoroknak gyarapodásában a vízfelvételnek, vagyis a sejt megnyulásának tehát csak közvetett szerepe van. Kérdés azonban, hogy vajjon a növekedés, vagyis az élőanyag mennyiségének gyarapodása megfigyelhető-e és hogyan. Mint láttuk úgy a mag-, mint a plasmaanyag tömegében lassan (2—33 nap) gyarapszik, nagyon különbözően a szerint, hogy milyenek a környezet viszonyai. Tudjuk azt is, hogy úgy a mag, mint a chromatophorok és HALL szerint sejtközpontok is, továbbá az ostorok és talán a pusula is osztódás útján szaporodnak. Ez megfigyelhető. De a plasma megszaporodása, gyarapodása folyamatát nem lehet közvetlenül megfigyelni. A celluloseburokról tudjuk, hogy az a plasma felületén képződik és pedig az egész élet folyamán, miáltal a páncél vastagodása, tehát növekedése létrejön.

A mag növekedését szintén megállapíthatjuk a cysták és dinosporák magvának különböző nagyságából. Ha a cysták és dinosporák magvait nyugalmi stádiumban (interphasis) összehasonlítjuk, megállapíthatjuk, hogy a cysta magvának *maggolyócskái* jóval kisebbek, mint a dinosporáké. A dinosporává válás alkalmával tehát a maggolyócskák lesznek nagyobbak. (HALL szerint a chromosomák vastagabbak. HALL szerint a cysta chromosomái vékonyabbak, mint a dinosporáé.) Hogy ez a jelenség folyadékfelvételen alapszik, az nagyon valószínű, azonban nincs bizonyítva, noha bizonyos, hogy a betokozódás alkalmával vízvesztesség «vízleadás» következik be. «Über die mitotische Teilung von Ceratium hirudinella» c. munkámban (1921) közöltem azt a megfigyelésemet, hogy két-két maggolyócska gyakran finom fonállal van egymással összekötve, tehát

talán osztódásban figyelhető meg, továbbá azt, hogy nyilván a magvacskák, nucleolusok szolgáltatnak anyagot a maggolyócskák képzéséhez. Ha ez a megfigyelésem helyes, akkor a mag azáltal gyarapszik, vagyis növekszik, hogy a benne levő kicsiny részek osztódnak, miután mintegy kétszeresre megnövekedtek. Véleményem szerint az interphasis a maganyag növekedésének ideje. Azt is nagyon valószínűnek tartom, hogy miután az osztódás előtt a plasma mennyisége is megkétszereződik, ez is egészen hasonlóan, azaz kicsiny részecskék (micellák?) megkettőződése és osztódása útján szaporodik.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. április 28-án tartott üléséből.)

## DAS WACHSTUM VON CERATIUM HIRUNDINELLA.

Von GÉZA ENTZ korr. Mitglied.

Ich hatte mit meinen Dinoflagellaten-Studien im Jahre 1908 begonnen. Den Impuls gab dazu der Umstand, dass ich von der Ungarischen Akademie der Wissenschaften beauftragt wurde die Dinoflagellaten Ungarns in biologischer sowie systematischer Hinsicht zu studieren. Infolge dieses Auftrages erschienen bis heute 13 Arbeiten, grösstenteils in deutscher Sprache, welche an Seite 536—537 des ungarischen Textes angeführt sind. — Im zweiten Teil wird das Wachstum sowie die Teilung von *Ceratium hirundinella* kurz zusammengefasst dargestellt, welche Zusammenfassung die 13. Arbeit der angeführten Abhandlungen bildet. Seit der Vorlegung dieser Arbeit in der Akademie ist sie in extenso im 74. Bande des Archiv für Protistenkunde 1931, S. 310—361. in deutscher Sprache erschienen und so ist sie allgemein zugänglich.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April 1931.)

## VIZSGÁLATOK AZ EMBERI KISAGYVELŐ CAJAL-SMIRNOW-FÉLE ROSTJAIRÓL.

SÁNTHA KÁLMÁN egyetemi tanársegédétől.

Az emberi kisagykéreg rostjai három csoportba sorozhatók: corticofugalis, corticopetalis és intracorticalis (associatio) rostok. Az első két csoport rostjai velőshüvellyel borítottak, a harmadikba tartozók velőtlenek. A velős rostok lefutásukban szabályszerű elrendeződést mutatnak, ami által a megfelelő velőfestéses készítményeken az ú. n. *myeloarchitektoniás* kép jön létre. Egy-egy kisagyi tekervény myeloarchitektonikája a következő részletekből tevődik össze: a központi velősugár, az ebből kisugárzó radialis rostozat, a radialis rostok között elterülő plexus intragranularis, végül a PURKINJE-sejtek rétegében fekvő plexus infra- és supraganglionaris. A molecularis réteg csupán alsó harmadában tartalmaz a supraganglionaris hálózatból eredő finom velős rostokat. E csodálatos harmoniával megépített myeloarchitektonika elvileg a kisagykéreg minden pontján egyforma. Mégis egyes meghatározott helyeken sajátságos, látszólag céltalan és rendetlen lefutású rostok illetve rostnyalábok zavarják meg. Ezeket hívjuk első leíróik után CAJAL—SMIRNOW-féle rostoknak.

CAJAL 1895-ben különböző állatok kisagyvelejében ezüstözés módszerrel mutatta ki őket. Lényeges vonásukat abban látja, hogy a velőállományból kiindulva az egész kéreget átszelik, majd a kéregfelszín alatt hosszabb-rövidebb utat futva be, újra a velőbe térnek vissza. E hurok illetve ivrostokat később embernél is megtalálta, de mint azt még 1929-ben is hangsúlyozza, csak igen kivételesen. SMIRNOW 1898-ban CAJAL-tól függetlenül kutyanál írta le e rostokat WEIGERT és GOLGI módszere alapján. Ő említi először a sajátságos, pulsusgörbét utánzó lefutást. CAJAL és SMIRNOW észleléseit erősítették meg a spanyol iskolából CASTRO és ESTABLE. Kóros emberi agyra vonatkozólag csupán két közlés ismeretes:



1906-ban STRÄUSSLER veleszületett kisagysorvadás, 1929-ben szerző gyengeelméjűséggel társult olivocerebellaris elfajulás esetében figyelte meg tömeges jelenlétüket. Előfordulásukat az emberi kisagykéregben akkor mint elfajulási jelet, azaz mint hibás fejlődés eredményét jelöltem meg, ami az addigi adatok alapján jogosultnak is látszott. Azonban jelentőségük exact megítéléséhez rendszeres vizsgálatokra volt szükség. E célból mintegy 50 különböző emberi kisagyvelőt vizsgáltam át. A kórformák eloszlásánál figyelemmel voltam arra, hogy azok az esetek, amelyekben a központi idegrendszer kisebb-nagyobb fejlődési hibái feltételezhetők, azokkal, amelyek ép fejlődésűeknek vehetők, lehetőleg egyforma arányban forduljanak elő. Valamennyi esetből a férget teljes nyílirányú metszetekben dolgoztam fel, és pedig velőfestésű eljárásokkal. A féltekét ugyanilyen festéssel kb. 25, a pelyhecskéket pedig 10 esetben néztem meg.

*E vizsgálatokból az a nem várt eredmény szűrődött le, hogy a Cajal—Smirnow-féle rostok, noha igen nagy mennyiségi ingadozást mutatva, az emberi kisagykéregben is majdnem, vagy talán kivétel nélkül minden esetben megtalálhatók és a palaeocerebellaris kéreg normalis tartozékának tekinthetők.*

Ami a rostok alaki viszonyait illeti, emberi anyagon történt vizsgálataim részben az eddigi kutatók, SMIRNOW és a spanyol szerzők észleléseit erősítik meg, részben kiegészítik azokat. A hurok- és ivrostokat (CAJAL), a pulsusgörbéket (SMIRNOW), a szegélyező rostokat (SMIRNOW, CASTRO), valamint a rostoknak nyalábokba való tömörülését (ESTABLE, STRÄUSSLER) egyaránt megtaláltam. E különböző típusokról egyébként kétségtelenül beigazolódott, hogy azonos rostféleség más és más megjelenési alakjai. Lényegileg a velőből kiinduló, különböző magasságig felhágó és hosszabb-rövidebb lefutás után újra a velőbe visszatérő vastok, velős rostokról van szó, melyek a féregben szigorúan nyílirányú, a pelyhecskében a lemezekre merőleges síkban fekszenek. A velőállományból való kilépés és az ugyanoda történő visszahajlás néha egészen közel esnek egymáshoz és ilyenkor jönnek létre a tulajdonképeni *hurokrostok*. Gyakoribb eset, hogy a rostok visszahajlásuk előtt hosszabb utat tesznek meg a kéreg felszínén vagy az alatt, amikor inkább *ivrostokról* beszélhetünk. Az ivrostoktól fokozatos

átmenetek vezetnek az úgynevezett *konturrostok*hoz. Itt a felhágó rost a kéreg szélén feltűnő hosszú darabon fut, nem ritkán több tekervényen át; éppen ezért igen szerencsés metszési körülmények szükségesek ahhoz, hogy az ilyen rostok kiindulását és visszatérését megfigyelhessük. Sajátságos változatot képviselnek azok a hullámos lefutású rostralakok, amelyeket legtalálóbban *sphygmogramrostok*-nak nevezhetünk. Ezek sem alkotnak külön kategóriát, mert előfordul, hogy konturrost megy át egy ponttól kezdve sphygmogramingörbébe. Rendszerint ezek is közvetlenül a felszín alatt futnak, de nem ritkán a molecularis réteg kellős közepén. A hullámhegyek és völgyek nagysága igen változó. Ívrostokkal együtt gyakran lépnek fel csoportosan, amikor egy egész tekervényt behálózhatnak. A CAJAL—SMIRNOW-rostok magatartásában újabb alakulat azáltal jöhet létre, hogy a rostok nem magánosan futnak, hanem kisebb-nagyobb *nyalábokká* verődnek össze. Általában ahol e rostok tömegesebben fordulnak elő, ott rendszerint a nyalábos formát is megtaláljuk. A fehér állomány elhagyása után a rostnyalábok különféleképen viselkedhetnek. Néha, így barázdák mélyén, a feltörő nyaláb villaalakban kettéválva egy-egy pamattal a szomszédos tekervények molecularis rétegében halad tovább. Máskor, különösen a velősugarak csúcán, a nyalábot alkotó rostok legyezőszerűleg terülnek szét. Végül gyakran a molecularis rétegben való hosszabb-rövidebb tartózkodás után az egész nyaláb újból a velőbe tér vissza. Ha utóbbi módon alakult nyalábok egymást követik, sajátságos árkádok jönnek létre. Ilyen képet tüntet fel 1. ábránk, ahol különben a CAJAL—SMIRNOW-féle rostok egészen szokatlan tömegben mutatkoznak.

Az alaki viszonyok tárgyalásánál még két pontot kell röviden érintenem. Egyik ezek közül a rostok elágazásának a kérdése. SMIRNOW velős oldalágakat ír le, melyek szerinte a molecularis mélye felé haladnának és a rostok kéregbeli végződését képviselnék. Ezzel szemben CAJAL ötszáz állati kisagyvelőben mindössze kétszer figyelt meg elágazást és vele együtt a kollataralisok ellen foglal állást CASTRO és ESTABLE is. A magam ép és kóros emberi anyagon folytatott vizsgálataim az oldalágak létezését illetőleg szintén negative zárultak. Itt azonban mint feltűnő jelenséget ki kell emelnem az álkollateralisok és álanastomosisok gyakori előfor-

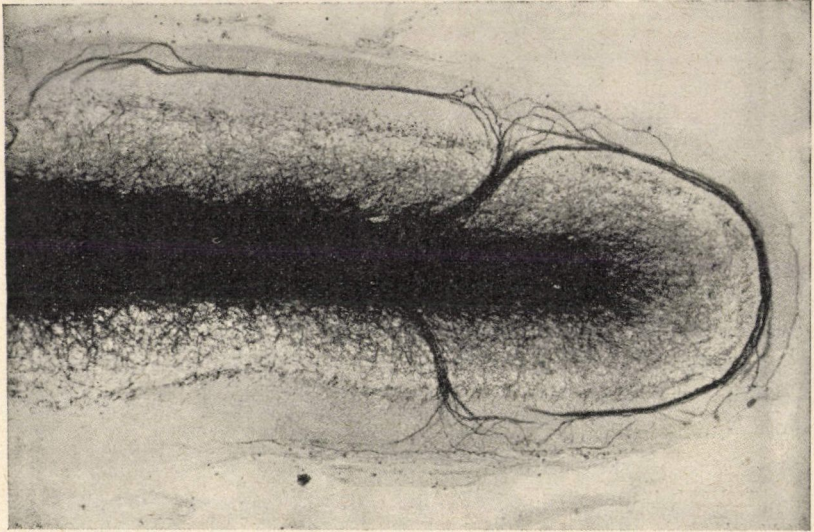
dulását, amit a CAJAL—SMIRNOW-rostok igen szoros összetapadásra irányuló törekvése magyaráz. Másik, igen érdekes jelenség lenne a rostok áthatolása a gliás-mesodermás határhártyán, amit CAJAL és a spanyol szerzők írnak le. A tulajdonképeni rost kilépését magam nem láttam, gyakran figyelhettem meg azonban a rostok oldalából kinövő, vékony nyélen ülő gombocskákat, melyek a kéregből kilépve a lágyburokba nyomultak.

A CAJAL—SMIRNOW-féle rostok előfordulási helyében — legalább emberi anyagra vonatkozólag — határozott szabályszerűségeket állapíthattam meg. A féregben egy eset kivételével mindig megvoltak, ugyanígy a pelyhecskében. Ezzel szemben a féltékék CAJAL—SMIRNOW-rostok szempontjából szinte teljesen negatívnak bizonyultak. Elterjedésük a féreg területén belül sem egyenletes. *Legtöbbször csak a lingula, a lobulus centralis és a culmen kérgében láthatók vagyis azon a területen, amely az összehasonlító bonctan lobus anterior vermisének felel meg.* A féreg egyéb pontjain csak igen szegényesen lépnek fel vagy egészen hiányoznak.

E rostok természetéről az eddigi adatok alapján kevés biztos mondható. SMIRNOW cerebellopetalis érző rostoknak tartotta őket, CAJAL és a spanyol szerzők eltévedt Purkinjeaxonokat látnak bennük. A magam részéről mindenekelőtt azt szegezném le, hogy a rostok végződéséről semmit nem állapíthatunk meg, mert a velőbe való visszatérés következetesnek látszik. Eredésükre vonatkozólag azonban néhány biztos támponttal rendelkezünk. Így éppen a PURKINJE-eredetet teljes biztonsággal sikerült kizárnom az említett olivocerebellaris degeneratio eset alapján, ahol a PURKINJE-rendszer teljes hiánya mellett a szóban forgó rostok egészen szokatlan tömegben voltak jelen (lásd az ábrát). Minthogy pedig a kisagykéreg intracorticalis associációs rendszerei valamennyien velőtlen rostokból állanak, így kizárás útján csakis az afferensrostok jöhetnek szóba. Hogy azonban az utóbbiak közül mely rendszerek szerepelhetnek, e tekintetben már csak valószínű találgatásokba bocsátkozhatunk. Nézetem szerint itt elsősorban a *szigorú palaeocerebellaris lokalizáció* a döntő. És éppen ezen az alapon merném a pontocerebellaris rendszert mint kimondott neocerebellaris kapcsolatot kirekeszteni, ami után csupán a corpus restiforme és velum medullare anterius útján feljutó *palaeocerebellopetalis rostok*

maradnának hátra. Ezek között további elkülönítés egyelőre nem tehető, mert a rostok úgy a vestibulocerebellaris, mint a spino-cerebellaris rendszer végződési helyein fellelhetők.

Befejezésül még egy fontos kórtani mozzanatra szeretnék utalni, mely e rostokat egészen sajátos megvilágításba helyezi. Ez pedig a rostok viselkedése két, a rendszerelfajulások szempont-



1. ábra.

jából szinte reciprok kisagyi bántalomnál, amelyen egyrészt a centrifugalis típusú kisagyi ataxia, másrészt a centripetális típusú TAY—SACHS-kór. Előbbinél a PURKINJE-rendszer teljes hiánya, utóbbinál a kuszó- és moharostrendszer rendkívül súlyos pusztulása mellett a CAJAL—SMIRNOW-féle rostokat bántatlanul találtuk. E két tényből kényszerítőleg következik, hogy egyrészt PURKINJE-eredetű rostokról nem lehet szó, másrészt azonban nem tekinthetjük e rostokat az ismert afferens rostokkal egyenértékű elemeknek sem.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. márc. 16-án tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN  
ÜBER DIE CAJAL-SMIRNOWSCHEN FASERN DES  
MENSCHLICHEN KLEINHIRNS.

Von K. SÁNTHA.

Verfasser konnte die CAJAL—SMIRNOW'schen Rindenfasern — in der Form von Bogen-, Schleifen-, Kontur- und Pulskurvenfasern, auch zu kleineren oder grösseren Bündeln vereinigt — als normalanatomische Elemente der menschlichen Kleinhirnrinde nachweisen. Ihr Vorkommen ist streng auf das Palaeocerebellum beschränkt. Ihre Endigung in der Kleinhirnrinde ist nirgends auffindbar; in Bezug auf ihren Ursprung scheint es sich um palaeocerebellopetale Fasern zu handeln.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie  
der Wissenschaften vom 16. März. 1931.)

## VIZSGÁLATOK A BACILLUS MELITENSIS (ABORTUS) SEROLOGIAI VARIÁNSAIRÓL.

NYIREDY ISTVÁN-tól.

Miután BRUCE 1887-ben megállapította, hogy a Földközi-tenger mellékén előforduló emberi fertőző betegséget (a máltai lázat vagy febris undulanst) a *Bacillus melitensis* idézi elő, mely fertőzött kecskék tejével kerül az ember szervezetébe, 1897-ben Dániában BANG és STRIBOLT tisztázta az európaszerte szarvasmarhánál és sertéseknél előforduló fertőző elvetélés oktatát, a betegséget előidéző mikroorganizmust a *Bacillus abortus*ban jelölve meg. Hosszú időn keresztül az volt e megállapítások után a nézet, hogy a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* két egymástól eltérő baktériumfaj és egyuttal az is bizonyosnak látszott, hogy amíg a *Bacillus melitensis* megbetegíti az embert és a kecskét, addig a *Bacillus abortus* csak szarvasmarhákban és sertésekben, esetleg más kérődzőkben is idéz elő megbetegedéseket.

Noha 1906 óta több olyan adat vált ismeretessé, melyből gyanút lehetett volna meríteni abban az irányban, hogy a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* között lehetnek összefüggések, határozottan csak 1918-ban EVANS fejezte ki azt a nézetet, hogy a kétféle néven ismeretes baktériumfaj rendszertani szempontból szorosán összetartozik. EVANS ugyanis kimutatta, hogy nemcsak morfológiai és tenyészetbeli, hanem serologiai tulajdonságai tekintetében is a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* között feltűnő hasonlóság van.

EVANS e megállapítása számos kutatót sarkalt a kérdés részletes vizsgálatára és pedig annál is inkább, mert időközben kiderült, hogy oly országokban, ahol a máltai láz ismeretlen, embereknel

szintén előfordulnak a máltai lázzal megegyező tünetekben (febris undulansban) nyilvánuló megbetegedések, melyek eredetét a *Bacillus abortus*szal fertőzött tehenekre kellett visszavezetni. Ezek a vizsgálatok, melyek jórészt az agglutinációs próba CASTELLANI ajánlotta módosításával történtek, csakugyan igazolták EVANS megállapításait, egyúttal azonban annak a nézetnek is kialakulására vezettek, hogy a különböző vidékeken emberekből és háziállatokból kitenyészhető bakteriumtörzsek között mégis megállapíthatók olyan serologiai különbségek, melyek a *Bacillus melitensis*ből és a *Bacillus abortus*ból alakított rendszertani csoporton belül két vagy több önálló alcsoportnak (fajnak) felvételét teszik megokolttá. Különösen FEUSIER és K. F. MEYER (1920) 4, maga EVANS pedig (1923) 7, majd (1925) éppenséggel 8 serologiatlan jól megkülönböztethető önálló alcsoportot tételez fel a *Bacillus melitensis* — abortus — csoporton belül.

Mínthogy Északamerikában FEUSIER és K. F. MEYER ajánlatára a jelzett bakteriumcsoport megjelölésére szelvében a *Brucella* genus nevet használják, szokás ott e megállapítások értelmében a *Brucella melitensis* és a *Brucella abortus*on kívül még több önálló *Brucella*-fajt megkülönböztetni, melyek megjelölésére részben külön elnevezéseket (*Brucella melitensis A* és *B*, *Br. paramelitensis*, *Br. paraabortus*) is használnak.

Újabb serologiai különbségek alapján BIELING Európában is két különálló fajt különböztet meg, melyek közül szerinte az egyik főleg embereknél, a másik főleg szarvasmarhákban okoz megbetegedéseket.

Más szerzők (ZELLER, BLANK, VAN DER HOEDEN, SKARIČ, ANDREI stb.) viszont nem tudtak ugyan a különböző eredetű bakteriumtörzsek között olyan lényegbe vágó különbségeket megállapítani, melyek serologiai értelemben kielégítően megkülönböztethető két vagy több faj felvételét szükségessé tennék, mégis feltételeznek közöttük pathogenitásbeli különbségeket. Hazánkban MANNINGER serologiai vizsgálatai során nem talált oly különbségeket egy *Bacillus melitensis*-törzs és számos *Bacillus abortus*-törzs között, melyek megokolttá teszik a *Bacillus abortus*nak mint önálló bakteriumfajnak megkülönböztetését a *Bacillus melitensis*től vagy éppenséggel olyan mesterkélt bakteriumrendszer elfogadását, aminőt



FEUSIER és K. F. MEYER állítottak fel. Nézete szerint egyébiránt nem annyira bakteriologiai-systematikai szempontok figyelembevételében, mint inkább járványtani megfontolásokban kell keresni az okát annak, hogy a fentemlített szerzők kivétel nélkül a messzemenő bakteriologiai és serologiai megegyezés ellenére mégis legalább két bakteriumsoportnak (fajnak) megkülönböztetését tartják megokoltnak vagy legalább is célszerűnek.

MANNINGER professor ennek ellenére kívánatosnak jelezte a kísérletek folytatását nagyobb számú külföldi bakteriumtörzsek a vizsgálatokba való bevonásával és e kísérletek elvégzésével engem bízott meg, miután úgy EVANS kisasszony Washingtonból, mint pedig LUSTIG professor Firenzéből több törzset volt szíves rendelkezésére bocsájtani.

E vizsgálatok során 40 bakteriumtörzset volt alkalmam megvizsgálni, melyek közül 13 emberből és kecskéből, 27 pedig másfajú háziállatokból származott. Az előbbieket egy részének megjelöléséből kiderül, hogy EVANS közelebbiről minő fajba sorolta őket, az utóbbiak részint szarvasmarhákból, részint sertésekből természetes járványok alkalmával egynek kivételével hazánkban tenyésztettek ki, részint olyan juhokból származnak, melyeket szarvasmarhából eredő törzsekkel mesterségesen betegítettünk meg.

A továbbiakban egyszerűség kedvéért az emberből és a kecskéből származó bakteriumtörzseket «melitensis»-, a többi állatfajokból származókat pedig «abortus»-törzseknek nevezem.

Mint hogy morfológiai és tenyészetbeli tekintetben nem találtam lényegbe vágó különbségeket az eltérő eredetű törzsek között, beérhetem azzal, hogy e dolgozatban csak serologiai viselkedésükkel foglalkozzam.

A serologiai vizsgálatokhoz 11 agglutináló vérsavót használtam, melyeket 9 különböző törzssel házinylakból állítottam elő 60° C-nyi melegben elölt tenyészetek ismételt vérbefecskendezésével. A vérsavók titere kivétel nélkül 1:1000 volt.

Az agglutináló vérsavókkal az összes bakteriumtörzsek felhasználásával végzett egyszerű agglutinációs próba eredménye — más szerzők megállapításával egyezően — nagyjában egyforma volt, akárminő vérsavóval akárminő bakteriumtörzs került vizsgálatra. A vonatkozó kísérletek eredményének részletes ismerteté-

sétől ezért eltekinthetnek. A vérsavók ugyanis úgy a melitensis-, mint az abortustörzseket csaknem minden esetben a titerhatárig agglutinálták. Mutakoztak ugyan itt-ott eltérések a szabály alól, ezek azonban egyfelől egészen jelentéktelenek voltak, másfelől nem is voltak következetesen megállapíthatók. Előfordul pl. nem egyszer, hogy abortustörzssel előállított vérsavó bizonyos melitensis-törzseket nem agglutinált egészen a titerhatárig, ugyanazon vérsavó azonban ugyanakkor egyes abortustörzseket is a szokottnál gyengébben agglutinált, vagy előfordult, hogy abortusbacillusokkal készült vérsavó éppenséggel valamivel erősebben agglutinált melitensis-törzseket, mint abortustörzseket és viszont. Ezenfelül még az ugyanazon bakteriumtörzssel különböző nyulakból előállított vérsavók viselkedésében is volt némi különbség megállapítható.

Mint hogy az ilyen jelentéktelen ingadozások minden serologiaiailag is jól definiálható bakteriumfajon belül előfordulhatnak, azt kell mondanunk, hogy az egyszerű agglutinációs próba eredménye alapján nem jogosult különbségeket tenni a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* között.

Tekintettel arra, hogy az egyszerű agglutinációs próba eredményéből mindössze a receptorok mennyiségére, nem pedig egyúttal a receptorkészülék minőségére is lehet következtetni, ki kellett egészíteni vizsgálataimat a CASTELLANI-féle módszer alkalmazásával. Kellett pedig ezt tenni annál inkább, mert éppen a CASTELLANI-féle absorptiós eljárással kapott eredmények készítették EVANST, FEUSIERT és K. F. MEYERT, valamint másokat több faj felvételére.

Erre a célra 8 agglutináló vérsavót használtam fel, melyekből az agglutininek eltávolítása a következőképpen történt. Physiologiás konyhasóoldattal 1:1 arányban hígított vérsavót 48 órás agar-tenyészetből vett élő, kétszer mosott bakteriumokkal három óra hosszat 37° C-on digeráltam, majd a bakteriumok lecentrifugálása és eltávolítása után ezt a műveletet mindannyiszor megismételtem, amíg a vérsavó az illető bakteriumtörzs bakteriumaira teljesen el nem vesztette az agglutináló hatását. Ez általában véve csak többszöri kezelésre következett be, egyszer éppenséggel 19-szer kellett a vérsavót bakteriumokkal összekeverni. A kimerült vérsavót azután

1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500 és 1 : 1000 arányú hígításban összekevertem az összes bakteriumtörzsek egyforma sűrűségű emulsiójával, melyek előállítására szintén 48 órás élő tenyészetek szolgáltak. Az esetleges agglutinálódás megtörténtét 2 és 24 óra múlva bíráltam el.

E kísérletek során először minden vérsavót saját törzsével merítettem ki. A kimerítés után, mint az várható volt, a vérsavók egyike sem agglutinálta a bakteriumtörzsek egyikét sem.

A vérsavók kimerülésénél az előállításukra nem használt bakteriumtörzsekkel rendkívül sokféle kombináció volt lehetséges. Közülük 23 lehetőséget kísérletileg megvalósíthattam.

E 23 sorozat közül példaképpen 9 kísérlet eredményét a mellékelt táblázatban tüntettem fel, melyben a számok a vérsavóknak azt a legnagyobb hígítását jelzik, melyben az absorpción keresztül ment vérsavók az egyes bakteriumtörzseket 24 óra lefolyása alatt még agglutinálták. (L. az 562—563. old. tábl.)

A táblázat adataiból kiderül, hogy akár melitensis-, akár abortustörzsekről van szó, két receptor-féleséget kell feltételeznünk, melyek mennyiségének aránya azonban úgy törzsenként, mint ugyanazon törzseknél különböző körülmények között tág határok között ingadozik.

Az egyik receptorféleség jelenlétét (nevezzük *A*-receptornak) minden törzsnél megtaláltam, mennyisége azonban a különböző kísérleti kombinációk szerint 0 és 100 % között változott. Hasonlóképpen megtaláltam két törzs kivételével valamennyinél a másik (*B*-) receptor jelenlétét is, de szintén esetről-esetre igen különböző mennyiségben. Mindössze két törzsnél (egy szarvasmarhából eredő: «Abortus Törökbálint» és egy sertésből származó törzsnél: «Abortus sertés V.») nem volt kimutatható a *B*-receptor a 23 kombinációban végzett kimerítési kísérletek egyikében sem. Ez azonban önmagában még nem jelenti azt, hogy ennél a két törzsnél feltétlenül hiányzik is a *B*-receptor, mert lehetséges, hogy a vérsavók kimerítésénél véletlenül nem került oly kombináció szóba, mely ezeknél a törzseknél a *B*-receptor jelenlétének kimutatását lehetővé tette volna. Az a körülmény ugyanis, hogy olyan törzseknél, melyeknél mind a két receptor kimutatható volt, szintén akadtak egyesek, pl. az «Abortus sertés III.» törzs, melyeknél csak bizonyos kimerítési kombinációk-

nál vált nyilvánvalóvá mindkét receptor jelenléte, egyenesen valószínűvé teszi, hogy további kimerítési kísérletek során előbb-utóbb akadhattam volna olyan kombinációkra is, melyek lehetővé tették volna itt is a második receptor kimutatását. Erre annál is inkább kell gondolni, mert az említett két kivételes törzs két olyan hazai törzs, melyről — ismerve az általuk megindított járvány történetét — fel szabad tétélezni, hogy összefüggnek más olyan hazai törzsekkel, melyeknél mindkét receptor kimutatása lehetséges volt.

Ebből következik, hogy az emberből és a kecskéből származó melitensistörzsek és a szarvasmarhákból, juhokból és sertésekből származó abortustörzsek között a receptor-készülék minőségében lényeges különbségek nincsenek. Amennyiben a lehetséges két receptor mennyiségében kimutathatók mennyiségbeli különbségek, ezek sem az illető törzscsoportra, sem egyes törzsekre nem jellemzőek, hiszen kimutatásuk lényegében a kísérleti feltételektől függ. Jogos tehát az a következtetés, hogy a tárgyalt bakteriumok genotypusához, akárminő eredetű törzsekről van szó, egyaránt hozzátartozik a két receptorféleség, a különböző törzsek phenotypusában azonban adott körülmények szerint a két receptorféleség abszolút mennyisége és mennyiségüknek egymáshoz való aránya tág határok között ingadozik.

Érthető ebből, hogy abban az esetben, ha az eltérő receptorok mennyiségének egymáshoz való aránya alapján csoportosítjuk a különböző eredetű bakteriumtörzseket, ahogy azt EVANS tette, csakugyan szükségszerűen számos csoportot állapíthatunk meg, de következik ebből egyúttal az is, hogy a bakteriumok systemájának kiépítése ezen az alapon, minthogy változékony tulajdonságról van szó, nem megokolt. A FEUSIER és K. F. MEYER, valamint EVANS kidolgozta bonyolult rendszertani csoportosítás ennél fogva mesterkélt és ingatag alapon nyugszik, sőt nem megokolt a *Bacillus melitensis*-nek még a *Bacillus abortus*-tól való megkülönböztetése sem.

Vizsgálataim eredményéből ezért azt a következtetést kell levonnunk, hogy mindazok a bakteriumtörzsek, melyeket eddig a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* néven ismert fajokba soroltak, valamint azok is, melyeket FEUSIER és K. F. MEYER, valamint EVANS megállapításai alapján újabban különleges elnevezések alatt (*Brucella paraabortus*, *Br. paramelitensis*, stb.) említene, egyetlen

Kimerített vérsavó		Melitensis A 428	Melitensis A 428	Melitensis A 428	
A kimerítéshez használt bakteriumtörzs		Melitensis Alessandrini	Abortus Ádánd	Aborus Eresi	
A bakteriumtörzsek eredete és megjelölése	Ember	Melitensis A 428	—	200	100
	«	Melitensis B 104	—	100	50
	«	Mel. Alessandrini	—	100	100
	«	« C	—	100	100
	«	« Careggi	—	50	—
	«	« F	—	100	100
	«	« M	—	100	100
	«	« P	—	100	100
	«	« Pasteur	—	100	100
	«	? «	—	100	100
	Kecske	« C <sub>1</sub>	—	200	200
	«	« Mestino	—	100	100
	«	Paramelitensis	—	—	—
	«	Melitensis Pistoia	—	200	200
	Szarvas- marha	Abortus Ádánd	—	—	—
	«	« Báj	—	50	50
	«	« Bikahere	—	50	50
	«	« Cece	—	50	50
	«	« Dóry	—	50	50
	«	« Eresi	—	—	—
	«	« Erd	—	50	20
	«	« H	—	50	20
	«	« Karácsond	—	50	50
	«	« Rácalmás	—	50	50
	«	« Sárosd	—	50	50
	«	« Törökbálint	—	—	—
	«	« Zámoly	—	—	—
	«	« 228	—	50	—
	«	« 341	—	50	20
	«	« 456	—	50	50
	«	Abortus Birka I	—	20	—
	«	« « II	—	50	20
	«	« « III	—	50	50
«	« « IV	—	50	50	
Sertés	Abortus Sertés I	—	50	50	
«	« « II	—	20	—	
«	« « III	—	—	—	
«	« « IV	—	20	—	
«	« « V	—	—	—	
«	« « VI	—	50	50	
«	« « VII	—	20	—	

lázat.

Melitensis A 428	Melitensis Mestino	Melitensis Mestino	Abortus 456	Abortus 456	Abortus Sertés I	Receptorok	
Abortus Sertés III	Melitensis A 428	Abortus Sertés III	Melitensis A 428	Abortus Sertés III	Melitensis B 104		
500	—	20	—	—	—	A	B
100	—	—	—	—	—	A	B
500	20	—	20	—	50	A	B
200	500	—	100	—	500	A	B
100	100	—	—	—	50	A	B
100	500	—	200	—	1000	A	B
—	500	20	100	—	1000	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
200	—	—	—	—	20	A	B
200	—	—	—	—	50	A	B
200	200	20	200	—	500	A	B
100	—	—	—	—	100	A	B
200	20	—	—	—	100	A	B
50	200	20	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	50	—	200	A	B
200	200	—	200	—	500	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
200	500	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	200	A	B
—	150	—	100	—	200	A	—
100	100	—	50	—	200	A	B
200	200	—	200	—	1000	A	B
200	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	1000	A	B
100	200	—	100	—	500	A	B
100	200	—	100	—	1000	A	B
200	500	—	200	—	500	A	B
—	200	—	100	—	200	A	B
—	20	—	—	—	—	A	B
—	200	—	100	—	500	A	B
—	200	—	100	—	500	A	—
200	200	—	100	—	500	A	B
—	200	—	100	—	100	A	B

baktériumfajba tartoznak, melynek megjelölésére történeti okokból a *Bacillus melitensis (abortus)* elnevezés ajánlatos.

Ez a következtetés tisztán bakteriologiai és serologiai vizsgálatok eredményéből folyik. Hiba volna azonban e következtetés jogosultságát elismerni akkor, ha az a járványtani megállapításokkal ellentétben volna. Ha vizsgáljuk már most azt a kérdést, hogy e tekintetben merülnek-e fel aggályok a szóbanforgó emberi és állati megbetegedések kóroktanának azonossága ellen, azt kell felelnünk, hogy a bakteriologiai és serologiai vizsgálatok eredménye és a járványtani megállapítások nemcsak nincsenek egymással ellenmondásban, hanem — mint arra MANNINGER már nyomatékosan ráutalt — minden irányban összhangban vannak egymással.

Járványtani szempontból ugyanis mindössze az a különbség állapítható meg a Földközi-tenger környékén és az egyebütt előforduló emberi megbetegedések között, hogy a Földközi-tenger környékén fertőzött kecskék, egyebütt pedig kecskén kívül szarvasmarhák (alkalomadtán talán sertések is) tekinthetők a fertőzés forrásának. Minthogy pedig állatjárványtani szempontból a kecske megbetegedése miben sem különbözik a szarvasmarhák és a sertések megbetegedésétől, nincs ok arra, hogy eltérően ítéljük meg az olyan emberi járványokat, melyek kecskék fertőzött tejének elfogyasztására vezethetők vissza, az olyan emberi megbetegedésektől, melyek forrása fertőzött szarvasmarha vagy sertés. A különbség tehát lényegében csak a fertőzés-terjesztő állatok földrajzi elterjedésében mutatkozik és ezért MANNINGER joggal hiszi, hogy aligha került volna sor a *Bacillus melitensis* és a *Bacillus abortus* megkülönböztetésére, ha az ember és a kecske szóbanforgó bántalmát, jóval a szarvasmarhák és sertések között előforduló azonos megbetegedések oktanának tisztázása előtt, nem fedezték volna fel oly földterületen, Málta szigetén, ahol csak kecskéket tenyésztenek vagy ahol legalább is a kecsketenyésztés mellett a másfajú kérődzők, különösebben a szarvasmarha tartása teljesen a háttérbe szorul.

Egyesek szerint különben a *Bacillus melitensis*nek a *Bacillus abortus*szal való azonossága ellen szól az is, hogy a *Bacillus melitensis*szel gyakrabban történtek már emberben laboratoriumi fertőzések, míg arra nincs példa, hogy laboratoriumban ember fertőzte volna magát szarvasmarhából vagy sertésből származó Bacil-



lus abortusszal. Saját tapasztalataink szerint ez az érv is tarthatatlan, mert sajnálatos módon éppen két saját hazai, szarvasmarhából származó törzsünkkel két laboratoriumi infectio történt, melynek következtében typosos febris undulans fejlődött ki. Az egyik esetben az «Ercsi» jelzésű törzs egy tenyészetével egy orvosnő fertőződött az ujján támadt seben keresztül. Ezt az esetet részletesen ismertette VAS BERNÁT egyetemi tanár. A másik esetben pedig magam betegedtem meg a «Dóry» jelű törzs emulsiójából egy-két cseppnek pipettán keresztül számba felszippantása után. Mindkét esetben a betegségnek megegyezését a máltai láz, febris undulans stb. néven leírt kórképpel nemcsak a klinikai vizsgálat, hanem a betegek vérével végrehajtott agglutinációs és complementumkötési próbák eredménye is kétségtelenné tette.

*A közölt vizsgálatok eredményét abban foglalhatom össze, hogy az irodalomban Bacillus melitensis és Bacillus abortus néven ismeretes baktériumok egy fajba, Bacillus melitensis (abortus), tartoznak. A jelzett baktériumfajnak receptor-készülékében a Castellani-féle kimerítési módszerrel megkülönböztethető két receptor szerepel. A két receptorfeleség mennyisége és egymáshoz való aránya baktériumtörzsenként nem mindig egyenlő ugyan, az e tekintetben mutatkozó eltérések azonban mégsem jogosítanak fel a nevezett baktériumfaj keretén belül alcsoportok felállítására, mert a két receptorfeleség mennyisége ugyanazon baktériumtörzsnél is lényeges ingadozásnak van alávetve. Ez a serologiai vizsgálatok eredményéből levonható következtetés jól egyezik a gyakorlati járványtani megállapításokkal is.*

### Irodalom.

- ANDREI: Centrbl. f. Bakt. I. Ref. 1927. 84. 456.  
 BIELING: Zeitschr. f. Hygiene 1930. 111. 728.  
 BLANK: Handb. d. path. Mikroorg. 1928. 6. 703.  
 EVANS: Hyg. laboratory Bull. 1925. 143. 1—67.  
 FEUSIER és K. F. MEYER: Journ. of. inf. dis. 1920. 27. 185.  
 LUSTIG: Handb. d. path. Mikroorg. 1928. 4. 511—575.  
 MANNINGER: Orvosi Hetilap 1929.  
 SKARIÓ: Zeitschr. f. Hyg. 1922. 95. 358.  
 ZELLER: Berl. tierärztl. Wschr. 1920. 345.

---

(A M. T. Akadémiának 1931. március 16-án tartott üléséből.)

## UNTERSUCHEN ÜBER DIE SEROLOGISCHEN VARIANTEN DES BACILLUS MELITENSIS (ABORTUS).

Von STEFAN v. NYIREDY.

Verschiedene Stämme des *Bacillus melitensis* und *Bacillus abortus*, unter denen sich solche aus Erkrankungsfällen beim Menschen, sowie bei Ziegen, Rindern und Schweinen befanden, wurden nach dem Absättigungsverfahren von CASTELLANI unter Zuhilfenahme von 8 hochwertigen Kaninchenimmunsereen geprüft. Es zeigte sich, dass im Rezeptorenapparat der verschiedenen Stämme, mit Ausnahme von zwei ungarischen Stämmen aus je einem Rind und Schwein, zweierlei Rezeptoren vertreten sind, deren absolute Menge und Verhältnis zueinander je nach Stamm und Umständen erheblichen Schwankungen unterliegt. Auch für die zwei Ausnahmefälle kann, trotzdem der Nachweis der einen Rezeptorenart bisher misslungen ist, mit Wahrscheinlichkeit derselbe Rezeptorenapparat angenommen werden, da die betreffenden Stämme allem Anschein nach mit anderen Stämmen, die mit beiden Arten von Rezeptoren ausgestattet sind, genetisch zusammenhängen. Bei dieser Sachlage kann auf Grund des Nachweises ungleicher Mengen der zweierlei Rezeptorenarten eine Einteilung von Bakterienstämmen verschiedener Herkunft in mehrere Untergruppen oder sogar Arten nicht getroffen werden.

Es handelt sich daher bei der Erkrankung von Menschen an der Febris undulans oder von Tieren am infektiösen Abortus um Krankheiten, deren Erreger, gleichviel in was für Gebieten sie vorkommen, einer und derselben Bakterienart, *Bacillus melitensis (abortus)*, angehören.

Diese Feststellung, die auf Ergebnissen von Versuchen rein serologischer Natur fusst, steht auch mit den epidemiologischen Erfahrungen im besten Einklang.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der  
Wissenschaften vom 16. März 1931.)

## ÚJABB ADATOK A CSALÁDI VAKSÁGOS IDIOTASÁG KÓRTANÁHOZ.

SÁNTHA KÁLMÁN egyetemi tanársegédttől.

A családi vakságos idiotaság valamennyi örökletes ideg-bántalom között a kórszövettani viszonyok dolgában a legjobban kimerítettnek látszik. Mégis, aki a kórfolyamat tanulmányozásába tüzetesebben belemélyed, arra a megismerésre jut, hogy egy csomó kérdés ma is megoldatlan, sőt el nem hanyagolható részletek egészen érintetlenül állanak. Három kórszövettanilag feldolgozott esetem kapcsán ezeknek a pontoknak a megoldásához szeretnék néhány adattal hozzájárulni. Megfigyeléseim négy pont körül csoportosíthatók: *A)* az elfajulási folyamat sejt-kórtani viszonyai, *B)* a kiterjedés (ubiquitas és electivitas), *C)* a folyamat időbeli előrehaladása, figyelemmel az idegsejtekre, a velős pályákra és a neurogliára, *D)* a kórszármazás kérdése.

Klinikailag típusos, szentükörrel is igazolt TAY—SACHS-esetekről van szó, amelyekben a tünetek rendes időben kezdődtek, de az egyik csecsemőnél 18, a másikonál 22, a harmadikonál pedig 29 hónapos korban vezettek halálhoz. A családi viszonyok dolgában a második eset azért érdekes, mert a zsidóvér csupán anyai ágon mutatható ki.

Általános boncolás és így a belső szervek szövettani feldolgozása csupán a 2. és 3. esetben történt. Az újabb kórszármazástani elméleteket tartva szem előtt, a belső szervek vizsgálatánál első-sorban a NIEMANN—PICK-féle lipidsejtes splenohepatomegáliának megfelelő elváltozásokat kerestem, *amelyeket azonban nem találtam meg.* A 2. esetben a máj a zsírmáj képét mutatta, de csakis sudannal festhető zsírt tartalmazott, a lép és a nyirokcsomók pedig — e kérdésnél a legfontosabb szervek — egészen épek voltak.

Az idegrendszerben a mikroszkopi vizsgálat mindhárom cse-  
csemőnél a vakságos idiotaság ismert elváltozásait állapította meg.  
Az idegsejtek a SCHAFFER-féle elfajulás jellemző képét nyújtották,  
a sejtplasma hatalmas megduzzadását és haematoxylinnal festődő  
szemcsékkel való megrakódását. A glia a folyamat korával és az  
idegsejtek pusztulásával arányos zsíros lebontást fejtett ki. A velő  
részéről előrehaladó pusztulás volt megfigyelhető. *Igen fontos  
tényként kell kiemelnem, hogy az idegrendszer kötőszövetes természetű  
elemei, erek és agyburkok, a lipoidos behintettség nyomát sem mutatták!*

A) Ez általános tájékoztatás után elsőnek a *sejtelfajulási  
folyamat* lényegével és finomabb viszonyaival kívánok röviden fog-  
lalkozni. SCHAFFER a folyamat lényegét a sejtpuffadásban látja,  
melyet a hyaloplasmának vízfelvétel folytán bekövetkező duz-  
zadása okoz. A praelipoid illetve lipoid-anyagok megjelenése csak  
másodlagos és nem egyéb, mint az alakatlan hyaloplasma chemiai  
átalakulása szemcsés anyaggá. E felfogással szemben SPIELMEYER,  
BIELSCHOWSKY, MARINESCO és követőik szerint a lipoidszemcsék  
lerakódása az elsődleges és ezek az erősen vízkötő colloidok okoznak  
másodlagosan a sejtduzzadást. SCHAFFER 1922 óta ismételt  
hangsúlyozta és mikrophotogramokkal igazolta, hogy akadnak  
a TAY—SACHS-nál idegsejtek, melyek nagyfokú duzzadást mutat-  
hatnak degeneratios szemcsék nélkül vagy azoknak csupán elenyésző  
nyomaival. Hasonló sejteket találtam magam is legfiatalabb ese-  
temben; sejteket, melyek szemcséket annyira elhanyagolható  
mennyiségben tartalmaztak, hogy a hatalmas sejtduzzadásért azok  
semmiképpen nem voltak felelőssé tehetőek. Ha a duzzadást valóban  
a szemcsék okozták, úgy minden duzzadt idegsejtben tömegesen  
kellene szemcséket találnunk. E képek ilyen értelmű magyarázatát  
SPIELMEYER és BIELSCHOWSKY nem fogadják el. SPIELMEYER sze-  
rint ugyanis nem tarthatjuk lehetetlennek, hogy a duzzadt, de  
szemcséket csak alig tartalmazó idegsejtekben a WEIGERT—  
SCHAFFER-féle eljárással láthatóvá tettek kívül még másfajta  
lerakódási termékek is lehetnek. Eddigi tapasztalataink azonban  
nem támogatják SPIELMEYER e feltevését, mert azt látjuk, hogy  
az idegsejtek egy részénél nemcsak WEIGERT-festéssel, de egyéb,  
nevezetesen neutralis zsírfestő eljárásokkal sem sikerül szemcsézett-  
séget kimutatnunk. BIELSCHOWSKY azzal érvel, hogy a szóban

forgó idegsejtek már elvesztették szemcséik egy részét és így voltaképpen nem egy kezdeti, hanem ellenkezőleg egy későbbi stadiumot jelentenek. Ez utóbbi ellenvetéssel szemben SCHAFER-tal egyértelműen hangsúlyoznunk kell, hogy az idézett sejtek egyáltalán nem mutatnak regressiv jeleket és élesen elütnek a virágzó szakon tényleg túlevő, részben már összelohadt és magjukban is bántalmazott elemekkel. A magam észleléseiből pedig még hozzátenném, hogy én a tiszta «Quellung»-példányokat főképpen a központi vegetatív magokban, vagyis éppen ott találtam meg, ahol a folyamat minden tekintetben kezdeti phasist mutatott.

Az elsődleges lipoidszemcsés megrakodás és a másodlagos duzzadás elmélete ellen még más oldalról is aggályok merülnek fel. Így BIELSCHOWSKY hydrophil colloidokról szól és a duzzadás okát a lerakódott lipoidos anyagok vízkötőképességében látja. Ezzel szemben a helyzet az, hogy bár a lecithinszerű phosphatidák duzzadóképessége a colloidechiából jól ismert tény, mégis a histológiai gyakorlat azt mutatja, hogy aránylag nagyfokú lecithinlerakódások szerepelhetnek a sejt megduzzadása nélkül.

Mindezek alapján a cytopathológiai folyamat lényegéről a következő felfogáshoz jutunk: *a sejt megduzzadásához vezető vízfelvételt kétségtelenül a sejtplasmában lejátszódó valamiféle phisikochémiai változásnak kell megelőznie; ez a változás azonban nem a haematozylinnel színeződő lecithinoidszemcsék megjelenésében, hanem a protoplasmának a szemcsék fellépését feltétlenül megelőző, de a mai módszereinkkel még fel nem derített degeneratív elváltozásában áll. És így a megközelíthető alapfolyamatot Schaffer-ral együtt az elsődleges hyaloplasmaduzzadásban kell látnunk.*

E helyen az intracellularis folyamat még egy részletével kell foglalkoznom. Pár évvel ezelőtt SOMOZA a TAY—SACHS-OS PURKINJE-sejtek sajátos kétmagúságát írta le, amelynél az egyik mag a szokott módon a sejt testében ült, a másik ellenben egy duzzadt dendritben foglalt helyet. Az idegenszerű dolgot utánvizsgálva sikerült annak idején kimutatnom, hogy nem valószínű másodlagos magról, hanem magot imitáló, ezüsttel erősen impraegnálódó, inclusioszerű képletről van szó. A mikrochemiai reakciók azt mutatták, hogy a degeneratív folyamat ismert lecithinoidos termékeitől eltérő, az amyloid és protagon kémléssel

szemben is negatívnak bizonyuló, proteinszerű anyag lerakódásával állunk szemben, mely határozott festékkaffinitást az ezüst és savanyúfuchsin iránt árul el. Kizárólagos előfordulási helyüknek akkor a PURKINJE-neuron látszott, jelenlegi eseteim ezt meg-

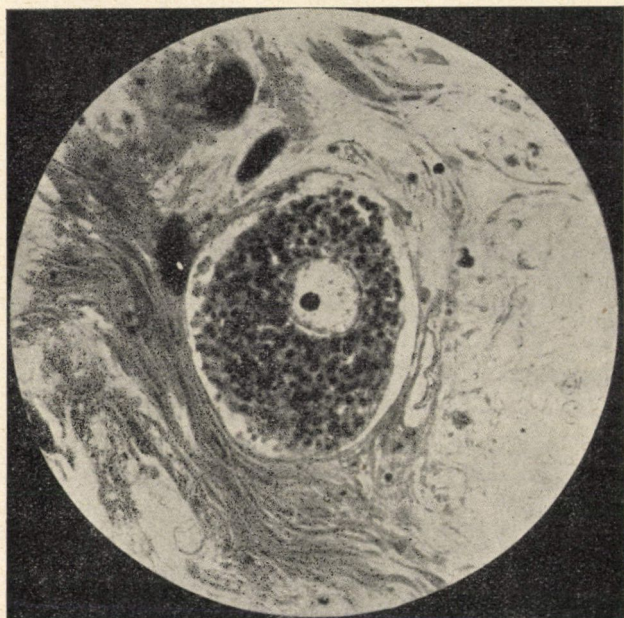


1. ábra. Idegsejtek az 1. sz. eset griseum pontisából. Mindhárom sejt testében a mag felett argentophil gömb látható. Cajal-féle fibrillumimpraegnatio. — Ezek az argentophil inclusiot tartalmazó idegsejtek a Weigert-Schaffer-féle haematoxylinfestésű készítményen ugyanazt a lecithinoidszemcsés megrakodást mutatják, mint a 2. ábrán látható sympathicus idegsejt.

cáfolták. Így az 1. esetben különösen a griseum pontis idegsejtjeiben, a 3. esetben az idegrendszer legkülönbözőbb pontján, legnagyobb számmal a nyultvelő nucleus laterálisában figyelhettem meg őket. Utóbbi helyen sikerült az argentophil lerakódásos gömb



későbbi sorsát végig követni. Az inclusiot tartalmazó sejt plasmája és magja a legkülönbözőbb degeneratios elváltozásokat mutatta, a végső phasisban pedig a maggal együtt az egész sejttest elpusztult és az argentophil gömb extracellularissá vált. Ez a körülmény, hogy t. i. az inclusioszerű képlet a széteső sejtet túlélve szabadon létezhetik, arra mutat, hogy itt egy nehezen lebontható anyag szerepel, melyet a lecithinoidos folyamat termékeivel ezért sem



2. ábra. Degeneratios szemcsékkel megrakott sympathikus idegsejt a vastagbél plexus submucosusából. Weigert-Scaffer-féle haematoxylin-festés.

azonosíthatunk. *E testek jelentősége az, hogy csakis mint az idegsejt autochton degeneratios termékei foghatók fel és kívülről történő lipidberakódásra vissza nem vezethetők; más szóval: jelenlétük az intraganglionaris folyamatnak mindennemű általános lipoidosistól független, elsődleges és alapvető mivoltát bizonyítja.* (1. ábra.)

B) A kórfolyamat kiterjedése, nevezetesen ubiquitása dolgában elsősorban a környéki sympathicus rendszerre vonatkozó



észleléseimről kell számot adnom. A TAY—SACHS-os sejtelfajulás általános elterjedtsége a középponti idegrendszerben eddig is általánosan ismert volt, ezt az ubiquitást azonban még egy lépéssel bővíti és egyben teljessé teszi az az észlelés, hogy az *összes környéki sympathicus idegsejtekben is pontosan ugyanazt a lecithinoidos elfajulást figyelhettem meg, mint az agy-gerincvelőben*. A 2. ábrán a vastagbél nyálkahártya alatti idegfonatának egy sympathicus sejtjét látjuk, mely tanulságosan mutatja a hatalmas sejtduzzadást és a haematoxylinnal festődő lecithinoidszemcsék felhalmozódását. Kétségtelen tehát, hogy a legtágabb értelemben ubiquitarius idegsejtmegbetegedésről van szó, de hozzá kell tennünk, hogy ugyanakkor a legszorosabb értelemben electivről is, amely kizárólagosan az idegelemeket illeti. Ehhez az eleinte általánosan elismert utóbbi tételhez, melynek azonban a legújabb időkben, különösen német részről, heves ellenzői támadtak, saját vizsgálataimból két megfigyelést fűznék: *a) hogy a nyelv ízlelőbimbóinak ízérzősejtjei nem mutatnak lecithinoidos elfajulást, b) hogy ugyanígy a mellékvese velőállománya, azaz a chromaffin-rendszer is érintetlen marad*. Az előbbi magyarázatát abban látjuk, hogy az ízérző sejtek másodlagos érzősejtek, amelyek tehát fejlődéstanilag nem a neuroektoderma, hanem az epithelium származékai. A második tény sokkal érdekesebb, mert tudjuk, hogy a chromaffin rendszer a sympathicus ducsejtekkel közös telepből fejlődik. A közös fejlődésű két rendszer — sympathicus és chromaffin rendszer — elütő magatartása érthetővé válik előttünk, ha meggondoljuk, hogy egyrészt a két rendszer elemei már igen korai időben különböző irányban differenciálódnak, másrészt, hogy a központi idegrendszer területén belül is elsődlegesen csupán az idegsejtek degenerálnak, míg a glia csak másodlagosan vesz részt a folyamatban. *Az örökletes bántalom tehát a velőlemez nem minden származékára terjed ki, hanem csakis a ganglionaris természetűekre, amiből megint csak az következik, hogy itt egy szorosan az idegsejtekhez kötött heredodegeneratioval állunk szemben*.

C) A kórfolyamat időbeli előrehaladásának vizsgálatánál három főpont körül iparkodtam megmaradni: 1. a sejtfolymat, 2. a velősrendszerek viselkedése, 3. a neuroglia szerepe.

A három eset közül a virágzó lecithinoidos lecsapódás phasisát

az első képviseli, mely 18 hónapos korban vezetett halálhoz. Ennél az agykéreg idegsejtjei és a puffadt basalis dendritek haematoxylinnal élénken festődő szemcsékkal zsufolásig megrakottak, a sejtek szétesési jeleket nem mutatnak, számbelileg tökéletesen megtartották és szorosan sorakoznak egymás mellé, ami által teljes cytoarchitektoniás kép jön létre. Ezzel éles ellentétben a 3. esetben, mely a virágzó phasist majdnem egy esztendővel élte túl, első pillantásra feltűnik a lecithinoidszemcséktől kirajzolt idegsejtek súlyos megfogyatkozása. Erősebb nagyítás mellett pedig megállapítható, hogy a szemcsék túlnyomólag aprók, töredezett külsejűek, tökéletlenül festődtek és a szabálytalan alakú, gyakran összehaladt sejttestet nem töltik szorosan ki. A sejtek szétesés jeleit árulják el, töpörödött, néha széthulló maggal és nem ritkán az elpusztult sejt helyét csupán szabálytalan szemcsehalmaz jelzi. Utóbbi körülmények folytán az egyébként is súlyosan ritkult tektonika sokkal kevésbé élénk képet ad, mint az első esetben. Az idegsejtek pusztulása az agykéreg egyes területei és egyes rétegei szerint különböző fokú. Legkevésbé szenvedtek a gyrus cinguli, a medialis, basalis és praecentralis homloki kéreg, a gyrus angularis és gyri occipitales laterales. Legsúlyosabb kiesések viszont a postcentralis, supramarginalis, insularis és temporalis kéregben figyelhetők meg. A kéreg egyéb területei közép-helyet foglalnak el. Az egyes kéreglemezek eltérő magatartása az erősen bántalmazott területeken szembeugró. Általában azt látjuk, hogy a II. réteg és a III. rétegnek a felső  $\frac{2}{3}$ -a még eléggé megkimélt, a III. alsó felétől lefelé a legnagyobbfokú kiesés mutatkozik egészen a VI. réteggig, amely ismét valamivel kevésbé szenvedett. Szigorúan rétegekhez kötött kiesésről, ú. n. laminaris pusztulásról azonban nem beszélhetünk.

A velős rostrendszerek viselkedésénél a következő kérdésekre kerestem feleletet: 1. Velőfejlődési gátlás vagy velőpusztulás magyarázza a TAY—SACHS-os agyvelők velőhiányait? 2. Független a velő magatartása a sejtfolymattól vagy megállapítható a kettő között határozott összefüggés? 3. Kimutatható-e a velőtlenedésben systemás jellemvonás? Az első kérdésben SCHAFFER 1909-ben a velőfejlődési gátlás mellett foglalt állást és ehhez a felfogáshoz csatlakozott a szerzők javarésze, így NAVILLE, H. VOGT, SAVINI—

CASTANO, BIELSCHOWSKY stb. Hogy azonban a TAY—SACHS-os agyak velőtlenségénél a velődegeneratio is fontos szerepet játszik, arra 1922-ben megint SCHAFFER utalt, 1923-ban pedig GLOBUS teljes határozottsággal a degeneratio mellé állt. *Saját vizsgálataim egybehangzóan az előrehaladó velőpusztulásról győztek meg.* Így 1. vagyis legfiatalabb esetemben a velőkép nagyjából normalis, a 2. és 3. esetben pedig a korrall súlyosbodó velőfogyatkozás mutatkozik. Ez a tény magában is éppen fordítottja annak, ami fejlődési gátlás esetén várható volna. E mellett azonban a finomabb szövettani vizsgálatok kétségtelen bizonyítékait szolgáltatták a velődegeneratio számára, mert a WEIGERT-készítmény halvány területeinek megfelelően a zsírkészítményen a velőhüvelyek szétesésének, elzsirosodásának, a lebontásnak és elhordásnak jól ismert mozzanatait lehetett következetesen megfigyelni.

A második kérdésre, hogy t. i. a velődegeneratio és a sejtdegeneratio között megállapítható-e határozott összefüggés, igen-nel kell felelnem. Erre csupán néhány, kétségtelenül bizonyító észleletet akarok megemlíteni, Mindhárom esetben a központi látópálya korai és nagyfokú bántalmazottságát láttam, ugyanakkor azonban a corpus geniculatum laterale sejtjei is ezzel párhuzamosan haladó pusztulást mutattak. A másodlagos elfajulás felvétele itt kézenfekvő. A pyramispálya az első esetben egészen ép, a harmadikban pedig majdnem teljesen degenerált volt; ugyanebben az esetben a súlyosan érintett mozgató kéregben BETZ-féle óriássejtet alig lehetett találni. Ennél a 3. esetben a hídkar rostozata is igen nagy fokban pusztult volt, ezzel együtt a híd szürke magvainak a sejtjei a legsúlyosabb destructio képét nyújtották. A gerincvelőben megint a FLECHSIG-féle kisagyi oldalkötélpálya elfajulása jól összekapcsolható azzal a ténnyel, hogy a CLARKE-féle oszlop megkimélt sejtjei között nagy számmal észleltünk az eltűnt sejtek helyét jelző maradványos csomókat. Más oldalról viszont az extrapyramidalis rostozat kitűnően megkimélt voltát annak a nagy ellentállásnak köszönheti, amelyet az extrapyramidalis központok sejtjei a kórfolyamattal szemben tanúsítanak. Mindezek alapján — azt hiszem — jogosan állítható, hogy *a szóban forgó esetek a velőhiányoknak a sejtpusztulás által feltételezett másodlagos degeneratív származását bizonyítják.*

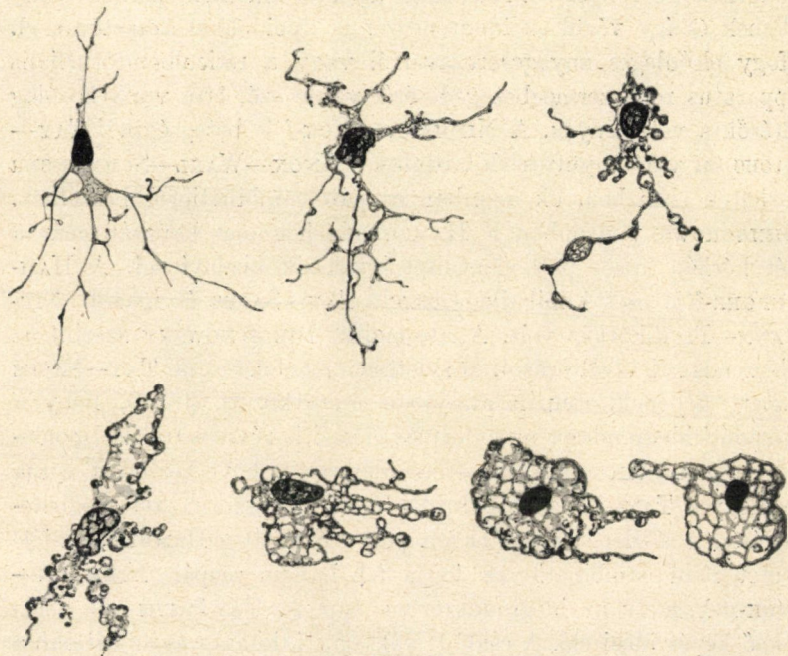
A harmadiknak feltett kérdésre, hogy t. i. kimutatható-e a velődegenerációkban valamelyes systemás jellemvonás, részben már az elmondottak is megadják a feleletet. Általában a phylo-ontogeneticai viszonyok a döntők, ami azt jelenti, hogy a fejlődés-tanilag fiatal velős rendszerek hajlanak inkább a velőtlenedésre. Ez alól a szabály alól azonban kivételek is vannak és éppen ezek alkotják a legmarkánsabb systemás vonásokat. A következő példákra utalok. Legidősebb esetünkben a nyakszirti lebeny velő-állománya elég jól megtartott, a központi látópálya pedig, mint már említettük, tökéletesen degenerált. Ennek pontos ellenképét adja GLOBUS 2. sz. esetében, ahol a nyakszirti lebeny fehér állománya nagyfokú rostkiesést mutat, viszont a látósugárzás kifogástalanul festődött. Még érdekesebb az összehasonlítás BIELSCHOWSKY három testvér — esetével. A mi esetünkben észlelt pontocerebellaris degeneratio + kitűnően megtartott kötőkar tényével szemben BIELSCHOWSKY eseteiben a pontocerebellaris rostozat teljes épsége mellett a kötőkar elfajulása mutatkozik. Ez pedig annyiival inkább meglepő, mivel az utóbbi képlet fejlődés-tanilag régi és így igen stabilis képződmény. Tényként szegezhetjük tehát le, hogy *vannak a Tay—Sachs-nál rendszer megbetegedések, melyek az általános phylo-ontogeneticai labilitásból nem vezethetők le, hanem esetenként változó, külön systematényezőt tételeznek fel.* Ilyenformán az egyébként omnisegmentalis családi idiotaság kórképénél a bonctani elemzés a csiralevélválogatás mellett a rendszerválogatást is ki tudja mutatni.

Az idegsejtdegenerációt a kórfolyamat előrehaladásával egyre élénkebbé váló *gliás* elváltozások kísérik. Lényegileg arról van szó, hogy a gliasejtek bizonyos fajtái az idegsejtek lecithinoidos elfajulási termékeit, melyek tehát magasabbrendű lipoidok, saját testükbe felveszik, alacsonyabb rendű zsírokká alakítják át (melyek már neutralis zsírfestőkkel színeződnek) és végül mint legömbölyödött zsírszemcsés sejtek az erekhez vándorolnak és zsírtartalmukat a véráramba dobják. A legfiatalabb esetünkben a kéregben neutralis zsíros lebontás még alig figyelhető meg, érett zsírszemcsés sejtek kialakulásáig csak itt-ott jutott el a folyamat. Más szóval: a virágzó lecithinoidos időszak sudanképe vagyis neutralis zsírképe csaknem negatív. Ezzel ellentétben a középső

esetben már igen élénk zsíros lebontás és eltakarítás folyik, amely a legidősebb esetben, különösen az agykéreg alsóbb rétegeiben valósággal óriási méreteket ölt. Fontos kérdés már most, hogy e zsíros lebontás és elhordás műveletét a gliás rendszer mely elemei végzik. Kezdetől fogva úgy a TAY—SACHS-nál, mint általában a központi idegrendszer parenchymapusztulással járó bántalmainál az apolaris gliát — vagy ahogyan újabban nevezzük, oligodendrogliát — tartották a lebontó és eltakarító elemnek. Ennek részben az is a magyarázata, hogy a másik itt szóba jövő gliafajtát, a mikrogliaát csak HORTEGA alapvető vizsgálatai óta, vagyis körülbelül tíz éve, ismerjük. A magam részéről TAY—SACHS eseteim kapcsán a mikroglia és oligodendroglia viselkedését *impraegnatio*s és zsírkészítmények alapján vizsgáltam, mert az *impraegnatio*s képek adatainak a helyes értékelését itt egyedül a zsírképekkel való összehasonlítás adja meg. E megfigyelésekből az derült ki, hogy *mindkét gliaféleség fokozatos közbeeső formákon keresztül végeredményben erősen puffadt, szemcsés illetőleg rácisos sejtekké alakulhat át és hogy mindkettő elváltozásait egyedül a zsírral és pedig *neutraleis zsírral* való megrakodás látszik meghatározni.* Mind a két gliafajta egyidőben és pedig a lebontás legkezdetibb időpontjában, lép működésbe és a kettő között chemismus dolgában semminemű különbség nem mutatható ki. (3. ábra.)

A makrogliaelemeknek, úgy látszik, a lebontási folyamatban szerepük egyáltalában nem jut. Jellemző elváltozásuk az ú. n. monstregliaképződés, melyet SCHAFFER mint a glia elsődleges «sajátmegbetegedését» írt le és amit elvileg ugyanígy fogott fel BIELSCHOWSKY is. Saját tapasztalataim a makrogliaának az idegsejtek elfajulásával egyenértékű, elsődleges megbetegedéséről nem győztek meg. A makrogliaelemek nem rakodnak meg lecithinoid szemcsékkel. Továbbá a monstregliaképződés sem tekinthető egyszerű degenerationak, mert proliferatio és hypertrophia szerepelnek elsősorban. Azután a glia másik két fajtája: az oligodendroglia is csak másodlagosan vonódnak be a folyamatba. Végül ami a legfontosabb, hogy a monstre-gliaképződés a folyamat előrehaladásával, szorosabban az idegsejtpusztulással tart lépést. Első, tehát legkorábbi esetünkben, ahol az idegsejtek számbeli kiesést még nem mutatnak, monstregliának nyomát sem találjuk.

Úgyhogy biztosan elsődlegesnek ezek szerint csak a neuronális folyamat vehető fel, a glia csak másodlagosan vesz részt a folyamatban. A mikroglia és oligodendroglia a lebontás és elhordás műveletében tevékenykednek, a makroglia pedig a tömeges idegsejtpusztulás által szolgáltatott kóros izgalomra visszahatásképpen adja a monstreliát éppen úgy, mint ahogy ezt daganatok, lágyulások, vérzések közelé-



3. ábra. Mikroglia sejtek átalakulási formái a szemcséssejt kifejlődéséig. Penfield-féle impraegnatio után készült rajz.

ben láthatjuk, ahol mint kiváltó izgalomról lényegileg szintén parenchymapusztulásokról van szó. A makroglia részéről élénk elrostosodás is megfigyelhető, különösen előrehaladt folyamat mellett, ami egyszerű pótló tevékenységnek tekintendő.

D) Befejezésül még a kórszármazás kérdését, közelebbről a TAY—SACHS és a NIEMANN—PICK-féle betegség egymáshoz való viszonyát kell röviden érintenem. PICK 1922-ben a GAUCHER-csoportból egy jól jellemzett kórképet különített el, a csecsemőkor



lipoidsejtes splenohepatomegaliáját, melyet ő mint egy alkatilag megadott, családi és fajhoz kötött lipoid anyagcserezavart jelölt meg. A GAUCHER-kórtól klinikailag főleg az igen heves lefolyás különbözteti meg. A legelső hónapokban megindul a lép, máj és nyirokcsomók megduzzadása, amit e szervekben felhalmozódó lipoidszemcsés sejtek, az ú. n. PICK-féle sejtek okoznak. A reticulo-endothelialis rendszer kimerülése után a különféle parenchyma-elemek és így végül az idegrendszer is lipoidokkal árasztódik el. Hogy elsődleges anyagcserezavarról vagy a reticuloendothelialis apparatus rendszermegbetegedéséről van-e szó, erre vonatkozólag eltérők a vélemények. A NIEMANN—PICK-féle betegségnek TAY—SACHS-sal való együttes előfordulását KNOX—WAHL—SCHMEISSER észlelték első ízben, ők azonban csupán combinatoról beszélnek. BIELSCHOWSKY azonban a HAMBURGER-féle eset kapcsán már a két kórkép közös pathogenesisét igyekszik bizonyítani. A HAMBURGER-féle eset klinikailag igazolt TAY—SACHS és igazolt NIEMANN—PICK-kórkép volt. Anatómiailag BIELSCHOWSKY szerint az idegrendszeri elváltozások tökéletesen megfeleltek a TAY—SACHS ismert képének, csupán annyiban mutatkozott eltérés, hogy a központi idegrendszer mesodermás elemei is részt vettek a lipoido-

n. BIELSCHOWSKY az eset alapján azt a következtetést vonja le, hogy a TAY—SACHS alkalmilag mint az összszervezet megbetegedésének részletjelensége is felléphet; ő tehát a HAMBURGER-féle esetet nem combinationak fogja fel, hanem csupán NIEMANN—PICK-nek, mely az idegrendszerben éppen a TAY—SACHS-nak megfelelő képét idézi elő. A családi vakságos idiotaság és az általános zsíryanagcserezavar összefüggésének kérdésében BIELSCHOWSKY mellé sorakoznak SCHOB, MARINESCO és KUFZ, akik a BIELSCHOWSKY-féle felfogást a családi idiotaság többi formáira is kiterjeszthetni vélik.

Ezzel az új kórszármazástani iránnyal szemben, mely tehát a családi idiotaság eredendő okát egy általános anyagcserezavarban keresi, a leghatározottabban a SCHAFFER-féle felfogás mellé kell állnom. Az előttünk fekvő három eset újra igazolja, hogy vannak tiszta TAY—SACHS-esetek, ahol a belső szervek részéről NIEMANN—PICK-nek megfelelő elváltozások egyáltalán nem találhatók fel és ahol a kórfolyamat a legszigorubb ektodermás és pedig neuronális



electivitast mutatja. Nem lehet elég nyomatékkal hangsúlyozni, hogy nem az a fontos, hogy vannak kevert alakok, hanem az, hogy a TAY—SACHS az esetek túlnyomó többségében mint tiszta TAY—SACHS jelentkezik. És csakis ezek a tiszta esetek, sőt hozzá kell tennem, hogy nem is a tiszta NIEMANN—PICK-esetek, hanem egyedül a tiszta TAY—SACHS-esetek mutatják meg nekünk a helyes utat, mert *bármennyire rokonnak, sőt egyformának látszó folyamatokról van is szó, a lényeg egyik esetben az egész szervezet lipoidháztartásának a zavara illetve talán az ezt szabályozó reticulo-endothelialis rendszernek a hibás működése, és ez a Niemann—Pick; a másik esetben, és ez a Tay—Sachs, az idegrendszer izolált megbetegedése.* Ennél a pontnál tulajdonképpen mellékes az is, hogy az idegsejt anyagcserezavarának mi a finomabb mechanizmusa és hogy a duzzadás és lecsapódás vitájában SCHAFFER-nak vagy BIELSCHOWSKY-nak és SPIELMEYER-nek van igaza. Fő és egyedül lényeges dolog, hogy tiszta Tay—Sachs-nál az idegsejt a beteg és pedig egyedül, elective, az egész szervezet teljes épsége mellett! Más szóval: a legtisztább csiralevél szerint válogató, neuroektodermás elfajulásról van szó.

Mindezek után álláspontunkat a NIEMANN—PICK és TAY—SACHS kórszármazási vitájában a következőkben szegezzük le: 1. a tiszta TAY—SACHS esetek bizonyítják, hogy a családi vakságos idiotiát az idegrendszer izolált heredodegeneratív bántalmaként, jelesen az idegsejtekhez mint ektodermalis individuumokhoz kötött megbetegedésként kell felfognunk. 2. a NIEMANN—PICK és TAY—SACHS együttes megjelenését mint két, genotypiásan külön-külön megadott családi örökletes bántalom egymásrarakódását kell értékelnünk, melyek társulásánál talán valamelyes genotypiás affinitás szerepet játszhat.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. márc. 16-án tartott üléséből.)

## NEUE BEITRÄGE ZUR PATHOLOGIE DER FAMILIÄREN AMAUROTISCHEN IDIOTIE.

Von K. SÁNTHA.

Verfasser beschäftigt sich mit den cytopathologischen Veränderungen, der Frage der Ubiquität und Elektivität, der zeitlichen Entwicklung des Prozesses mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Glia und der Markdefekte, wie auch mit der Frage der Pathogenese.

Im gangliozellulären Prozess ist die Quellung als das Primäre anzusehen. Der Degenerationsprozess zeigt eine absolute Ubiquität, die intramuralen Sympathicuszellen miteinbegriffen, gleichzeitig aber auch eine streng gangliozelluläre Elektivität. Die Markdefekte sind keine Markhemmungen, sondern Markdegenerationen, verursacht durch Nervenzelluntergang. Die Beteiligung der Glia im Prozesse ist nur sekundär. Pathogenetisch ist der *Tay-Sachs* nicht als Teilerscheinung des *Niemann-Pick*, sondern als eine selbständige gangliozelluläre Heredodegeneration aufzufassen.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. März. 1931.)

# A NORVÉG LAPPOK FÖLDJÉT BORÍTÓ ERDŐK NÖVÉNYSZOCIOLÓGIAI ÉS TALAJTANI VISZONYAI.

A magy. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növénytani  
Intézetéből.

FEHÉR DÁNIEL-től.

## 1. Bevezetés.

(Általános földrajzi, klimatológiai és geológiai viszonyok.)

Norvégia közel  $7\frac{1}{2}$  millió hektárt kitevő erdőségeit a norvég erdészeti kísérleti állomás hat felügyeleti körzetre osztotta fel. Miután a távolság az ország legdélibb és légészakibb határpontja között kb. 1700 km-t tesz ki és az ország kedvezőtlen geológiai alkata és gyér lakossága következtében a közlekedés Nidarostól<sup>1</sup> északra csak a parti hajózással bonyolítható le, egy-egy ilyen vizsgálati, illetve kísérleti kerület csak minden hatodik évben kerül sorra. A legészakibb körzetet alkotja a norvég Lappföld. 1930. nyarán a norvég földművelési kormány és a norvég erdészeti kísérleti állomás kitüntető meghívása folytán abba a szerencsés helyzetbe jutottam, hogy dr. VARGA LAJOS egyetemi magántanár és a növénytani intézet egyik tanársegédének társaságában ezen hatodik körzet erdőségeinek tanulmányozására kiküldött expedíció-jellegű tanulmányúton résztvehettem. (Lásd I., II. és III. sz. tábla és 1. sz. táblázat.)

A norvég lappok földjét a norvég hivatalos nomenklatura «Finmarken» névvel jelöli. A norvég nyelv ugyanis a lappokat «finn», a finneket pedig «kvännen» névvel jelöli. Csak röviden akarok

<sup>1</sup> Trondhjem ősi norvég neve.

## 1. Táblázat. — Tabelle 1.

*Az expedició útjának időrendi és távolsági kimutatása.  
Zeit- und Entfernungsangaben der Expedition.*

Datum			Km
VII. 10.	Hammerfest—Alta	Motorcsónak — Motorboot	90
VII. 10—14.	Alta (Bossekop)	Tábor — Lager	—
VII. 15—19.	Eibydal (16-án Käfjord Matthisdal)	Tábor — Lager	—
VII. 19.	Alta—Hammerfest	Motorcsónak — Motorboot	90
VII. 20.	Hammerfest—Honningsvag— Hanbukt	Gőzhajó — Dampfschiff	230
VII. 21.	Hanbukt—Skoganvarre— Raste-Luobbal	Auto	20
VII. 22—23.	Raste-Luobbal	Tábor — Lager	—
VII. 24.	Raste-Luobbal—Karaszjok	Gyalogút — Fussweg	20
VII. 25.	Karaszjok—Asebakte	“ “	10
VII. 26—31.	Asebakte (31-én Karaszjok)	Tábor — Lager	10
VIII. 1—2.	Karaszjok—Fjeldstue (Tana) —Sirma	Csónak — Ruderboot	125
VIII. 2.	Sirma	Éjjeli szállás—Nachtquartier	—
VIII. 3.	Sirma—Nuorgam—Polmak	Csónak — Ruderboot	25
VIII. 3.	Polmak—Polmakvandet	Auto	10
VIII. 4—7.	Polmakvandet	Tábor — Lager	—
VIII. 7.	Polmakvandet—Polmak	Auto	10
VIII. 8.	Polmak—Nesseby	Evezőscsónak — Ruderboot	20
VIII. 9—14.	Nesseby—Bergeby	Auto	25
VIII. 15.	Bergeby	Tábor — Lager	—
VIII. 15.	Bergeby—Vadsö	Auto	35
VIII. 15.	Vadsö—Kirkenes	Hajó — Dampfschiff	40
VIII. 15.	Kirkenes—Elvenes	Autó	10
VIII. 15.	Elvenes	Tábor — Lager	—
VIII. 16.	Elvenes—Svanvik	Auto	60
VIII. 17—18.	Svanvik	“	—
VIII. 19.	Svanvik—Salmijärvi— Iläluostari	“	—
VIII. 20.	Iläluostari	“	—
VIII. 21.	Iläluostari—Salmijärvi— Pitkajärvi—Ivalo	“	380
VIII. 22.	Ivalo—Sostankyle—Rovaniemi	“	—
VIII. 23.	Rovaniemi—Kemi	Vonat — Eisenbahn	90
VIII. 24.	Kemi—Simo—Raana— Podasjärvi—Taivalkoski	Auto	—
VIII. 25.	Taivalkoski—Poulanka— Kontiomäki	“	410
VIII. 25.	Kontiomäki—Koli	Vonat — Eisenbahn	—
VIII. 26.	Koli—Jonessum—Elisenvaara	“ “	410
VIII. 27.	Elisenvaara—Punkaharju	“ “	50
VIII. 28.	Punkaharju—Savonluma— Viipuri	“ “	160
VIII. 29.	Viipuri—Rajvola—Viipuri	“ “	140
VIII. 29.	Viipuri—Helsinki	“ “	280
VIII. 30.	Helsinki	“ “	—
VIII. 31.	Helsinki—Turku	“ “	150
	Összesen — Zusammen		2900

itt rámutatni arra, hogy a finnek felfogása szerint a «Finmarken» név ennek a területnek a finn őslakosságára vezethető vissza és ők a norvégeket bevándorlóknak és a területet történelmi és etnografiai jogon ma is finn területnek tekintik. Közép-Európában szinte ismeretlen az a mélyreható ellentét, amely e között a két északi nép között fennáll, s csakis a gyér lakosságra és a klíma-előidézte nyugodt temperamentumra vezethető vissza az a körülmény, hogy az ellentétek mindezideig nyíltan ki nem robbantak.

Maga «Finmarken» a szigeteket is beleszámítva, az északi szélesség  $71^{\circ} 10' 21''$  és  $68^{\circ} 33' 48''$  között fekszik. A turisták számára a *Nordkapot*  $71^{\circ} 10' 21''$  mutatják be, mint az európai kontinens legészakibb csúcsát. Ez azonban téves. A *Nord-Kap* ugyanis sziget. Az európai szárazföld legészakibb része a *Nordkyn*, a  $71^{\circ} 8' 1''$  északi szélesség és a Greenwich-től számított keleti hosszúság  $27^{\circ} 40' 9''$ -e alatt.

A norvég Lappföld az úgynevezett «Finmarken» területe  $74,810 \text{ km}^2$ . Ebből  $922,5 \text{ km}^2$  esik a szigetekre, a többi szárazföld.

A szárazföld belseje középhegység. Legmagasabb csúcsa a norvég hivatalos adatok szerint az  $1166 \text{ m}$  magas Oksfjordjokelen. A tartomány belsejében pedig egyik legmagasabb csúcs a Rastegaisa  $1047 \text{ m}$ . Tekintettel a különleges klimatikus viszonyokra és a messze északi fekvésre a  $700 \text{ m}$ -on felüli hegyek legtöbbször már örök hó borítja. A hóhatár egyébként a nyári nagy hőingadozások következtében nagyon változó. Pl. Alta mellett ( $70^{\circ}$  szél. fok alatt) Talvikban 1879. júl. 14.-én  $35 \text{ m}$ -re a tenger színe felett is volt az északi fekvésekben hó. Az ország belső hideg és északibb fekvésű helyein nyáron  $300 \text{ m}$ -nél kezdődik a hóhatár.

A Golfáram hatására a tengeröblök sohasem fagynak be, de az ország belsejében a kontinentális hatás nagyon erősen érvényesül és a hideg szibériai méreteket ér el.

De mindennek dacára nem szabad felednünk, hogy ezeken a szélességi fokokon, ahol még az erdő jól tenyészik belső Oroszországban már a terméketlen tundra területek foglalnak helyet.

A jellemző éghajlati adatokat a norvég meteorológiai intézet hivatalos adatai alapján a 2., 3., 4. és 5. sz. táblázat mutatja, összehasonlítva néhány magyar adattal. Ezek a táblázatok világosan mutatják a tenger hatását és a feltűnő kevés csapadékot

az ország belsejében. Alig 50 %-át éri el a tengerparti állomások csapadékának. Dacára ennek, ezek a területek talajtanilag a podsol területekhez tartoznak és klímájuk humid, miután az évi középhőmérséklet  $0^{\circ}$  alatt van, a párolgás rendkívül kicsi és azonfelül ezt a több hónapig tartó éjjel is fékezi. Ezért a terület nagy részét lápok borítják és az erdők talajában dominál a nyers humusz képződése.

Az ország rész geológiája ma még alig ismeretes. 1930-ban kezdték meg a részletes vizsgálatot. Általában az alapkőzet: gránit, sericit-pala, kristályos-pala és homokkő. A gleccserek elvonulása után kialakult a termőtalaj és az ú. n. fluvioglaciális másodlagos üledékek keletkeztek, amelyek közül a legjobban el van terjedve a homok, míg az agyag és a kavics már sokkal ritkábbak. A folyóvölgyekben alluviális homoktalajok vannak.

A tőzeglápok nagy területeket foglalnak el. De az ország rész részletes felmérése még hiányzik és a meglevő vezérkari térképek túlnyomó része csak vázlat jellegével bír. Az egész terület hihetetlenül primitív kultúrállapotban van, főleg a tartomány belseje. A nagyobb települések *Hammerfest*, *Honningsvag*, *Vadső*, *Vardő* és *Kirkenes* a tengerpart mellett vannak. Az utóbbi a vasbányászatból, a többi halászatból él. A tartomány belsejében tulajdonképpen csak két nagyobb település van: *Karasjok* és *Kautokeino*. Mind a kettőt leginkább lappok lakják. Úthálózat nincsen. Mindössze a nagyobb települések közvetlen környékén és Vadső és a Tana folyó között vannak kiépített utak. A Porsangerfjord-tól befelé a Karasjok irányában most építik az utat. Ezen a téren a finnnek, akiknek Petsamótól Helsinkig kitűnően megépített útjaik vannak, messze megelőzték a norvégeket. A tartomány belsejében tehát a közlekedés nyáron gyalogösvényeken, a folyókon csónakon, télen pedig rénszarvasok által vont szánokon megy végbe. Azért az expedíció is úgyszólván egész idő alatt sátrakban lakott.

Finmarken tulajdonképpen minden részében erdővel borított terület. Csak ott, ahol a klimatikus viszonyok horizontális és vertikális irányban a határt megszüntetik, végződik az erdő.

Az erdők területét pontosan nem ismerik. Csak az értékesebb erdei fenyveseket kezdték felvenni vonalas becsléssel. A legutolsó hivatalos adatok szerint 430,860 ha-t borít az erdő, amelyből 87,843 ha esik az erdei fenyőre, 343,017 ha a nyírre és a többi elszórt alárendeltebb jelentőségű lombfára.

Ennek a hatalmas erdőterületnek növényészeti és termő-

helyi viszonyai ma még felkutatva nincsenek. A norvég erdészeti kísérleti állomás most járta be először őket és egyelőre csak a kísérleti területek kijelölésére és a fatömeg felvételére fektették a fősúlyt.

Számomra a tanulmányút hármast célzott. Mindenekelőtt helyszíni vizsgálatokkal akartam tanulmányozni ezen biológiai és ökológiai szempontból annyira különleges fekvésű erdők vegetációs viszonyait. De másrészt a tanulmányút különleges célja abban állott, hogy szoros kapcsolatban az eddig végzett talaj-savanyúsági vizsgálataimmal, ezt a kérdést a podsol talajon nőtt, és savanyú humusszal borított erdők talaján a nyári kritikus időszakban tanulmányozhassam.

Ez utóbbi cél érdekében és azért, hogy eredményes összehasonlító vizsgálatokat végezhessenek, hazatérőben a finn erdészeti kísérleti állomás támogatásával ezen vizsgálataimat Finnország fontosabb erdőtípusaiban az ország legészakibb csücskétől a finn tengeröböl is folytathattam.

## 2. Finmarken általános növényföldrajzi és ökológiai viszonyai.

Mielőtt az erdőtípusok részletes vizsgálatára rátérnék, először ismertetni óhajtom ezen terület növénytakarójának legfontosabb virágtalan és virágos növényeit, továbbá a fontosabb fajok horizontális elterjedési határait.

A növényzet összehasonlításánál a saját felvételeimen kívül még felhasználtam ellenőrzésül NORMANN erdőmester *Norges Arktiska Flora* c. munkáját, amely bár kissé elavult és alapos kiegészítésre szorul, mégis az egyedüli tájékoztató ezen a nagy területen. Újabb felvételek teljesen hiányzanak.

A fontosabb fajok és azoknak horizontális elterjedési határai a következők;

A fák két nagy régiót alkotnak. A 70° szélességi fokig az erdei fenyő és nyír elegyes erdők tartománya és innét a *Betula odorata* régiója.

1. *Pinus silvestris*. Legészakibb összefüggő erdőállomány Elvebakken Alta mellett a 70°-on van. Elszórt példányokban



2. Táblázat. — Tabelle 2.

*Évi maximumok és minimumok. — Jahres Temperaturmaxima und Temperaturminima.*

Állomás neve	Name der met. Station	Kautokeino 1889—1892	Karasjok 1877—1893	Sydvaranger 1871—1892	Vardö 1841—1890	Berlevagg 1883—1886
Az északi szélesség — — — —	Nördl. Breite — — — —	69°	69°28'	69°40'	70°22'	70°50'
Keleti hosszúság Greenwichtól	Länge ö. Greenwich — —	23°3'	25°35'	30°10'	31°8'	29°9'
Tengerszínfeletti magasság —	Höhe ü. Meeresspiegel — °	264	131	20	10	5
Az évi középhőmérséklet legmelegebb napja — — — —	Der heisseste Tag nach Jahresmitteltemperatur	12·1	12·8	12—	9·4	9·8
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	július 26	július 26	július 31	augusztus 8	augusztus 8
Az évi középhőmérséklet leghidegebb napja — — — —	Der kälteste Tag nach Jahresmitteltemperatur	—14·7	—16—	—12·1	—6·2	—6·4
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	február 5	január 10	február 10	február 13	február 14
A megfigyelt legmagasabb hőmérséklet — — — —	Der beobachtete höchste Temperaturgrad — — —	26·8	31·1	30·8	25·8	—
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	1894 július 6	1893 június 29	1873 július 28	1878 június 20	—
A megfigyelt legalacsonyabb hőmérséklet — — — —	Der beobachtete niedrigste Temperaturgrad — — —	—46·6	—51·4	—40·2	—21·6	—
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	1893 február 10	1886 január 1	1881 január 16	1876 január 2	—

2. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Állomás neve	Name der met. Station	Gjaesvaer 1877—1892	Fruholmen 1867—1876	Kistrand 1876—1892	Alta 1871—1892	Sopron 1927—1930
Az északi szélesség — — — —	Nördl. Breite — — — —	71°6'	71°6'	70°26'	69°58'	47°41'
Keleti hosszúság Greenwichől	Länge ö. Greenwich —	25°22'	23°59'	25°15'	23°15'	16°35'
Tengerszínfeletti magasság —	Höhe ü. Meeresspiegel —	7	16	10	13	233·52
Az évi középhőmérséklet legmelegebb napja — — — —	Der heisseste Tag nach Jahresmitteltemperatur	10·8	10·5	11·8	12·5	28·7
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	aug. 6	aug. 7	aug. 3	július 30	július 24 1930
Az évi középhőmérséklet leghidegebb napja — — — —	Der kälteste Tag nach Jahresmitteltemperatur	—4·4	—3·5	—7·5	—8·7	—22·3
Annak időpontja — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	február 19	február 23	február 12	február 14	február 11 1929
A megfigyelt legmagasabb hőmérséklet — — — — —	Der beobachtete höchste Temperaturgrad — — —	30·0	28—	27—	29·5	34·8
Annak időpontja — — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	1886 július 18	1869 június 17	1876 július 3	1872 július 11	1929 július 24
A megfigyelt legalacsonyabb hőmérséklet — — — — —	Der beobachtete niedrigste Temperaturgrad — — —	—19·5	—17—	—25·7	—30·5	—28—
Annak időpontja — — — — —	Dessen Zeitpunkt — — —	1881 március 21	1868 január 24	1893 január 2	1893 február 10	1929 február 11

## 3. Táblázat. — Tabelle 3.

Csapadék milliméterekben. — Niederschläge  $\frac{mm}{m}$ .

Állomás — Station		Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December	Évi csapadék	Megfigyelési évek Beobachtungszeit
Neve: — Name	Tengerszínfeletti magassága														
Alta _ _ _ _	10	20—	18—	16—	12—	14—	20—	50—	47—	30—	29—	25—	22—	303	1871—1902
Kautokeino _	264	16—	13—	12—	10—	21—	31—	55—	54—	30—	24—	20—	14—	300	1899—1902
Gjaesvaer _ _	7	55—	55—	61—	40—	32—	40—	47—	53—	76—	79—	66—	63—	669	1883—1902
Karasjok _ _ _	129	22—	18—	18—	16—	31—	45—	79—	73—	47—	38—	29—	22—	438	1877—1885, 1889—1902
Vardó _ _ _ _	10	50—	45—	41—	34—	27—	38—	51—	56—	74—	80—	69—	60—	625	1890—1902
Sydvaranger	20	17—	15—	17—	15—	18—	34—	60—	50—	42—	36—	26—	21—	351	1871—1902
Sopron _ _ _ _	233·52	36—	32·7	36·02	58·72	64·1	72·17	69·57	78·05	67·25	59·62	69·15	37·75	681·10	1927—1930
Királyhalom	—	34·5	25·4	1·3	51—	55—	96·9	43—	25·7	33·2	29·2	67·2	16·9	479·3	1929
	Höhe ü. M.														

4. Táblázat. — Tabelle 4.

Havi hőmérsékleti maximumok és minimumok 1841–1890.  
 Temperaturmaxima und Minima nach Monatsmitteldaten 1841–1890.

Hónap — Monat	Kautokeino		Alta		Fruholmen		Gjaesvaer		Karasjok	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Január	-2.3°	-34.3°	-3.8°	-22.2°	-5.3°	-11.4°	-4.5°	-13.0°	-0.2°	-41.0°
Február	-0.7°	-34.7°	-3.8°	-22.4°	-4.7°	-11.4°	-4.4°	-12.9°	-0.3°	-40.8°
Március	1.6°	-31.14°	+5.1°	-20.0°	4.8°	-10.0°	4.7°	-12.0°	3.3°	-34.9°
Április	5.8°	-24.0°	+7.3°	-14.7°	6.9°	-8.2°	6.5°	-9.0°	7.6°	-25.5°
Május	14.5°	-8.0°	+13.9°	-6.7°	11.7°	-3.6°	13.3°	4.1°	13.8°	-10.2°
Június	21.4°	+0.9°	20.4°	+0.6°	20.7°	+1.4°	20.0°	+0.3°	23.0°	-1.4°
Július	22.4°	0.0°	23.8°	+4.0°	20.8°	5.0°	22.1°	+3.0°	24.0°	+0.8°
Augusztus	19.4°	1.1°	21.6°	2.2°	17.7°	4.1°	21.7°	3.5°	21.9°	+1.0°
Szeptember	13.0°	-6.9°	15.0°	-2.0°	14.2°	-0.1°	14.1°	-0.5°	10.4°	-6.3°
Október	8.5°	-21.7°	9.8°	-12.0°	9.2°	-3.4°	9.5°	-5.6°	9.0°	-22.7°
November	2.4°	-30.0°	-5.4°	-18.0°	-5.6°	-7.8°	-5.9°	-9.8°	-3.4°	-32.5°
December	-0.7°	-31.2°	-4.0°	-21.1°	-4.7°	-11.8°	-4.6°	-11.1°	-1.8°	-38.7°

4. Táblázat. (Folytatás.) — Tabelle 4. (Fortsetzung.)

Hónap — Monat	Kistrand		Berlevagg		Vardø		Sydvaranger		Sopron	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Január	-2.7°	-17.2°	-1.5°	-19.5°	-1.5°	-14.7°	-1.4°	-28.6°	2.6	-2.3
Február	-2.8°	-16.0°	-3.0°	-15.6°	-1.8°	-14.2°	-1.2°	-29.7°	2.8	-5.3
Március	3.3°	-14.4°	4.1°	-15.5°	2.7°	-12.7°	4.1°	-25.6°	10.9	2.3
Április	6.3°	-9.7°	3.5°	-11.9°	4.9°	-9.5°	6.8°	-18.7	15.2	5.4
Május	12.4°	-4.3°	8.1°	-8.9°	9.0°	4.8°	13.0°	8.9°	19.1	8—
Június	19°	0.6°	16.2°	+1.5°	14.9°	0.4°	21.8°	0.5°	26.1	12.9
Július	21.0°	4.0°	20.6°	+2.1°	17.8°	2.4°	24.8°	2.6°	25.4	13.1
Augusztus	19.2°	4.0°	18.2°	1.0°	16.4°	3.5°	21.5°	2.5°	23.4	12.7
Szeptember	10.7°	-0.1°	14.2°	-6.6°	12.9°	-0.2°	15.0°	-3.0°	21.2	11—
Október	8.3°	-7.5°	—	—	7.0°	-6.0°	9.3°	-12.5°	14.3	5.5
November	-4.2°	-12.1°	-5.0°	-12.°	-3.5°	-10.0°	-3.1°	-21.5°	11.3	2.9
December	-3°	-15.7°	-3.5°	-16.9	-2.0°	-12.7°	-1.2°	-26.3°	2—	-1.4

1927–1930

5. Táblázat. — Tabelle 5.

Normal hőmérséklet (C°) 50 évi átlagban 1841–1890-ig.  
Normaltemperatur nach Mitteltemperaturen von 50 Jahren.

Hónapok	Kautokeino	Karasjok	Sydvaran-ger	Vardö	Berlevagg	Graesvaer	Fruholmen	Kistrand	Alta	Sopron	Király-halom 1929
Január	-14.5	-15.8	-10.7	-5.6	-5.8	-3.6	-3.1	-6.5	-8.0	-0.5	0.28
Február	-14.7	-15.0	-12.0	-6.2	-6.4	-4.3	-3.4	-7.5	-8.7	-2.2	-10.1
Március	-12.0	-10.8	- 8.3	-4.9	-4.9	-3.4	-3.2	-5.4	-6.3	4.7	5.9
Április	- 6.2	- 4.2	- 2.9	-1.8	-2.0	-0.9	-0.9	-1.6	-1.5	9.3	7.7
Május	1.8	2.6	2.1	1.4	1.4	2.7	2.8	2.8	3.4	13.3	17.6
Június	8.4	9.1	7.9	5.6	6.2	6.9	6.5	7.9	8.8	17.8	19.3
Július	11.9	12.5	11.5	8.6	9.1	10.0	9.4	11.1	12.1	20.1	21.8
Augusztus	10.6	11.3	11.4	9.2	9.6	10.4	9.9	11.1	11.8	19.5	23.2
Szeptember	4.7	5.6	6.6	6.3	6.4	6.6	6.7	6.7	7.0	16.2	16.9
Október	- 1.6	- 2.2	- 0.1	-1.5	-1.4	-2.0	-2.5	-1.1	-0.0	10.5	13.9
November	-10.2	-10.3	- 6.4	-2.3	-2.5	-1.6	-0.7	-3.8	-4.8	6.6	7.2
December	-14.3	-15.8	-10.3	-4.4	-4.8	-3.2	-2.5	-5.7	-7.7	-0.1	2.5
Évi középhőmérséklet	- 3.2	- 2.8	- 0.9	-0.6	-0.6	-1.8	-2.0	-0.8	0.5	(1927–1930) 9.6	(1929) 10.46
Azon napok, amelyeken a napi középhőmérséklet 0° alul volt	218	209	200	189	190	175	168	187	189	—	—
Fagyos napok száma átlagban	243	238	222	205	205	188	—	206	206	—	—

azonban messzebbre felhatol észak felé. A legészakibb egyedeket Kistrand vidékén (Porsanger-fjord)  $70^{\circ}21'$  találjuk. Vágásfordulója 200—250 év.

Újabbban a természetes újulása nagyon nehéz. Nemesak a magas nyers humuszréteg akadályozza ebben. A fóok az utolsó pár évtizedben megfigyelt fokozatos hidegülése a klímának. Ezért részben a mag nem tud beérni, részben pedig az erdők talaja nem tud annyira felmelegedni, hogy a csirázás a tél beállta előtt meginduljon és a fiatal csemete eléggé megerősödjön.

2. *Picea excelsa*. Ez a fafaj a norvég Lappföld területén nagyobb összefüggő erdőket nem alkot. Kautokeino vidékén már sűrűbben jelentkezik, de előfordul Karasjok vidékén is. Legészakibb előfordulása Svanvik,  $69^{\circ}27'$ .

(A Karasjok és Svanvik melletti példányokat magam is megvizsgáltam. Kétségkívül igazat kell adnom a norvég erdészetnek, akik ezt *Picea obovata*-nak tartják. A toboz alak teljesen e mellett szól. Az ottani felfogás szerint behurcolt magról kikelt egyedekről lehet csak szó. Ezek a fák csoportot alkotnak egy parasztház közelében. Koruk kb. 200 év.)

A kedvező nedvességi viszonyok következtében a lúcfenyő itt vegetatív úton is szaporodik. Legelső hajtásai a földdel érintkezve gyökeret vernek.

*Juniperus communis*. Felmegy a Nordkapig. A nyírfaerdőkben a lápok közelében is megtaláltam.

*Betula pendula* (syn. *B. verrucosa*). Csak Sydvaranger legdélibb részén és Kautokeintól délre jelentkezik.

*Betula pubescens var. odorata*. Ezt a változatot, amely az erdő régió északi horizontális határán az erdők zömét alkotja, a skandináv nomenklatura röviden «*Betula odorata*»-nak nevezi. Ez a fafaj zárja le az erdők legészakibb horizontális határát és a hegységekben ez helyettesíti az erdő határán a *Pinus montana*-t és a *Pinus cembra*-t. Északi termőhelyein cserjére törpül és vegetatív úton tuskósarjakból újítja fel magát. Az őstuskó több száz évig is élél, míg az oldalhajtások 100—200 évnél tovább nem élnek. Még a  $70^{\circ}$  szélességi fokon Alta vidékén 15 m magas és 40 cm-es mellmagassági átmérővel bíró példányt is láttam. A Nordkap alatt  $71^{\circ}9'10''$  szélességi fekvésben még megtalálható.

*Betula pubescens var. nana*. Elterjedése a fentivel egyezik.

A legnagyobb tömegben a tőzeglápokat borítja és a talaj rendkívül nagy savanyúsági fokát  $Ph = 4.3-8$  is elbírja. Mindig alacsony cserje marad. Magas fekvésében kuszó cserje lesz.

*Sorbus aucuparia*. A  $71^\circ$  szélességi fokon már megjelenik és a *B. odorata*-val és a *B. nana*-val zárja le az erdő határát.

*Populus tremula*. A  $70^\circ 58'$ -ig megy fel. Helyenként (pl. Karasjok vidéke) 200 m. t. sz. f. fekvésekben kisebb ligeteket is alkot.

*Alnus incana* a  $69^\circ 30'$ -ig megy fel.

*Prunus padus* északi elterjedési határa  $70^\circ 40'$  a Tana folyó mentén Troldfjord-ban és Kvalöen közelében ( $70^\circ 40'$ ).

*Ribes rubrum* felmegy a  $70^\circ$  fokon felül. Megtaláltam Alta mellett a Mathisdal nevezetű völgyben ca 50 m magasságban a tenger színe felett *B. odorata* erdőben.

*Salix herbacea* L.

*Salix myrsinites* L.

*Salix polaris* WHLBG.

*Salix lapponum* L.

} Az erdő tenyészet vertikális és horizontális határáig el vannak terjedve.

*Salix lanata* L.

*Salix glauca* L.

*Salix nigricans* SM.

*Salix hastata* L.

*Salix bebbiana* SARG.

*Salix pentranda* L.

} Folyópartokon és tavak mellett egészen a nyír régió legfelső határáig felmennek.

*Salix caprea* L. Pontos északi határa nem ismeretes. Alta környékén nyolc méter magas idős példányt identifikáltam.

A következőkben most már az erdők talaját borító növény-asszociációk fontosabb növényeit ismertetem.

### Bryophyta.

*Mnium punctatum*, *Hylocomium splendens* (syn. *proliferum*), *Hypnum Schreberi*, *Dicranum scoparium*, *D. majus*, *D. robustum*, *Polypodium juniperum*, *P. commune*, *P. gracile*, *P. alpinum*, *P. Jensenii*, *Lophozia barbata*, *Dicranum fuscescens* var. *flexicaule*, *Drepanocladus uncinatus*, *Pohlia nutans*, *Mnium cuspidatum*, *M. medium*, *M. stellare*,



*Climacium dendroides*, *Brachythecium salebrosum*, *Br. reflexum*, *Marchantia polymorpha*,

*Sphagnum fuscum*, *S. Warrsdorfii*, *S. teres*, Lápos helyek mentén. *Marchantia polymorpha*. stb.

### Pterydophyta.

*Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. alpinum*, *L. complanatum* és *L. selago*. *Nephrodium filix mas* és *Athyrium f. femina*, *Nephrodium spinulosum*, *Phegopteris dryopteris* és *P. polypodioides*, *Polypodium vulgare*, *Dryopteris lonchitis*, *Onoclea struthiopteris*, *Equisetum silvaticum*, *E. pratense*, *E. fluviatile*. Mindannyian nedves helyeken, főleg folyók és patak völgyeiben.

### Lichenes.

Ezek «Finmarken» legjellemzőbb növényei. A rénszarvastenyésztés következtében gazdasági jelentőségük is rendkívül nagy. A legfontosabbak a *Cladonia* genushoz tartoznak: *Cl. rangiferina*, *Cl. silvatica*, *Cl. alpestris*, *Cl. coccifera*, *Cl. pyxydata*, *Cl. cornuta*, *Cl. gracilis*, *Cl. deformis*, *Cl. crispata*, *Cl. bellidiflora*, *Cl. uncialis*, *Cl. alpicola* azután a *Cetraria islandica*, *C. nivalis*, *Stereocaulon paschale*, *Peltigera canina*, *P. aptosa*, *Nephroma arcticum*, stb.

### Anthophyta.

Tulajdonképpen a nyír és erdei fenyőerdők növényzociológiai összetételében mindössze néhány virágos növényfajta játszik domináló szerepet. A többi már csak kisebb mértékben mint ezeknek kísérője szerepel.

A legfontosabb domináns fajok a következők: *Empetrum nigrum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idaea*, *V. uliginosum*. (A *V. oxycoccus* (*Oxycoccus quadripetala*) csak a tőzeglápokban a *Sphagnum* fajokkal együtt fordul elő.)

*Geranium silvaticum* (a nyír régióban vezérnövény), *Rubus arcticus*, *R. saxatilis*, *R. chamaemorus*, ez utóbbi különösen a tőzeglápokban fordul elő, gyümölcse fontos táplálkozási és kiviteli cikk. Olyan sűrűn növekedik, hogy 1·8 km<sup>2</sup> jó évben 3—4 hl. epret is adhat.

*Cornus suecica*, (rendkívül sűrű, 1 m<sup>2</sup>-en 3000 drb előfordul). *Trientalis europaea*, *Epilobium angustifolium*, *Calluna vulgaris*. Ez a különben nálunk is olyannyira elterjedt növényfaj csak a délibb vidékeken fordul elő. A 70° fokon felül egy esetben sem találtam meg. Mint vezérnövényt csak Svanvik (Kirkenes) vidékén identifikáltam.

*Melampyrum pratense* és *M. silvaticum*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Deschampsia (A.) caespitosa*, *Milium effusum*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Poa nemoralis*, *Triticum violaceum*, *Luzula pilosa*, *Festuca ovina*, *Juncus trifidus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex rigida*, *C. alpina*, *C.*

sparsiflora, *C. capillaris*, *C. heleonastes*, *C. laxa*, *Melica nutans*, *Juncus trifidus*, *Melandryum silvestre*, *Anthriscus silvestris*, *Myosotis silvatica*, *Ranunculus acris*, *Viola biflora*, *Valeriana officinalis*, *Mulgedium alpinum*, *Cirsium heterophyllum*, *Urtica dioica*, *Vicia cracca*, *Trollius europaeus*, *Caltha palustris* (folyók és patakok melletti vizenyős helyeken), *Helianthus peploides*, *Rumex acetosa*, *Alchemilla vulgaris*, *Fragaria vesca* (rendkívül ritka, csak a 69° szélességi fok körül találtam), *Arctostaphylos uva ursi*.

*Az erdő vertikális határán*, továbbá az erdő határon felül lévő fátlan fennsíkokon a már említett fajokon kívül:

*Carex rariflora*, *C. pedata*, *Poa pratensis*, *P. alpina*, *Deschampsia (Aira) caespitosa*, azután a *Cladonia* fajok közül a *C. rangiferina* és *C. alpestris*, *Cetraria islandica* és *C. nivalis*, *Arctostaphylos alpina*, *Gnaphalium alpinum*, *Luzula spicata*, *L. arcuata*, *Juncus trifidus*, *Diapensia lapponica*, *Silene acaulis*, *Sibbaldia procumbens*.

*Az olvadó hó határán*: *Ranunculus glacialis*, *R. pygmaeus*, *Catabrosa algida*.

*Sziklás fennsíkokon és hegytetőkön*: *Rhodiola rosea*, *Viscaria alpina*, *Kobresia (Elyna) scirpina*, *Carex rupestris*, *Dryas octopetala*, *Saxifraga oppositifolia*, *S. cernua*, *S. rivularis*, *S. caespitosa*, *Phyllococe coerulea*, *Andromeda tetragona*, *A. polifolia*, *Rhododendron lapponicum*, *Pinguicula alpina* és néha *Calluna vulgaris*. Ritkábbak: *Stellaria longipes*, *Pedicularis hirsuta*, *Saxifraga stellaris* var. *comosa*, *Carex holostonia* (Alta mellett találtam), *Arenaria sibirica*, *Armeria maritima*, *Arnica alpina*, *Hierochloa alpina*.

*Réteken és vizenyős helyeken*: *Silene acaulis*, *Carex rigida*, *C. alpina*, *C. pulla*, *C. Lachenalii* (= *lagopina*) *C. atrata*, *C. rariflora*, *C. paralella*, *C. capitata*, *C. rotundata*, *C. microglochin*, *C. mischandra*, *C. tenuiflora*, *Deschampsia (Aira) alpina*, *Trisetum spicatum*, *Ballota atropurpurea*, *Juncus triglumis*, *J. arcticus*, *J. biglumis*, *Luzula Wahlenbergii*, *Thalictrum alpinum*, *Petasites frigida*, *Bartschia alpina*, *Pedicularis lapponica*.

*Szárazabb helyeken, az erdőkön kívül*: *Azalea procumbens*, *Pedicularis hirsuta*, *Ranunculus nivalis*, *R. altaicus*, *Saxifraga aizoides*, *S. nivalis*, *S. stellaris*, *Arabis alpina*, *Cerastium alpinum*, *C. cerastioides* (= *trigynum*) *Cochlearia arctica*, *Oxyria digyna*.

Csak tájékozással jegyzem meg, hogy *Normann* szerint a *Nordkap plateau*-ján közel 100 fajta virágos növény tenyészik.

A legnagyobb számban a következők vannak képviselve: *Betula nana*, *Salix myrsinites*, *S. lapponum*, *S. polaris*, *Empetrum nigrum*, *Silene acaulis*, *Saxifraga stellaris*, *S. oppositifolia* és a különböző *Cladonia* fajok.

*Folyó partokon, patak völgyekben és a tavak mentén* a következő fontosabb növényfajok vannak: A már említett *Salix* fajokon és a harasztok és mohok felsorolt fajain kívül: *Spiraea ulmifolia*, *Angelica silvestris*, *Rubus idaeus*, *Rosa cinnamomea*, *Ribes nigrum* (a Pasvikelv vidékén

identifikáltam), *Papaver nudicaule*, *Carex aquatilis*, *Calamagrostis strigosa* és *C. lapponica*, *Veronica longifolia*, *Lathyrus palustris*, *Primula sibirica*, *Crepis nudicaulis*, *Arenaria laterifolia*, *Silene tatarica*, *Chrysosplenium tetrandrum*, *Thalictrum* sp. *Mulgedium sibiricum* (Alta, a Tana folyó mentén és Karasjok környékén találtam), *Polemonium campanulatum* és egyes *Stellaria* fajok.

A norvég lapp föld területét borító *mocsarak és tőzeglápok növényzetének* legfontosabb fajai a következők:

A már ismertetett *Sphagnum* fajok, azután a felsorolt zsurlok és harasztok, *Oxycoccus quadripetala*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, ez utóbbi még 600 m-re a tenger színe fölé is felhatol, *Scirpus caespitosus*, *Carex pauciflora*, *C. chordorrhiza pallescens*, *C. irrigula* és ritkábban *Carex horrida*.

*Rubus saxatilis*, *Nesseby* mellett 200 m a tenger színe felett is megtaláltam. *Eriophorum vaginatum*, *E. alpinum*, *E. angustifolium*, *E. callithrix* (nagyon ritka, csak egy esetben találtam Polmak mellett), *E. misscolium* (nagyon ritka, szintén ott találtam), *Parnassia palustris* (tömegben van), *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Viola palustris*, *Petasites frigida*. Azonkívül ritkábban ugyan, de szorgalmas kereséssel sok helyütt fellelhető a *Drosera rotundifolia* és *D. longifolia*. A *Pinguicula vulgaris* és *P. alpina* és *P. villosa* nagyon gyakoriak. Nagyon jellemző növény még a *Pedicularis sceptrum Carolinum*. Nagy mennyiségben a Polmakvandet partjain mocsaras talajon elterülő *B. odorata* erdőkben leltem. *Saxifraga hirsutus*, *Ranunculus lapponicus*, *Orchis latifolius* és *Platanthera obtusata*, *Veratrum album* és *Helleborus* fajok. A vizekben a közönségesebb növények a következők: *Batrachium heterophyllum*, *Hippuris vulgaris*, *Myriophyllum alternifolium*, *M. spicatum*, *Potamogeton gramineus*, *Utricularia vulgaris*. Az *Isoetes* előfordulása Sydvaranger környékére van korlátozva. A *Phragmites communis* kb. a 69° fok fölött kevéssel kezd a folyók partjain fellépni.

Hogy a kép teljes legyen, felsorolom még a legfontosabb tengerparti ú. n. fővény (strand) növényeket is:

*Cakile maritima*, *Atriplex patula*, *A. hastata*, *Plantago maritima*, (a mi szikeseink egyik legjellemzőbb növénye), *Rumex hippolapathum*, *Triglochin maritima* (nálunk is van a Fertő tavában), *Glyceria maritima*, *G. distans*, *Cochlearia officinalis*, *Silene maritima*, *Stenopetalum maritima*, *Helianthus peploides*, *Lathyrus maritimus*, *Elymus arenarius*, *Carex incurva*, *C. norvegica*, *C. salina*, *C. decinbolliana*, *Juncus compressus*, *J. Gerardi*, *J. balticus*, *Rhodiola rosea*, *Saussurea alpina*, *Angelica archangelica* (syn. *A. officinalis*) 70° fok fölé is felmegy. Kertekben, mint dísznövényt is tenyésztik, Vadsó-ben még gyönyörű példányokat láttam. Az Észak pálmájának nevezik. *Allium sibiricum*, *Gentiana serrata* és *G. involucrata*, *Polemonium pulchellum*, *Conioselinum tataricum*, *Oxytropis campestris*, *O. deflexa*, *Primula sibirica*, *Pr. stricta*.

Végre álljanak itt teljesség kedvéért a legközönségesebb *gyomnövények a művelt területek környékéről*:

*Stellaria media*, *Capsella bursa pastoris*, *Matricaria inodora*, *Cerastium vulgatum*, *Rumex acetosella* (nedves erdőkbe is behatol), *Polygonum aviculare*, *Leontodon autumnalis*, *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale*, *Chenopodium album*, *Silene inflata*, *Carum carvi*, *Galeopsis tetrahit*, *Sinapis arvensis*, *Plantago major*, *Achillea millefolium*, *Trifolium repens*, *Crepis tectorum*, *Artemisia vulgaris*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus arvensis*, *Sinapis alba*, *Trifolium pratense*, *Viola tricolor*, *Agrostemma Githago*, *Vogelia (Neslia) paniculata*, *Heracleum panaces* stb. A gazdasági növények közül a védett folyó völgyekben csak a burgonya és a zab jöhetnek tekintetbe. De már Karaszok-tól északra beérésük nem biztos.

### **III. Az európai erdőtenyészet északi határát képező fafajok magassági elterjedése, továbbá az erdő északi határának kialakulása a szélességi fokok és a tengertől való távolság szerint.**

Amint a bevezetésben mondtam, Észak-Európa erdőségei, különösen az összefüggő erdőállományok határai, amint egyébként ezt a II. sz. tábla is mutatja, messze északra felhatolnak és ugyanazonokon a szélességi fokokon, ahol a szomszédos Oroszországban már az örök tundraterületeket találjuk, Észak-Norvégiát még nyír és nyírfával elegyes erdők borítják. A különböző fontosabb fafajok magassági határait a 6. sz. táblázat mutatja. Ezeket túlnyomó részben a norvég hivatalos adatok alapján állítottam össze, mégpedig a Norvégiát ismertetően összefoglaló Finmarkensamt c. munkának megfelelő kötetében található pontos adatok szerint. Azonban három helyen magam is végeztem pontos erdőhatár méréseket, mégpedig Üsteri-Reinacher-féle hitelesített barometerekkel. Ezeket a fontosabb és karakterisztikusabb adatokat a 6. sz. táblázat mutatja. A 7. sz. táblázat pedig a vertikális erdőhatárokat mutatja és szemlélteti a tengertől való távolság hatását, illetőleg a kontinentális klíma hatását az erdőhatár kialakulásában. Miután az erdőhatárt mindenütt a *Betula odorata* és *B. nana* zárja le, úgy ez a kimutatás egyúttal a két fafajnak az északi horizontális és vertikális határát is adja.

Mindenekelőtt rá kell itt mutatni arra, hogy a nyírfaerdők

6. Táblázat. — Tafel 6.

*A különböző fontosabb fajok magassági határai.  
Die vertikalen und horizontalen Baumgrenzen einiger wichtigen Holzarten.*

Szám — Nr.	Faj — Baumart	A hely — Ort		Tengerszín- feletti magasság Höhe und M. Sp	Kitettség Ex- position	Megjegyzés Anmerkung	
		neve — Name	szélességi fok Breitegrade				
1	Pinus silvestris	Talvik	70°3'	228	—	nach von Buch szerint nach Siljeström szerint Meghatározta: Dr. Fehér D. Bestimmt v. D. Fehér	
	« «	Karasjok mellett	69°28'	312	—		
	« «	Vajamokke njargga	69°27'30"	250	K		
	« «	Jesjarre (Assebakte mellett)	69°27'	220	K		
2	Picea excelsa	Sydvaranger	69°10'				
	« «	Karasjok	69°28'				
3	Populus tremula	Ladnatoaivve	69°36'	326		7—8 m magas fák 7—8 hohe Bäume	
	« «	Kautokeino	69°	464			
4	Sorbus aucuparia	Ladnatoaivve	69°36'	283		Kautókeintől D.-Ny.-ra von Kautokeino S.-W.	
	« «	Ravdovaivve	69°28'	356			
	« «	(Karasjok mellett)					
	« «	Baenatsjokka		440			
5	Prunus padus	« «	69°58'	472			
		« «	Guerdnerjavre	493			
		« «	Ladnatoaivve	69°36'	300		
		« «	Kautokeino	68°58"	362		
6	Betula nana	Talvik	70°3'	837		von Buch szerint nach von Buch	
		« «	«	656			
7	Salix myrsinities	«	«	619		« « «	
8	Vaccinium myrtillus	«	«	482		« « «	
9	Betula odorata	«	«	—		15 m magas és 45 cm átmérőjű is előfordul Hóhatár v. Buch szerint. Schneegegrenze nach v. Buch	
		Alta	69°57'30'				
10	« «	Talvik	70°3'	1073			

## 7. táblázat. — Tabelle 7.

*Vertikális erdőhatárok, szélességi fokok és tengertől való távolságok szerint csoportosítva.*

*Az erdőhatárt mindenütt a Betula odorata és a Betula nana jelzik.*

*Vertikale Baumgrenzen, gruppiert nach Breitengraden und nach den Entfernungen von dem Meere.*

*Die Baumgrenze bildet immer Betula odorata und B. nana.*

Szám Nr.	A hely — Ort		Az erdőhatár Waldgrenze		Távolság a tengertől Distanz v. Meer	Megjegyzés Anmerkung
	neve — Name	szélességi foka Breitengrade	tengerszín f. magassága Höhe ü. M. Sp.	kitettsége Exposition		
1	Storvik	70°42'	175	ÉK NO		
	«	«	207	D S		
	«	«	185	—		Összefüggő erdő Wald
2	Troldfjorden	70°40'	134	DNy SW	A Tanafjord keleti részén O-Seite d. Tanafjord	
	« Larrogorsa	«	138	É N	«	
	« «	«	163	D S	«	
3	Jenloftskogen (Hammerfest mellett) Jenloftskogen (neben Hammerfest)	70°39'	108	—	Az Északi Jegestenger mellett Neben d. Nördl. Eismeer	
4	Blaafjeld	70°33'	229	ÉNy NW	A Laksetfjord DK-i oldalán SO-Seite d. Laksefjord	Lebesbytől D-re S. von Lebesby

5	Syltefjord	70°33'	90	É N	Az Északi Jegestenger mellett Neben d. Nördl. Eismeer	Vardötől ÉNy-ra NW von Vardö
6	« Vesterelven	70°31'	161	K O	Az Északi Jegestenger mellett cca 30 km. Cca 30 Km. neben d. Nördl. Eismeer	
	« «	«	197	D S	«	
7	Skogvik	70°31'	190	—	A Laksefjord DK-i részén SO-Seite d. Laksetfjord	Lebesbytől DK-re SO v. Lebesby
8	Hönsebyfjord	70°31'	274	D S	Sörö-Sund mellett Neben Sörö-Sund	Seiland szigeten Gyfjordtól ÉNy-ra Seiland Insel NW von Gyfjord
	«	«	230	ÉK NO	«	«
9	Gyfjord	70°27'	229	—	«	Seiland szigeten Seiland Insel
10	Vesterdalens	70°26'	241	—	Vagsundet mellett Neben Vagsundet	Noeverfjord közelében Neben Noeverfjord
11	Leirpollen	70°26'	240	—	Tanafjordtól D-re cca 5 km. Cca 5 Km. S v. Tanafjord	
12	Repparfjord	70°25'	204	—	Kvalsund és Sammelsund mellett Neben Kvalsund u. Sammel- sund	Erdő Wald
	«	«	223	—	«	Egyes fák Vereinzelte Bäume



Szám Nr.	A hely — Ort		Az erdőhatár Waldgrenze		Távolság a tengertől Distanz v. Meer	Megjegyzés Anmerkung
	neve — Name	szélességi foka Breitegrade	tengerszín f. magassága Höhe ü. M. Sp.	kitettsége Exposition		
13	Loppen sziget Loppen Insel	70°19' 70°23'	320	—	Az Északi Jegestengerben In d. Nördl. Eismeer	
14	Silden sziget Silden Insel	70°16' 70°23'	320	—	„	
15	Porsa	70°23'	286	—	Vagsund mellett Neben Vagsund	Noeverfjordtól D-re cca 10 km. Cca 10 Km. südlich v. Noever- fjord
	„	„	307	—	„	1 nagy fa 1 grosser Baum
16	Børselv	70°18'	292	—	Porsangerfjord K-i részén O-Seite d. Porsangerfjord	Fa Baum
	„	„	250	—	„	Embermagas fák
17	Simavik	70°15'	257	—	Sörö-Sund mellett Neben Sörö-Sund	Stjernö szigeten Stjernö Insel
18	Storfjeldet	70°13'	120	DK SO		Meghatározta dr. Fehér Dániel Bestimmt v. D. Fehér
19	Stabursness	70°11'	411		Porsangerfjord Ny-i részén W-Seite d. Porsangerfjord	
20	Seidafjeldet	70°10'30"	197	D S	A Varangerfjord ÉNy-i részén NW-Seite d. Varangerfjord	Nyborg közelében Neben Nyborg



21	Reinfjeldet	70°9'40"	163	É N	Varangerfjord ÉK-i részén NO-Seite v. Varangerfjord	Nesseby közelében Nahe zu Nesseby
22	Korsfjeldet	70°9'30"	120—130	DK SO	A Varangerfjord ÉK-i részén NO-Seite d. Varangerfjord	«
23	Holmfjeldet (Suolovarro)	70°9'30"	167	—	«	«
24	Klubfjeldet	70°7'30"	183	—	«	«
25	Sopnes	70°4'	275	DK SO	A Langfjord Ny-i részén W-Seite d. Langfjord	
	«	—	338	—	«	Egyes fák 3 m. magasak Einzelne Bäume 3 m. hoch
26	Gickefjeldet	—	273	ÉK NO	Langfjord mellett Neben Langfjord	Facsoportok Baumgruppen
	«	—	334	«	«	Egyes fák Einzelne Bäume
	«	—	401	DK SO	«	Erdő Wald
27	Harrimaskaidde (Polmak mellett) Harrimaskaidde (neben Polmak)	70°3'10"	276	D S		Meghatározta dr. Fehér Dániel Bestimmt v. D. Fehér
28	Bröskiff	70°3'	423	—	A Langfjordtól DNy-ra cca 6 km. Cca 6 Km. SW v. Langfjord	Egyes fák Einzelne Bäume
29	Alteidet	70°2'	445	—	A Langfjordtól DNy-ra cca 10 km. Cca 10 Km. SW v. Lang- fjord	

Szám Nr.	A hely — Ort		Az erdőhatár Waldgrenze		Távolság a tengertől Distanz v. Meer	Megjegyzés Anmerkung
	neve — Name	szélességi foka Breitengrade	tengerszín f. magassága Höhe ü. M. Sp.	kitettsége Exposition		
30	Melladalen (Alta mellett) Melladalen (neben Alta)	70°1'	546	Ny W	Az Altafjord DK-i részén SO-Seite d. Altafjord	
31	Vasbotnelv	69°57'	322	«	Altafjordtól Ny-ra cca 20 km. Cca 20 Km. W v. Altafjord	
	«	—	394	D S	«	
	«	—	427	«	«	Egyes fák Einzelne Bäume
32	Bugönesfjeldene	69°56'40''	94	—	Varangerfjord DNy-i részén SW-Seite d. Varangerfjord	Embermagas cserje
33	Tverelvdal	69°54'	432	—	Altafjordtól D-re cca 10 km. Cca 10 Km. S v. Altafjord	Alta mellett Neben Alta
34	Gargia	69°48'	401	—	24 km. 24 Km.	
35	Gargia és Ostyokka között Zwischen Gargia u. Ostyokka	—	450	—	32 km. 32 Km.	
36	Jotkajavre	69°46'	486	—		
37	Luovosvarre (Rasteluobal mellett) Luovosvarre (neben Rasteluobal)	69°45'	340	É—ÉNy  N—NW		Meghatározta dr. Fehér Dániel Bestimmt v. D. Fehér

38	Sydvaranger	69°43'	216	—	276 km. 276 Km.	
39	Elvenes	69°42'	95	—	Varangerfjordtól D-re cca 20 km. Cca 20 Km. S v. Varanger- fjord	Sydvaranger mellett Neben Sydvaranger
40	Liktsjajavrre	69°42'	505	—	90 km. 90 Km.	
41	Vesterelvdalen	69°41'	—	—	Altafjordtól D-re cca 35 km. Cca 35 Km. S v. Altafjord	
42	Lodikken és Ladna- toaiive között Zwischen Lodikken u. Ladnatoaiive)	69°40' 69°36'	360	—	36 km. 36 Km.	Szálerdő Samenwald
	'	'	502	—	'	Egyes fák Einzelne Bäume
43	Jesjarre	69°36'	395	—	86 km. 86 Km.	
44	Kautokeino	68°58'	500	—	Altafjordtól D-re cca 120 km. Cca 120 Km. S v. Altafjord	Meghatározta von Buch Bestimmt von Buch
45	Masaalgjavrrre	'	489	—	Az Altafjordtól D-re cca 128 km. Cca 128 Km. S v. Altafjord	
46	Ruktajokka és Cirrajokka között Zwischen Ruktajokka u. Cirrajokka	'	493	—	116 km. 116 Km.	
47	Pirgit	'	483	—	68 km. 68 Km.	

legészakibb elterjedési határa Hammerfest mellett Storvikban van  $70^{\circ}42'$  alatt. Hasonlóképpen nagyon északi, természetesen cserjeszerű állományt találunk még Troldfjordban  $70^{\circ}40'$  alatt. A jelzett táblázatok világosan mutatják, hogy a magas szélességi fekvés az erdőhatárt általában lenyomja és ezenfelül még mutatják az ÉK-en fekvő Varanger-fjordba betörő hideg sarki szeleknek az erdő határát mélyen lenyomó hatását, úgyhogy a Varanger-fjordnál levő erdőhatárok dacára az alacsonyabb szélességi fekvésnek az ide betörő orkászerű sarki szelek hatására erősen le vannak nyomva. Különben is a III. sz. tábla most már világosan mutatja, hogy a norvég Lapp-föld hőmérsékletét jelző nyári izothermák, amelyek Norvégia nyugati partvidékein a magas hegységek következtében alacsony szélességi fokokra szorulnak le, itt az aránylag alacsonyabb hegyekkel borított fennsík hatására hirtelen emelkedést mutatnak és ez az emelkedés okozza egyúttal az erdő- és a fahatároknak olyan nagymérvű eltolódását észak felé. Hogy ez a nyugaton és északnyugaton elvonuló Golf-áram hatására megy végbe, azt ezeknek a nyári izothermáknak esése a keleti oldalakon világosan mutatják. Amint ez a részben hivatalos adatok, részben saját mérések alapján készült összeállítás mutatja, a nyírfa-erdők határa általában a  $+8-9^{\circ}$ -os júliusi izothermák közé esik, azonban elszórt példányokban a *Betula nana* és a *B. odorata* felmennek majdnem a  $+7.5^{\circ}$ -os júliusi izothermáig. Az erdeifenyő határa kb. azonos a  $10^{\circ}$ -os izothermával, azonban elszórt példányokban még a  $+9^{\circ}$ -os izothermánál is megtaláljuk. Hasonlóképpen rendkívül érdekes, hogy a lúcfenyő Svanviknál szintén a  $+9-10^{\circ}$ -os júliusi izothermáig megy fel elszórt példányokban.

Nagy vonásokban tehát megállapíthatjuk, hogy az erdőtenyészet északi határát Európában a  $+8^{\circ}$ -os izotherma jelzi.

Ezenkívül megállapíthatjuk, hogy az erdő vertikális határa a norvég Lappföld területén kereken  $100-150$  m tengerszín feletti magasságban mozog és ezeket az erdőhatárokat részben a szélességi fokok, részben pedig a tengertől, illetőleg a Golf-áramtól való távolság is befolyásolja. A 7. sz. táblázat adatai szerint a legalacsonyabb erdőhatárt Silkefjordban mérték,  $90$  m tengerszín feletti magasságban, a legmagasabbat pedig Alta mellett Meddelandenben,  $546$  m magasságban.

Az erdőhatárok kialakulását egyébként helyi tényezők : a talajok és a nedvességi és klímaviszonyok annyira befolyásolják, hogy a részletekre vonatkozólag határozott törvényszerűségeket megállapítani nem lehet. Az azonban kétségtelen, hogy a júliusi izotherma lefolyása nyilvánvaló befolyást gyakorol rá.

#### IV. A lappföldi erdőtypusok.

A norvég Lappföld erdőségeinek ökológiai, növényzozociológiai és erdőgazdasági viszonyai ma még úgyszólván teljesen ismeretlenek. NORMANN után úgyszólván senki sem foglalkozott velük, hiszen még az erdészeti kísérleti állomás kutató munkássága is tulajdonképpen csak ezzel a mostani úttal vette kezdetét. Azonban a szomszéd finn Lappföld legészakibb részeit KUJALA már a legutóbbi években behatóan feldolgozta. Miután ez az ú. n. Petsamo területig a 69°58'-ig terjed, úgy kétségkívül világos, hogy KUJALA vizsgálatainak eredményei az általam megvizsgált terület viszonyai szempontjából is értékes útmutatásul szolgálnak.

A norvég Lappföld erdőtípusaival tulajdonképpen előttem senki sem foglalkozott, sőt még az általános növényföldrajzi viszonyokról is csak annyit tudunk, amennyit NORMANN-nak behatónak egyáltalában nem bizonyult vizsgálatai elének tárnak. Ezek az őserdőszerű területek tehát még felkutatásra várnak és természetesen az én munkám sem képezheti az erdőtypusoknak teljes felderítését és ezen a téren inkább csak az első úttörő műveleteknek kell ezt tekintenünk.

Nagyon közel dolgozott Finmarkenhez FRIES, aki Észak-Svédországban végzett munkálatai kapcsán Tromsö vidékén is dolgozott. Azonban a norvég NORDHAGEN 1927-ben csak a 63. szélességi fokig végzett vizsgálatokat, úgyhogy természetesen az ő munkái, amelyek a *ph*-értékek vizsgálatára is kiterjedtek, csak nagyon kevésbé irányadók az én kutatásaim számára.

Félreértések elkerülése végett mindjárt itt meg kell állapítanom, hogy feladatomban az expedíció kapcsán nem abban láttam, hogy itt pontos növényzozociológiai vizsgálatokat végezzek, hanem ezzel ellentétben elsősorban inkább arra fektettem a fősúlyt, hogy mint első kutató ezen a nagy területen a főbb erdőtypusokat álla-

píthassam meg, elsősorban erdőgazdasági szempontból. A növényzet meghatározásánál tehát csak addig mentem el, amíg ezeknek felvétele az erdőtípusok pontos meghatározása és körülírása céljából szükséges volt és hogy célomtól el ne térjek, a kevésbé fontos, vagy a típusokra nem annyira jellemző növényzet pontos feljegyzését, megfigyelését és meghatározását rendszerint már csak kivételesen vettem figyelembe.

A CAJANDER-féle erdőtípusok, hangsúlyoznom kell, nem állandóak és nem is kifejezői a talajminőségek. Ezeknek az erdőtípusoknak elsősorban erdőgazdasági jelentősége van és alatta azt a növényasszociációt értik, amely a talaj, a klíma és a fafaj együttes kölcsönhatására az állományok vágásra érett korában valamely erdőterületen kialakult. Vagyis ugyanaz az asszociáció, ugyanaz az erdőtípus a klíma és a fafaj kombinációjának hatására másféle talajon is kifejlődhetik.

Felvételeimet úgy eszközöltem, hogy az erdő általános bejárása után nagyobb 1—2 kat. holdnyi próbaterületet vettem alapul, amelyről rendszerint nyolc-tíz 2—3 m<sup>2</sup>-es próbaterületről határoztam meg a növényeket az előbb mondottak értelmében egészen addig, amíg ezeknek ismerete és egymáshoz való kölcsönös viszonya az erdőtípusok besorozása szempontjából szükséges volt.

Elsősorban megállapítottam tehát a besorozás szempontjából fontos ú. n. vezér- vagy domináns fajokat, azután azokat, amelyek elszórtan, gyakrabban vagy elvétve találhatóak a próbaterületeken, de ezek közül természetesen csak azokat, amelyeknek előfordulása az erdőtípus karakterisztikumához és meghatározásához hozzátartozik. A magasságot mindig Usteri-Reinacher-féle barométerrel mértem, míg a kitéettséget bányászkompasszal határoztam meg.

A talajsavanyúság meghatározására helyenkint mélységi próbákat végeztem, helyenkint pedig a különböző asszociációk alól vettem talajt. Az általános meghatározás céljából rendszerint a nyershumusz-réteg eltávolítása után 8—10 cm mélységből vettem különböző helyekről a próbát, különböző asszociációk alól. Ezeket jól összekevertem, hazahoztam és itthon elektrometrikus úton chinhydron elektródával megvizsgáltam. Itt mindjárt meg kell jegyeznem, hogy amint AALTONEN vizsgálatai mutatják, aki az északi talajokon végzett beható vizsgálatokat, a talajpróbák hosz-

szabb ideig való állása még több hónapi megőrzés alatt sem okoz lényeges változásokat a *ph*-értékek kialakulásában. Ebből a szempontból tehát, minthogy az én vizsgálataimnál a legidősebb *ph* meghatározásra szolgáló próbák sem voltak 10 hétnél idősebbek, a megőrzés és szállítás alatti *ph* változásokkal számolnunk nem kell.

A saját vizsgálataim ismertetése előtt most már röviden KUJALA erdőtípusait ismertetem anélkül azonban, hogy részletesen felsorolnám ezeknek növényzetét, hiszen ezeket KUJALA az irodalomban nagyon behatóan ismertette és így utalok az ő munkáira.

### A) Nyírfa régió.

Erdei fenyő vagy hiányzik, vagy csak elszórtan található.

#### 1. *Vaccinium-Cladonia* typus (V. Cl. T.)

Vezérvénei: *Vaccinium vitis idaea*, *Empetrum nigrum* és a különböző *Cladonia*-fajok, főleg a *Cl. alpestris*, *Cl. silvatica*, *Cl. cornuta*, *Cl. pyxidata*, *Cl. bellidiflora* stb. és a *Stereocaulon paschale*. A kevésbé domináns növények között viszont a következők fordulnak elő: *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Arctostaphylos alpina*, *Lycopodium alpinum* L. *complanatum*, *Polytrichum juniperum*, *Trientalis europaea*, *Solidago virgaurea*, *Festuca ovina* és *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Pohlia nutans*.<sup>2</sup>

#### 2. *Myrtillus Cladina*-typus (M. Cl. T.).

Rendkívül hasonlít az első typushoz, de mégis határozottan megkülönböztethető, miután benne a *Vaccinium vitis idaea* helyét a *V. myrtillus* foglalja el. Azonfelül gazdagabb mohokban (*Hypnum Schreberi*, *Dicranum* és *Lophozia*-fajok).

Hasonlóképpen gazdagabb a zuzmó vegetációja is, amelyben a *Cladonia silvatica* és a *Cl. rangiferina* szintén fokozottabb mérvben érvényesülnek.

<sup>2</sup> A növényeknél a skandináv és finn nomenklatura helyett az ENGLER-féle elnevezéseket használtam JÁVORKA könyvét is figyelembe véve. A típusok elnevezésénél azonban meghagytam az eredeti finn nomenklaturát.



### 3. *Vaccinium-Empertum-Myrtillus-Cladina-typus* (V. E. M. Cl. T.).

Hasonlít az 1. typushoz. Jellemző sajátása, hogy benne az *Empertum*, a *Vaccinium myrtillus*, a *V. vitis idaea* és a *Cladonia* fajokon kívül fokozottabb vezetőszerkezethez jut. Hasonlóképpen jobban elterjedt a *Linnaea borealis* és gyakoribb az *Aira flexuosa*. A mohok közül a *Dicranum*-fajok, a *D. fuscescens* var. *flexicaule* és a *Hypnum Schreberi* dominálnak. Viszont a zuzmók közül a *Cladonia rangiferina* és a *Cl. silvatica* mint a *Cl. alpestris*vel egyenlő rangúak szerepelnek.

### 4. *Cornus-Myrtillus-typus* (Co. M. T.).

Jellemző rája a *Cornus suecica* és a *Melampyrum pratense* domináns szerepe. A *Solidago* és a *Trientalis* csak kisebb jelentőségűek maradnak.

A moha-vegetációt különösen a *Dicranum fuscescens*-nek a *D. majussal* szemben való háttérbe szorulása jellemzi. Azonkívül jellemző a *Hylocomium proliferum* fellépése a *Hypnum (Pleurozium) Schreberi* mellett. A *Polytrichum juniperumot* viszont a *P. commune* szorítja ki. A zuzmó flórára jellemző a *Peltigera aphthosa*, a *Nephroma arcticum (Opistera arctica)*, *Cl. rangiferina*, *Cl. gracilis* var. *elongata* domináló szerepe.

### 5. *Dryopteris-Myrtillus-typus* (Dr. M. T.).

Jellemzi a *V. myrtillus* és *Empetrum nigrum*nak a *Phegopteris dryopteris*szel alkotott formációja. Azonkívül: *Lycopodium annotinum*, *L. complanatum*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Cornus suecica*, *Trientalis*, *Solidago*, *Melampyrum*, de ezek mellett a *Pirola secunda*, *Listera cordata* és *Geranium silvaticum* is megtalálhatóak, míg a *D. fuscescens* eltűnik. Dominál a *H. proliferum* a *Hyp. Schreberi* felett. Zuzmók közül csak kevés *Cladonia* és *Peltigera* fajta.

















### 6. *Geranium-Myrtillus*-typus (G. M. T.).

Majdnem teljesen mentes a *Pinus silvestris*től. De elszórta *Populus tremula* fordul elő benne. *Alnus incana* is található helyenként. Az *Empetrum* teljesen eltűnik és helyét a *V. myrtillus* foglalja el. Gyakori a *Lycopodium annotinum* és a *Linnaea*, de a *Ledum* és *V. myrtillus* alig találhatók meg. Megvannak még a *Deschampsia (Aira) flexuosa* és a *Luzula pilosa*.

Feltűnő azonban egyes más növények előtérbe nyomulása. Így a *Phegopteris*, *Dryopteris*, *Geranium silvaticum*, *Epilobium*, *Cornus suecica* stb. A mohokat elsősorban egyes *Rhodobryum*, *Brachythecium*, *Hylocomium* és *Polytrichum* fajok képviselik. A zuzmóvegetáció viszont teljesen hiányzik.

### 7. A *Geranium*-typus (G. T.).

Tiszta nyírerdők. A *B. odorata* mellett *A. incana*, *S. aucuparia*, *Pr. padus*, *S. caprea* és *P. tremula* is megjelennek. Domináló növényfajai a *Geranium silvaticum* mellett a *Ph. dryopteris*, *Trollius europaeus*, *Geum rivale*, *Rubus saxatilis*, *Pyrola secunda*, *P. minor*, *Trientalis europaea* stb. Azonkívül *Athyrium filix femina*, *E. silvaticum*, *E. pratense*, *Paris quadrifolius*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Milium effusum*, *Luzula pilosa* és *Poa nemoralis* stb. A mohok között dominál a *Rhodobryum roseum*, *Brachythecium salebrosum* és egyes *Mnium* és *Hylocomium* fajok. A zuzmók közül csak a sziklák mentén nő a *Peltigera aphthosa*.

### 8. A *Geranium-Equisetum*-typus (G. E. T.).

A *B. odorata* mellett *A. incana*, *Pr. padus*, *S. aucuparia* és *S. caprea* is fellépnek. Jellemzi az *E. silvaticum* és az *E. palustre* uralkodó fellépése a *Geranium silvaticum* mellett.

### 9. *Filices-Geranium*-typus (F. G. T.).

Nedvesebb talajon a *B. odorata* mellett *A. incana* szokott még fellépni. Jellemző növényei: *Geranium silvaticum* és az *Athyrium (Nephrodium) filix femina*. Mellettük *M. effusum*, *Trol-*

lius, *Rumex auriculatus*, *Filipendula* (*Ulmaria*) *pentapetala*, *Valeriana officinalis*, *Ph. dryopteris*, *Ph. polypodioides*, *Pirola minor* stb. A zuzmók és a mohok úgyszólván teljesen hiányzanak.

### 10. *Pirola-Saussurea*-typus (P. S. T.).

Agyagos talajokon jelentkezik a patakok mentén.

Jellemző növényei: *Pirola*-fajok és a *Saussurea alpina*. Azonfelül előfordulnak még: *Selaginella selaginoides*, *Orchis maculatus*, *Trollius*, *Parnassia palustris*, *G. silvaticum*, *Carex sparsiflora*, *Vaccinium vitis idaea*.

### B) Fenyő régió.

#### 1. *Vaccinium-Empetrum-Cladonia*-typus (V. E. Clo. T.).

Uralkodó fafaj a *Pinus silvestris*. Délebben (Patsjokki) lassan *Betula verrucosával* (*B. pendula*) keveredik.

Jellemző növényfajai: *V. vitis idaea*, *Empetrum nigrum* és *Arctostaphylos uva ursi*. *V. uliginosum* és *V. myrtilus* nagyon ritkák. Mohok hasonlóképpen. Előfordulnak *D. fuscescens var flexicaule*, *P. juniperinum* s *Pohlia nutans*. A zuzmók közül dominálnak a *Cl. alpestris* és a *Cl. uncialis*.

#### 2. *Empetrum-Myrtilus-Cladonia*-tipus (E. M. Clo. T.).

A *Pinus silvestris* mellett csak *B. odorata* fordul elő. *B. pendula* csak nagyon ritkán.

Jellemző növényei: *V. myrtilus*, *V. vitis idaea*, *Empetrum nigrum* és ritkábban *V. uliginosum*. A *Cl. alpestris* mellett megjelenik a *Cl. rangiferina* és a *Cl. silvatica*. A mohok közül a *D. fuscescens var. flexicaule* és *Hypnum* (*Pleurozium*).

#### 3. *Ledum-Uliginosum*-typus (L. U. T.)

Jellemző sajátása a *Ledum palustre* tömeges fellépése. E mellett megjelenik még a *Vaccinium uliginosum* is. A fenyők mellett elég gyakori a *Betula odorata*, míg a *B. pendula* csak szórványosan lép fel. *Juniperus* és *S. caprea* szintén fellépnek helyenként.

Azonkívül megtaláljuk még a *V. vitis idaea*-t és az *Empetrum nigrum*-ot a *Linna borealis*-sal együtt. Továbbá megjelenik még a *Deschampsia (Aira) flexuosa*, az *Equ. silvaticum*, *E. pratense*, *R. chamaemorus*, *Trientalis*, *Solidago*, *Hylocomium proliferum (splendens)* és a *Polytrichum commune*. A zuzmók közül *Cl. silvatica*, *Cl. rangiferina*, *Peltigera aphthosa*, *Nephroma (Opisteria) arcticum*.

#### 4. *Vaccinium-Hylocomium*-typus (V. H. T.)

A *P. silvestris* mellett fellépnek a *B. odorata* és szórványosan a *B. pendula* és a *Picea excelsa* délebbi fekvésekben.

Jellemző növényei: *V. vitis idaea*, *Empetrum nigrum*, *V. uliginosum*, *Ledum palustre*, *Lycopodium annotinum*, *Hylocomium proliferum (splendens)* és *Hypnum Schreberi*. Azután a *P. aphthosa*, *Nephroma arcticum*, *Cl. rangiferina*, *Cl. silvatica* stb.

#### 5. *Geranium-Dryopteris-Myrtillus*-typus (G. Dr. M. T.).

Aránylag ritka. Vezérnövényei: *Geranium silvaticum*, *Phegopteris dryopteris*, *V. myrtillus*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Luzula pilosa*, *Epilobium angustifolium*, *Cornus suecica*, *Pirola minor*, *E. nigrum*, *Mnium punctatum*, *Hylocomium proliferum (splendens)*.

#### 6. *Filices*-typus (F. T.).

Rendkívül ritka. Vezérnövénye: *Struthiopteris germanica*. Csak a délibb részeken jelentkeznek.

#### C) *Calluna* typusok.

##### 1. *Empetrum-Calluna-Cladonia*-typus (E. C. Cl. T.).

A *P. silv.* mellett főképpen a *B. pendula* jelentkezik.

Vezérfajai: *Calluna vulgaris*, *V. myrtillus*, *V. vitis idaea*, *Empetrum nigrum*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Dicranum fuscescens*, *H. Schreberi*, *Cl. alpestris*, *Cl. rangiferina* és *Cl. silvatica*.



## 2. Calluna-V.-Uliginosum-typus. (C. U. T.).

Az erdei fenyő mellett a *B. odorata* is jelentkezik a *Juniperus communis* és a *Salix caprea*-val együtt.

Jellemző növényei: *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium complanatum*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Hypnum Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Peltigera aphthosa* és *Nephroma arcticum*.

## 3. Geranium-V.-Uliginosum-typus (G. U. T.)

Fafaj a *P. silvestris* *B. odorata*-val elegyesen. Néha *S. caprea* és *A. incana*.

Jellemző növényei: *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum nigrum* és *Linnaea borealis*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Lyc. annotinum*, *Deschampsia (Aira) flexuosa*, *Festuca ovina*, *Selaginella selaginoides*, *Ger. silvaticum*, *Trientalis Saussurea*, *Hypnum Schreberi*, *Hyloc. proliferum (splendens)* és *D. majus*. Továbbá *Cl. rangiferina*, *Cl. silvatica*, *Cl. cornuta* stb.

Ezen típusok CAJANDER eredeti vizsgálatai szerint nem a talajt különlegesen jellemző sajátosságúak. *Erdőtípusok alatt* CAJANDER és iskolája azt a különleges talajt borító növény asszociációt érti, amely az állományok vágásra érett korában a fafaj, a klíma és a talaj együttes behatására keletkezik.

Tehát ugyanaz a talajtakaró asszociáció a legkülönbözőbb talajokon kifejlődhetik az állomány és a klíma tényezőinek a megfelelő változásával.

Tisztán erdőgazdasági, tehát gyakorlati, becslési és művelési szempontból a finnek ezeket az erdőket a következőképpen osztályozzák :

### I. Nyírfa régió.

1. Száraz termőhellyel bíró fenyérerdők. *V. Clo. T.*, *M. Cl. T.*  
*V. E. M. Cl. T.*

2. Üdotalajú fenyérerdők. *Co. M. T.*, *Dr. M. T.*

3. Féligetes és ligetes erdők. *G. M. T.*, *G. T.*, *G. E. T.*, *F. G. T.*  
*P. S. T.*

## II. Erdei fenyő régió.

1. *V. E. Clo. T., E. M. Clo. T., E. C. Cl. T.*

2. *L. U. T., V. H. T., C. U. T.*

3. *G. Dr. M. T., G. U. T., F. T.*<sup>3</sup>

Ezek alapján most már lássuk a saját eredményeinket. Még pedig a könnyebb áttekinthetőség kedvéért uralkodó fafajonként csoportokba foglalva.

1. Nyír-régió.

2. Fenyő-régió.

A két régióba a domináló fafaj szerint soroltam a kísérleti területeket.

A felvételek eredményeit az összes jellemző adatokkal együtt a nyírfa régió és az erdei fenyő régió tartománya szerint táblázatokba foglaltam össze, amelyek idevonatkozólag minden szükséges adatot megadnak (l. 8. és 9. sz. táblázatok).

Amint már a dolgozatom elején kifejtettem, a növényasszociációk meghatározásánál csak addig mentem, ameddig az erdő-típusok pontos elhatárolása szükségessé tette. Éppen azért az egyes erdőtípusokra jellemző ú. n. domináns (vezér) fajok elterjedésére és egymáshoz való viszonyára a következő jelölést használtam: †††-tel jelöltem azokat a növényfajokat, amelyek tömegesen fordulnak elő és az erdőtípusok jellemző növényfajait adják. ††-tel jelöltem azokat, amelyek ugyan szórványosan fordulnak elő, de a típusok karakterisztikumához hozzátartoznak. Végül †-tel jelöltem azokat a fajokat, amelyek előfordulnak ugyan, de csak elvétve és amelyek nem bírnak döntő jelentőséggel a típusok meghatározásánál.<sup>4</sup>

Ezeken kívül összehasonlításul még egy sorozat finn területet is vizsgálat alá vettem Finnország legészakibb csúcsától a legdélibb határvonaláig. Ezeknek a vizsgálatoknak célja az volt, hogy a szélességi fokoknak, illetőleg az ezzel együtt járó klímaváltozásoknak a talajsavanyúság kifejlődésére gyakorolt behatását vizsgálat alá vegyem. Ezeknél a típusoknál a növényzet részletes

<sup>3</sup> A Kujala f. típusok részletes leírására vonatkozólag utalok az ő beható tanulmányára, amelyet az irodalmi összefoglalásban ismertetek.

<sup>4</sup> Lásd a 8. és 9. sz. táblázatok jegyzetét.

## 10. Táblázat. — Tabelle 10.

*Az egyes típusok százalék szerinti eloszlása.  
Die prozentuelle Verteilung der einzelnen Typen.*

Szám	Typus	%
<i>Nyírfa-régió — Birkenregion</i>		
1.	Átmenet a láptypusból a Co. M. T.-hoz Übergang von Moor zum Co. M. T.	2·30
2.	Tőzegláp — Moor	7—
3.	Alpin-régió — Alpinregion	4·60
4.	Dr. M. T.	11·60
5.	Átmenet a Co. M. T.-ból a G. E. T.-hoz Übergang von Co. M. T. zum G. E. T.	4·60
6.	V. E. M. Cl. T.	7—
7.	V. Clo. T.	16·40
8.	Co. M. T.	34·90
9.	Homokos talaj, nem erdőtypus Sandboden	2·30
10.	G. E. T.	7—
11.	M. Cl. T.	2·30
		100—
<i>Fenyő-régió — Kiefernregion</i>		
1.	Tőzegláp — Moor	2·66
2.	Átmenet a L. U. T.-ből a tőzegláphoz Übergang von L. U. T. zum Moor	2·66
3.	L. U. T.	17·95
4.	V. E. Cl. T.	25·70
5.	Nyílt terület	2·66
6.	Átmenet a V. H. T.-ről a L. U. T.-ra Übergang von V. H. T. zum L. U. T.	2·66
7.	V. H. T.	15·50
8.	E. M. Cl. T.	22·20
9.	C. U. T.	2·67
10.	E. C. Cl. T.	2·67
11.	Átmenet a L. U. T.-ről a G. Dr. T.-ra Übergang von L. U. T. zum G. Dr. T.	2·67
		100—

felsorolását mellőzöm, miután ezek kivétel nélkül a KUJALA, illetőleg CAJANDER által részletesen megvizsgált és közismert erdő-típusokhoz tartoznak.

A területek földrajzi helyzete és jellemző adatai röviden a következők:

*Pt. 83.* Petsamo vidék Yläluostari mellett 69°34'. Őserdőszerű *Betula odorata* állomány, helyenkint *B. nana* cserjékkel, 157 m t. sz. f. m.

*Typus:* *V. Clo. T. Ph:* 5·37. Homokos talajon.

*Pt. 84.* Petsamo vidék. 50 m t. sz. f. m. Őserdőszerű *B. odorata* állomány, elszórva *Salix nigricans*, *Sorbus aucuparia* és *Juniperus communis* bokrokkal.

*Typus:* *G. T. Ph:* 5·52. Agyagos talajon.

*Pt. 85.* Petsamótól kb. 110 km-re délre, 60 m t. sz. f. *Pinus silvestris* 0·6, *B. odorata* 0·4, elszórtan egyes *B. pendula* és *P. excelsa* egyedek. A nedvesebb helyeken *Salix caprea*. Homokos talajon. Őserdő jelleg, jó természetes újulattal.

*Typus:* *E. V. M. T. Ph:* 5·37.

*Pt. 86.* Petsamo vidéke. *Pinus silvestris* őserdő. Elszórtan *B. odorata* és *Salix caprea* bokrok.

*Typus:* *L. U. T. Ph:* 5·59. Homokos talaj.

*Pt. 87.* Petsamótól délre 278 km-re. 93. m t. sz. f. *Pinus silvestris* őserdő, elszórtan *B. odorata* példányokkal.

Homokos talajon. *V. E. M. Cl. T. Ph:* 5·45.

*Pt. 88.* Petsamótól 298 km-re délre 100 m t. sz. f. A *Picea excelsa* északi határán. *Pinus silvestris* őserdő. *Betula odorata* és *P. excelsa* elszórt példányaival. Elvértve *Salix lapponum* cserjék.

Homokos agyag. *Ph:* 5·20. *V. H. T.*

*Pt. 89.* Petsamótól délre 298 km-re, 157 m t. sz. f. *Pinus silvestris* őserdő *B. odorata* példányokkal.

Homokos agyag. *V. E. Clo. T. Ph:* 5·29.

*Pt. 90.* Höyhenjärvi. 69°10'. *Pinus silvestris* őserdő. Kb. 90 m t. sz. f. Száraz moréna homokon.

*Typus:* *E. M. Cl. T. Ph:* 5·47.

*Pt. 91.* Höyhenjärvitől délre 6 km. *Pinus silvestris* őserdő. Elszórtan *B. odorata* példányok.

Szegény homokos talajon. *V. E. Clo. T. Ph:* 5·43.

*Pt. 92.* Petsamo vidéke. *Betula odorata* őserdőszerű állomány. Helyenként *Juniperus communis* és *Sorbus aucuparia* bokrok.

Homokon. *Co. M. T. Ph: 5·59.*

*Pt. 93.* Petsamótól 250 km délre. *Pinus silvestris* őserdő *B. odorata*-val elegyítve. Kb. 120 m t. sz. f.

Homokos talajon. *E. C. Cl. T. Ph: 5·32.*

*Pt. 94.* Petsamo vidéke. *Betula odorata* őserdőszerű állománya, helyenként *Pinus silvestris* egyedekkel. Kb. 60 m t. sz. f.

Homokos talajon. *L. U. T.*

*Ph. Árnyékos helyen a fák alatt: 5·69.*

*Ph. Szabad helyen: 5·92.*

*Pt. 95.* Petsamótól 300 km-re délre. *Pinus silvestris* őserdőszerű állománya. Helyenként *Betula odorata* és *B. pendula* elszórt egyedeivel. Homokos talajon. *V. E. Cl. T. Ph: 5·23.*

*Pt. 96.* Ivaló előtt. Kb. 68°35'. 60 m t. sz. f. A lucfenyő északi elterjedési határán. Idős *Pinus silvestris* állomány, elszórtan lucfenyővel *Picea excelsa* elegyesen nedves agyagos homoktalajon.

*H. M. T. (Hylocomium-Myrtillis-typus Dickmoss-typus).*

*Ph: 4·70.*

*Pt. 97.* Kb. 10 km-re Kemitől délre. Ca 65°50'. Kb. 70 m t. sz. f. Tűz után kifejlődött kb. 100 éves lucfenyő állomány.

Homokos agyagtalajon. *E. C. Cl. T. Ph: 5·80.*

*Pt. 98.* 64°53' Rauna mellett. Kb. 100—140 éves *Pinus silvestris* állomány helyenként *Betula odorata* és *B. pendula* és *Populus tremula* egyedekkel.

Agyagos homoktalajon. *E. M. Cl. T. Ph: 6·62.*

*Pt. 99.* Koli. 63°08'. Kb. 157 m t. sz. f. északi kitettséggel. Kb. 150 éves lucfenyves, helyenként a *Betula odorata* szépen kifejlődött példányaival.

Agyagos homok. *V. H. T. Ph: 5·67.*

*Pt. 100.* Koli. Kb. 80 m t. sz. f. K. expozícióval. Tiszta *Betula odorata* állomány. Kb. 80 éves korban. Nedves, agyagos homoktalajon. *O. M. T. (Oxalis-Myrtillus-typus). Ph: 4·61.*

*Pt. 101.* Punkaharju. 61°37'50". Kb. 60 m t. sz. f. *Picea excelsa* állomány. Kb. 100—120 éves. A mélyebb helyeken *Alnus incana*.

*O. M. T. Ph: 4·70.*

*Pt. 102.* Punkaharju. 60 m t. sz. f. *Pinus silvestris* és *Picea excelsa*, kb. 50 éves elegyes állomány. Égés utáni újulat.

*V. T.* (*Vaccinium*-typus). *Ph*: 5·29.

*Pt. 103.* A 102-es tőszomszédságában. Ugyanaz az állomány, de erősen gyéritve. *Ph*: 5·19.

*Pt. 104.* Punkaharju az előbbi szomszédságában. Kb. 110—120 éves *Pinus silvestris* állomány. Elszórtan *B. verrucosa* és *Sorbus aucuparia*.

*V. T.* (*Vaccinium*-typus). Finom homokos talaj. *Ph*: 5·19.

*Pt. 105.* Punkaharju. Elegyetlen *Pinus silvestris* állomány. Kb. 120 éves, 50—60 m t. sz. f. *V. T.* *Ph*: 5·07.

*Pt. 106.* Rajvola. 60°17'. Idős *Larix sibirica* állomány. Mester-séges ültetés után, üde homokos agyagon. Kb. 40 m t. sz. f.

*O. Ma. T.* (*Oxalis-Majanthemum*-typus). *Ph*: 5·22.

*Pt. 107.* Rajvola. Idős *Larix sibirica* állomány. Üde homokos agyagtalajon. Kb. 40 m t. sz. f. *m. O. Ma. T.* (*Oxalis-Majanthemum*-typus). *Ph*: 5·26.

*Pt. 108.* Rajvola. 80—100 éves. Tarvágás után természetes úton keletkezett *Picea excelsa* állomány. Elszórtan *Betula odorata* és *B. pendula* egyedek. Üde, agyagos homoktalajon. *M. T.* (*Myrtillus*-typus). *Ph*: 5·10.

Ezek a kutatások világosan megmutatták, hogy a norvég Lappföldet borító erdők túlnyomó része minden nehézség nélkül besorozható a KUJALA által felállított erdőtípusok közé. A különbség mindössze az, hogy azok az erdőtípusok, amelyekre a *Calluna* előfordulása jellemző, itt kevésbé vagy alig vannak képviselve, miután a *Calluna* csak Finmarken legdélibb részein fordul elő nagyobb asszociációkat alkotva.

Különös gonddal vizsgáltam a talajsavanyúság kialakulását, hiszen az elmúlt években végzett vizsgálataim alapján bizonyossá vált, hogy a talajsavanyúság értékei folytonos változásokon mennek keresztül, amely változások teljesen szabályszerű és periodikus lefolyást mutatnak és a talaj víztartalmával és a hőmérséklettel vannak szoros összefüggésben.

Természetesen messze északon egészen más viszonyok vannak, mint nálunk. Hiszen, amint a II. sz. tábla mutatja, Finmarken túlnyomó része olyan júliusi izothermák között fekszik, amelyek

nálunk kb. az október-novemberi, továbbá a március-áprilisi hőmérsékletek felelnek meg. Rendkívül érdekes, hogy az 1929-ben Magyarországon végzett *ph*-mérések november és október hónapokban teljesen hasonló eredményeket adtak, mint a norvég Lappföldön végzett mérések, nevezetesen az október havi átlaghőmérséklet  $9.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a november havi pedig  $5.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  volt és ennek megfelelően a *ph* átlagértékei október hónapban  $5.38$  és november hónapban pedig  $5.21$  voltak. E kutatásaim szempontjából a lappföldi mérések döntő jelentőségűek voltak, minthogy ezeket július hónapban és augusztus hó első felében végeztem, amikor a Lappföldön legmagasabb hőmérsékletek fordulnak elő.

Kétségtől tehát a tavaszi, de különösen a téli hónapokban, amikor alacsonyabb a hőmérséklet, sokkal alacsonyabbak a *ph*-értékek is, úgyhogy a magam részéről szinte bizonyosra veszem, amit még különben ebben az évben vizsgálatok alapján fogok eldönteni, hogy a talajsavanyúságnak változásai messze északon is megvannak, azonban, minthogy a talajsavanyúságot elsősorban a  $0^{\circ}$  feletti hőmérsékleti dilatáció befolyásolja, a kilengések természetesen sokkal kisebbek, mint nálunk, ahol a  $0^{\circ}\text{C}$  felett jelentékeny hőmérsékleti különbségek vannak.

A nyírfarégiókban a *ph* középértéke  $5.27$ , az erdeifenyőrégióban az átlag  $5.28$ , amely értékek az akkor uralkodó hőmérsékletnek teljesen megfelelnek. Egészen bizonyos tehát, miután az irodalomban is állandóan jelentékenyen nagyobb savanyúsági fokokról beszélnek, sőt AALTONEN-nek a finn talajokon végzett mérései is sokkal kisebb *ph*-értékeket adtak, hogy ezek az értékek nem a *ph*-értékek kulminációs pontja idejében lettek végezve. Ez egyúttal bizonyítja azt is, hogy ezeknek az értékeknek ősszel és tavasszal kisebb értékek felelnek meg.

A különböző erdőrégiókban végzett megfigyelések és mérések eredményeit a 8. és 9. sz. táblázatok mutatják. Általában AALTONEN szerint Észak-Finnországban a talajok savanyúsági foka a  $ph = 5$  értéket sohasem éri el, ezt az értéket csak Dél-Finnországban kapták.

A 8. és 9. sz. táblázatok alapján összeállítottam a *ph*-középértékeit, amelyeket a 11. sz. táblázat tartalmazza. A Finnországban ellenőrzésül végzett mérések eredményeit szintén feltüntettem ez



## 11. Táblázat. — Tabelle 11.

*A ph középértékei — ph Mittelwerte.*

Typus	ph-értékek ph-Werte	Typus	ph-értékek ph-Werte
<i>Nyirfarégió — Birkenregion</i>		<i>Fenyőrégió — Kiefernregion</i>	
Átmenet a láptypusból a Co. M. T.-hoz Übergang von Moor z. Co. M. T.	4·78	Tőzegláp — Moor	4·49
Tőzegláp — Moor	4·99	Átmenet a L. U. T.-ből a tőzegláphoz Übergang v. L. U. T. z. Moor	4·99
Alpinrégió — Alpinregion	5·05	L. U. T.	5·09
Dr. M. T.	5·09	V. E. Cl. T.	5·11
Átmenet a Co. M. T.-ről a G. E. T.-hoz Übergang von Co. M. T. zum G. E. T.	5·12	Nyílt terület	5·20
V. E. M. Cl. T.	5·17	Átmenet V. H.-ről L. U. T.-ra Übergang v. V. H. T. z. L. U. T.	5·22
V. Clo. T.	5·17	V. H. T.	5·23
Co. M. T.	5·25	E. M. Cl. T.	5·25
Homokos talaj, nem erdőtypus Sandboden	5·31	C. Cl. T.	5·48
G. E. T.	5·32	E. C. Cl. T.	5·52
M. Cl. T.	5·60	Átmenet a L. U. T.-ről a G. Dr. T. -ra Übergang v. L. U. T. z. G. Dr. T.	5·68
<i>Finn adatok — Finnische Daten.</i>			
<i>Nyirfarégió — Birkenregion</i>		<i>Fenyőrégió — Kiefernregion</i>	
O. M. T.	5·15	H. M. T.	4·70
V. Cl. T.	5·37	M. T.	5·10
V. E. M. Cl. T.	5·45	V. T.	5·18
G. T.	5·52	O. Ma. T.	5·24
Co. M. T.	5·59	V. E. Cl. T.	5·33
		E. V. M. T.	5·37
		V. H. T.	5·43
		E. C. Cl. T.	5·56
		L. U. T.	5·73
		E. M. Cl. T.	6·04

## 12. Táblázat. — Tabelle 12.

*innorszag ph középértékei Aaltonen után.  
Mittelwerte der ph für Nord-Finnland und andere Landesgegenden  
nach Aaltonen.*

	Erdőtípus — Waldtyp															
	GDT	AF	YOMaT	FT	VRT	OMT	MT	HMT	PHMT	VT	EMT	CT	MCIT	EMCIT	CCIT	CIT
	ph															
Észak-Finnország — — Nord-Finnland	7·1	—	—	—	—	—	4·4	4·4	4·2	4·5	4·3	4·4	4·1	3·9	4·0	4·0
Más országrészek — — Andere Landesgegenden	5·2	5·0	5·0	4·6	4·9	5·2	4·8	—	—	4·6	—	4·2	—	—	4·2	3·6

a táblázat. AALTONEN-nek hasonló típusokban végzett mérései eredményeit pedig a 12. sz. táblázat tünteti fel.

Általában ezen adatok alapján megállapítható, hogy az egyes erdőtípusok között a *ph*-értékeket illetően bizonyos különbségek vannak. Természetesen a legsavanyúbb értékeket a tőzeglápokban nyertem, azonban az egyes típusok savanyúsági foka közötti különbségek annyira jelentéktelenek, hogy ezeknek különösebb biológiai jelentőséget tulajdonítani nem lehet. A nyírfarégióban a láptípus és a Co. M. T. közötti átmenet, továbbá a tőzegláp és az alpinrégió mutatja a legmagasabb savanyúsági fokot, viszont a legkevésbé savanyú értékeket a M. Cl. T. adja. A fenyőrégióban viszont a legalacsonyabb *ph*-értékeket a tőzeglápban, azután a tőzegláp és az L. U. T. közötti átmenetben és a L. U.-típusban mértem, míg a legmagasabb értékeket az E. C. Cl.-típus, valamint a L. U. T. és a G. Dr. T. közötti átmenet adja. Finnországban a H. M. T.-on nyertem még a várakozásnak megfelelően alacsony értékeket.

Hasonlóképpen vizsgálatokat végeztem a különböző asszociációk alatt levő *ph*-értékekről, azután a mélységi próbákról. Ezeknek az eredményeit a következő összeállítás mutatja:

*E. M. Cl. T.*

	<i>ph</i> -értékek
51. Pt. Von: Vaccinium-Empetrum ass. alól .....	5·07
* Peltigera-Cladonia ass. alól .....	5·12
52. Pt. Von: Empetrum-Vaccinium ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·26
20 * * *	4·93
* Cladonia rangiferina és Cl. silvatica ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·23
20 * * *	5·31
67. Pt. Von: Cladonia ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·51
20 * * *	5·98
* Vaccinium-Empetrum ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·01
20 * * *	5·51

*V. E. Clo. T.*

61. Pt. Von: Arctostaphylos ass. alól .....	5·07
Kevert próba .....	5·12
62. Pt. Von: Cladonia ass. alól .....	4·86
Kevert próba .....	5·10
64. Pt. Von: Cladonia ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·15
20 * * *	5·17
Empetrum ass. alól	
5 cm mélységben (Tiefe)	5·13

*Átmenet a L. U. típusból a tőzegláphoz.*

69. Pt. zombék tetején .....	5·12
mélyedésekben .....	4·86

*Tőzegláp.*

74. Pt. szárazabb Empetrum vegetáció alól .....	4·69
nedvesebb Shagnum-Equisetum ass. alól ..	4·29

Ez az összeállítás azt mutatja, hogy az egyes asszociációk a talaj savanyúsági fokára nem bírnak lényeges befolyással. Csupán egy esetben Cladonia asszociáció alól mértem alacsony *ph*-értékeket. A talajélet szempontjából jellemző 20 cm mélységben szintén nincsen jelentékeny változás a *ph*-értékekben. Csupán a tőzeglápoknál sikerült jelentékeny *ph*-különbségeket kimutatni, miután itt a zombék tetején, amint ez az összeállítás mutatja, mindig magasabb értékeket kaptam, mint a savanyúbb talajú mélyedésekben.

Ezek a vizsgálatok általában megmutatták, hogy az erdő-típusok és a talaj alkata csak extrém esetben befolyásolja lényegesen a talajsavanyúság kialakulását. Általában Észak-Európa hatalmas összefüggő területein, olyan területeken, amelyeket közel 2000 km választ el egymástól, közel hasonló *ph*-értékeket találtam, világos bizonyossággal annak, hogy a *ph*-értékek kialakulását és változását döntően úgyszólván kizárólag a talaj hőmérséklete és a csapadékviszonyok befolyásolják.

### V. Az eredmények összefoglalása.

Európa legészakibb erdőseibeiben végzett növényzociológiai és talajsavanyúsági vizsgálatok beigazolták a következőket:

1. *A finn kutatók által Észak-Finnországban az ú. n. Petsamo vidéken, tehát a 69°40' szélességi fokig megállapított erdőtípusok érvényességüket a jóval magasabbra, a 70. szélességi fokon túl terjedő Észak-Norvégia erdőseibeire is megtartják.*

2. Finmarken erdőtípusai között a Calluna-típusok aránylag ritkábbak, inkább csak a 70. szélességi foktól délre fordulnak elő.

3. Általában a nyírfarégióban főleg a Co. M. és a V. Clo.-típusok vannak képviselve. A fenyőrégióban a legnagyobb százalékban a V. E. Cl., az E. M. Cl., a L. U. és a V. H.-típusok fordulnak elő.

4. *A talajsavanyúsági vizsgálatok beigazolták, hogy a *ph*-értékek kialakulását elsősorban a hőmérsékleti és csapadékviszonyok befolyásolják.* A *ph*-értékek az összes típusokban *ph* = 5—6 között mozogtak, csupán a láptalajokban mértem alacsonyabb értékeket.

5. Minthogy a vizsgálatok folyamán vett próbák a melegebb július-augusztusi hónapokból származnak, úgy világos, hogy ezeknek a nyári aránylag magas értékeknek a tavasz és a tél folyamán jelentékenyen alacsonyabb értékek fognak megfelelni. Eszerint a *ph*-értékeknek magyarországi vizsgálataim kapcsán nyert időszaki változásai Észak-Európa podsoltalajaira is érvényesek. Azonban természetes, minthogy a *ph*-értékek változását elsősorban a 0°C feletti hőingadozás befolyásolja, a *ph* értékek variációja sokkal kisebb lesz, mint az alacsonyabb szélességi fokokon előforduló nagy hőmérséklet ingadozások mellett.

Végül kedves kötelességemnek tartom, hogy ERLING EIDE

erdőmérnök úrnak, a norvég kir. erdészeti kísérleti állomás vezetőjének, azután a norvég kir. földművelésügyi miniszter úr *Öexcellenciájának*, valamint a m. kir. földművelésügyi minisztérium erdészeti főosztályának azért, hogy a tanulmányúton való részvételemet olyan kedvező feltételek mellett készségesen lehetővé tették, leg-hálásabb köszönetemet fejezzem ki.

Hasonlóképpen hálás köszönetet mondok CAJANDER *Öexcellenciájának*, a finn államerdészet vezérigazgatójának is, aki páratlan előzékenységgel és a finn állami autók rendelkezésünkre bocsájtásával a finnországi utam megtételét lehetővé tette.

Hálás köszönet illeti meg dr. VILJO KUJALA erdőmérnök urat, a finn természetvédelmi emlékek állami felügyelőjét is, aki az egész finnországi út alatt hűséges vezetőnk és kísérőnk volt és különösen a Norvégiából magunkkal hozott növényanyag meghatározásában volt nagy segítségünkre.

A fenti vizsgálatok adatainak összeállításánál és sajtó alá rendezésénél pedig a növénytani intézet személyzete közül KISS LAJOS kertészeti főintéző, a térképek rajzolásánál pedig KISZELY ZOLTÁN h. tanársegéd odaadóan támogattak, amelyért nekik itt hálás köszönetet mondok.

### Irodalom. — Literatur.

AALTONEN, V. T.: Über den Aziditätsgrad (*ph*) des Waldbodens. (Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae editae. 13. 1929.)

CAJANDER, A. E.: The Theory of forest Types. (Acta Forestalia Fennica 29. 1926.)

KUJALA, VL.: Untersuchungen über Waldtypen in Petsamo und in den angrenzenden Teilen von Inari-Lappland. (Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae. 13. 1929.)

LUKKALA, O. J.: Über den Aziditätsgrad der Moore. (Ugyanott. Ebenda.)

FRIES, TH. C. E.: Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. (Kirunavaara Aktiebolag. 1. 1913.)

FRIES, TH. C. E.: Über die regionale Gliederung der alpinen Vegetation der fennoskandinavischen Hochgebirge. (Ugyanott. — Ebenda 4. 1917.)

NORMANN: Norges Arctiska Flora.

Finmarkens Amt. Norvégia hivatalos ismertető kézikönyve fenti című kötete. Das gleichnamig betitelte Band der amtlichen Beschreibung von Norwegen.

FEHÉR D.: Vizsgálatok az erdőtalaj egyes biológiai tényezőinek változásairól. — Untersuchungen über die zeitlichen Änderungen einiger biologischen Faktoren des Waldbodens. (Matematikai és Természettudományi Értesítő\_XLVII. kötet, 617—651. old. 1930.)

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. márc. 16-án tartott üléséből.)

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PFLANZEN- ASSOZIATIONSVERHÄLTNISSE UND AZIDITÄTS- GRAD DER WALDTYPEN DES NORWEGISCHEN LAPPLANDES (FINMARKEN).

(Aus dem Botanischen Institute der kön. ung. Hochschule für Berg-  
und Forstingenieure.)

Von: D. FEHÉR.

## Einleitung.

Das gesamte, rund  $7\frac{1}{2}$  Million ha umfassende Waldgebiet Norwegens wird für die Forschungsarbeit der forstlichen Versuchsanstalt in 6 Bezirke eingeteilt, von welchen alljährlich eine für die engere Untersuchungen an Ort und Stelle herangezogen wird. Den nördlichsten Bezirk bildet das norwegische Lappland, welches amtlich als Finmarken<sup>1</sup> bezeichnet wird.

Dieses Gebiet liegt zwischen den Breitengraden  $71^{\circ}10'21''$  und  $68^{\circ}33'48''$ . Finmarken selbst trägt im allgemeinen den Charakter eines Mittelgebirges. Seine höchste Spitze ist der Øksfjordjøkelen mit 1166 m Höhe und im Innern des Landes die Rastegaissa mit 1047 m Höhe. (Siehe die Karten I., II. und III und Tabelle 1.)

Die charakteristischen klimatischen Daten enthalten die Tabellen 2, 3, 4, 5. Der Klima ist humid und die Böden gehören in die Kategorie der Podsolböden. Die Geologie des Landes ist dermalen noch wenig bekannt. Das Grundgestein besteht im allgemeinen aus Granit, Sericitschiefer und krystallinischen Schiefern und Sandstein. Das ganze Gebiet war natürlich in der Eiszeit mit

---

<sup>1</sup> Die norwegische Sprachgebrauch bezeichnet die Lappen mit dem Worte: Finnen und die Finnen mit dem Ausdruck: «Kvännen».



mächtigen Gletschern bedeckt. Nach dem Abfauen derselben blieben nun die charakteristischen fluvioglacialen sekundären Sandböden zurück. Ton- und Schieferböden sind relative seltener vertreten. In den Flusstälern finden wir sodann die alluvialen Sandböden. Ganz besonders verbreitet sind die verschiedenen Arten von Torfmooren, welche oft grosse Ausdehnung erreichen.

Die vertikalen und horizontalen Wald- und Baumgrenzen enthalten die Tabellen 6 und 7. Dieselben sind in der Abbildung 3 auch kartographisch dargestellt mit den charakteristischen Juliisothermen.

Die Gesamtfläche von Finmarken beträgt 74,810 km<sup>2</sup>. Von diesem Gebiet entfallen nun 922·5 km<sup>2</sup> auf die Insel und der grosse Restteil auf das Kontinent. Die nördlichste Spitze desselben und gleichzeitig Europas bildet der Nordkyn 71°8'1". Der Nordkap 71°10'21" ist Insel.

Nach den letzten amtlichen Daten beträgt das gesamte Waldgebiet Norwegens 430,860 ha. Von dieser Fläche entfallen nun 343,017 ha auf die Laubwaldregion (vorwiegend *Betula odorata* und neben ihr Laubhölzer sekundärer Bedeutung) und 87,843 ha auf die Koniferen, und zwar auf *Pinus silvestris*, da die Fichte nur in den südlichen Lagen sporadisch vertreten ist.

Ich bin durch ehrenvolle Einladung der kön. norw. forstlichen Versuchsanstalt in die angenehme Lage gekommen, an der Inspektionsreise, welche im Sommer 1930 abgehalten wurde, in Begleitung von Privatdozent der Universität in Szeged L. VARGA des bekannten Hydrobiologen und Boden-Protozoenforscher und eines Assistenten meines Institutes teilzunehmen.

*Das Ziel meiner Forschungen war zunächst die Waldtypen und sodann in Anlehnung an meine frühere Untersuchungen die Aciditätsverhältnisse der Waldböden dieser hohen Breitengrade zu erforschen.*

## 2. Die Waldtypen Finmarkens.

Seit den Untersuchungen von NORMANN, der die ersten wertvollen Angaben über die Flora von Finmarken veröffentlichte, liegen keine weitere Untersuchungen vor. Namentlich sind die Waldtypen und die *ph*-Werte der Waldböden auf diesem ökologisch

so wichtigen Gebiet noch überhaupt nicht untersucht worden. Der bekannte norwegische Ökologe NORDHAGEN hat seine Forschungen nur bis zum 63° Breitengrade ausgedehnt. Nur der schwedische Forscher FRIES hat die Verhältnisse bis zu dem Tromsögebiet untersucht. Der bekannte finnische Waldtypenforscher KUJALA hat jedoch seine Forschungen in dem benachbarten finnischen Petsamogebiet bis zu dem 69°53' Breite, also bis zur finnischen Waldgrenze ausgedehnt. Ich konnte daher seine Ergebnisse sehr gut als Grundlage für meine Untersuchungen benützen.

KUJALA selbst hat auf dem Petsamogebiet folgende Waldtypen aufgestellt :

#### A) Birkenregion.

*Pinus silvestris* fehlt, oder sehr sporadisch.

1. *Vaccinium-Cladonia* Typ (V. Clo. T.).
2. *Myrtillus-Cladina* Typ (M. Cl. T.).
3. *Vaccinium-Empetrum-Myrtillus-Cladina* Typ (V. E. M. Cl. T.).
4. *Cornus-Myrtillus* Typ (Co. M. T.).
5. *Dryopteris-Myrtillus* Typ (Dr. M. T.).
6. *Geranium-Myrtillus* Typ (G. M. T.).
7. *Geranium* Typ (G. T.).
8. *Geranium-Empetrum* Typ (G. E. T.).
9. *Filices-Geranium* Typ (F. G. T.).
10. *Pirola-Saussurea* Typ (P. S. T.).

#### B) Kiefernregion.

*Betula odorata* kommt nur sporadisch vor.

1. *Vaccinium-Empetrum-Cladonia* Typ (V. E. Clo. T.).
2. *Empetrum-Myrtillus-Cladonia* Typ (E. M. Clo. T.).
3. *Ledum-Uliginosum* Typ (L. U. T.).
4. *Vaccinium-Hylocomium* Typ (V. H. T.).
5. *Geranium-Dryopteris-Myrtillus* Typ (G. Dr. M. T.).
6. *Filices* Typ (F. T.).

#### Calluna-Typ.

1. *Empetrum-Calluna-Cladonia* Typ (E. C. Clo. T.).
2. *Calluna-Uliginosum* Typ (C. U. T.).
3. *Geranium-Uliginosum* Typ (G. U. T.).

Aus forstwissenschaftlichem Standpunkte werden nun diese Waldtypen von KUJALA wie folgt gruppiert:

A) Birkenregion.

1. Trockene Heidenwälder.  
*V. Clo. T.*            *M. Cl. T.*            *V. E. M. Cl. T.*
2. Frische Heidenwälder.  
*Co. M. T.*            *Dr. M. T.*
3. Hainwälder.  
*G. M. T.*    *G. T.*    *G. E. T.*    *F. G. T.*    *P. S. T.*

B) Kiefernregion.

1. *V. E. Clo. T.*            *E. M. Clo. T.*            *E. C. Cl. T.*
2. *L. U. T.*            *V. H. T.*            *C. U. T.*
3. *G. Dr. M. T.*            *G. U. T.*            *F. T.*

Bezüglich der näheren Angaben über KUJALA's Waldtypen verweise ich auf seine citierte Arbeit.

Für die eigenen Untersuchungen habe ich in den untersuchten Waldtypen 5—10 kleinere Probeflächen mit ungefährer 5—6 m<sup>2</sup> Ausdehnung ausgesteckt und untersucht. Ich muss aber gleich hier betonen, dass der Zweck meiner Assoziationsanalysen nicht den Zweck hatte die pflanzenphysiologischen Verhältnisse in ihren allen Details zu untersuchen. Ich habe vielmehr das Hauptgewicht auf die Feststellung der Waldtypen gelegt. Dementsprechend setzte ich die soziologischen Untersuchungen nur so lange fort, bis durch die ermittelten Tatsachen jene charakteristischen Daten, welche zur Bestimmung der einzelnen Waldtypen nach eigener Ansicht notwendig waren, bereits klar vorliegen.

Die Bodenproben habe ich fast immer von einer Tiefe zwischen 5—20 cm gesammelt, und zwar von allen kleinen Probeflächen, die dann durchgemischt wurden. Die Untersuchung erfolgte elektrometrisch mit der Chinhydron-Methode nach unserer Heimkehr in meinem Institute. Bezüglich der längeren, mehrwöchentlichen Aufbewahrungsdauer der Proben möchte ich hier gleich bemerken, dass nach den Untersuchungen von AALTONEN selbst eine mehr-

monatliche Aufbewahrungsdauer ohne jede merkliche Wirkung bleibt auf die Gestaltung der *ph*-Werte. Da von unseren Proben die älteste bei der Untersuchung kaum mehr als 10 Wochen alt war, so war ich in diesem Belange vollkommen beruhigt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen habe ich in die Tabellen 8 und 9 zusammengefasst, welche auch alle charakteristischen ökologischen Daten enthalten. Ergänzend dazu enthält nun die Tabelle 10 den prozentuellen Anteil der einzelnen Waldtypen.

Da ich bei meiner Rückkehr, Finnland von seiner nördlichsten Grenzlinie bis nach dem Süden durchgequert habe, so habe ich vergleichshalber auch hier einige Waldtypen untersucht. Dieselben sind mit ihren charakteristischen Daten auf Seiten 38—40 des ungarischen Teiles zusammengestellt.

Die Ergebnisse der *ph*-Bestimmungen enthält die Tabelle 11 und die Daten von AALTONEN die Tabelle 12. Desgleichen verweise ich hier auf die Zusammensetzung auf Seite 44, wo ich die Daten einiger *ph*-Messungen unter verschiedenen Assoziationen und aus verschiedenen Tiefen zusammengestellt habe.

### 3. Zusammenfassung der Resultate.

Diese ökologischen Untersuchungen, welche in den nördlichsten Waldgebieten von Europa durchgeführt wurden, haben folgende Resultate ergeben:

1. *Die Wälder des norwegischen Lapplandes (Finmarken) können im allgemeinen theoretisch und praktisch ohne wesentliche Änderungen in die Kategorie jener Waldtypen eingereiht werden, welche von den finnischen Forschern, insbesondere von V. Kujala für Nord-Finnland bis zum 69°40' Breiteregrade in Petsamo-Gebiet erforscht wurden.*

2. In den Waldtypen Finmarkens sind die Calluna-Typen relative weniger vertreten. Sie kommen nur unterhalb des 70 Breiteregrades vor.

3. Im allgemeinen sind in der Birkenregion am meisten die Co. M. und V. Clo.-Typen vertreten. In der Kiefernregion entfallen nun die grössten Prozentsätze auf den V. E. Cl., V. H. L. U. und E. M. Cl.-Typen.

4. Die *ph*-Untersuchungen haben klar erwiesen, dass die Azidität der Waldböden auf diesen grossen Gebieten unabhängig von anderen Faktoren, hauptsächlich von den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen beeinflusst wird. Die *ph*-Werte bewegten sich fast in allen Waldtypen zwischen  $ph = 5-6$ . Nur die Moorböden zeigten niedrigere Werte.

5. Da die Messungen ausnahmslos in den Monaten Juli und August erfolgten, so ist es sicher anzunehmen, dass diesen verhältnismässig hohen *ph*-Werten im Herbst und im Winter bedeutend niedrigere folgen, womit die von mir ermittelte Periodizität der Bodenazidität auch für die Podsolgebiete Nord-Europas gültig ist. Dass die Dilatation der *ph*-Werte, welche augenscheinlich von den Temperaturdifferenzen oberhalb 0 C° beeinflusst wird, hier geringer wird, als unter dem ariden Klima, braucht nicht näher erörtert werden.

Zum Schlusse möchte ich nun meinem lieben Freunde dem Forstkandidaten ERLING EIDE, Vorstand der norwegischen forstlichen Versuchsanstalt, sowie allen norwegischen Kameraden für ihre Kameradschaft und Unterstützung, sowie der forstlichen Hauptsektion des ung. Ackerbauministeriums für die Ermöglichung der Reise meinen innigsten Dank aussprechen. Desgleichen danke ich hier herzlichst dem Herrn A. K. CAJANDER Generaldirektor der finnischen Staatsforstverwaltung, sowie meinem lieben Freunde V. KUJALA dem finnischen Naturschutzinspektor für ihre tatkräftige Hilfe während der Bereisung der finnischen Wälder.

In der schwierigen Arbeit der Zusammenstellung des ausgiebigen Materials hat mich von dem Personal meines Institutes Herr Garteninspektor L. KISS und bei der Fertigstellung der Zeichnungen mein II. Assistent Z. KISZELY mit grosser Hingabe unterstützt. Ich spreche auch Ihnen meinen besonderen Dank aus.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungar. Akademie der Wissenschaften vom 16. März. 1931.)

## A KONJUGÁLT PONTOK FÖLHASZNÁLÁSA A LAGRANGE-FÉLE INTERPOLÁCIÓNÁL.

FEJÉR LIPÓT r. tagtól.

1. A LAGRANGE-féle interpoláció képlete a következő:

$$L(x) = y_1 l_1(x) + y_2 l_2(x) + \dots + y_n l_n(x). \quad (1)$$

Az HERMITE-féléé pedig:

$$X(x) = y_1 h_1(x) + \dots + y_n h_n(x) + y'_1 \mathfrak{h}_1(x) + \dots + y'_n \mathfrak{h}_n(x). \quad (2)$$

Itt

$$l_k(x) = \frac{\omega(x)}{\omega'(x_k)(x-x_k)}, \quad (3)$$

$$h_k(x) = v_k(x) (l_k(x))^2 = \left(1 - \frac{\omega''(x_k)}{\omega'(x_k)}(x-x_k)\right) (l_k(x))^2, \quad (4)$$

$$\mathfrak{h}_k(x) = w_k(x) (l_k(x))^2 = (x-x_k) (l_k(x))^2, \quad (5)$$

és  $\omega(x)$  jelenti az

$$\omega(x) = C(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_n) \quad (6)$$

racionális egész függvényt, hol  $C$  tetszésszerű zérustól különböző állandó.

Az (1) alatti LAGRANGE-féle képlet azt az egyetlen,  $n$ -nél alacsonyabb fokú,  $L(x)$  racionális egész függvényt állítja elő, mely a megadott és egymástól különböző  $x_1, x_2, \dots, x_n$  helyeken rendre az  $y_1, y_2, \dots, y_n$  értékeket veszi fel, míg a (2) alatti HERMITE-féle képlet azt az ugyancsak egyetlen,  $2n$ -nél alacsonyabb fokú  $X(x)$  racionális egész függvényt állítja elő, mely az  $x_1, x_2, \dots, x_n$  helyeken rendre az  $y_1, y_2, \dots, y_n$  értékeket, differenciálhányadosa pedig ugyanazon helyeken rendre az  $y'_1, y'_2, \dots, y'_n$  értékeket veszi fel.

Az  $l_k(x)$  függvényeket a LAGRANGE-féle interpoláció *alappfüggvényeinek* nevezem; a  $h_k(x)$  függvényeket az HERMITE-féle interpoláció *elsőrendű*, a  $h_k(x)$  függvényeket pedig eme interpoláció *másodrendű alappfüggvényeinek* nevezem.

Ha a különböző alappfüggvények előjelére irányítjuk figyelmünket, úgy azt vesszük észre, hogy a (3) alatti LAGRANGE-féle  $(n-1)$ -szer változtatja előjelét, úgyhogy tehát előjelváltásainak száma az  $n$ -nel, vagyis az interpoláló helyek számával, minden határon túl növekedik. Az HERMITE-féle (4) és (5) alatti  $h_k(x)$ ,  $h_k(x)$  alappfüggvények azonban csak *egyszer* változtatják előjelüket; és pedig  $h_k(x)$  nyilvánvalóan az

$$x = x_k \quad (7)$$

helyen, vagyis éppen az interpoláció szóbanforgó  $x_k$  helyén változtatja előjelét, míg a  $h_k(x)$  a

$$v_k(x) = 1 - \frac{\omega''(x_k)}{\omega'(x_k)}(x-x_k) = 0 \quad (8)$$

elsőfokú egyenlet gyökén, vagyis a

$$X_k = x_k + \frac{\omega'(x_k)}{\omega''(x_k)} \quad (9)$$

helyen változtatja előjelét. Már most az elsőrendű  $h_1(x)$ ,  $h_2(x)$ , ...  $h_n(x)$  alappfüggvények eme

$$X_1, X_2, \dots, X_n \quad (10)$$

jelváltási helyeit nevezem az

$$x_1, x_2, \dots, x_n \quad (11)$$

«pontrendszer» «konjugált pontrendszer»-ének. Röviden  $X_k$ -t a  $x_k$  konjugált pontjának mondom. Megjegyzem, ha, különös esetben,  $\omega''(x_k) = 0$ , akkor a (8) alatti  $v_k(x)$  *charakteristikus lineáritényező* azonosan 1-gyel egyenlő. Ez esetben (amikor  $h_k(x) = (l_k(x))^2$   $(2n-2)$ -edfokú, és, mint négyzet, előjelét egyszer sem változtatja) a (9) alatti formulának nincs értelme; akkor azt mondom, hogy az  $x_k$  konjugált pontja a végtelenben van, és ezt írom:  $X_k = \infty$ .



2. Látjuk, hogy a  $X_1, X_2, \dots, X_n$  konjugált pontok a LAGRANGE-féle interpolációnál nem is kerülnek felszínre; az HERMITE-féle interpolációnál azonban önként jelentkeznek mint az elsőrendű alapfüggvények jelváltási helyei. De hasznosak a LAGRANGE-féle interpolációra is. Ezt legutóbb vettem észre és e dolgozatomnak egyik főcélja éppen abban áll, hogy bemutassam a konjugált pontok szerepét a LAGRANGE-féle interpoláció elméletében.

Az interpolációra vonatkozó régebbi dolgozataim,<sup>1</sup> melyeknek közlését 1915-ben kezdtem meg, túlnyomóan a különböző HERMITE-féle interpolációkkal foglalkoznak. A főkérdés ezekben a dolgozatokban legtöbbször az, hogy milyen interpolációs pontrendszerek esetében konvergálnak az HERMITE-féle interpolációs polynomok a megadott és mindenütt folytonos  $f(x)$  függvényhez. E kérdés megoldására, kezdettől fogva, a konjugált pontokat használtam fel, ha eleinte nem is adtam nekik ezt a nevet. Már most ebben a közleményben főleg az eredeti LAGRANGE-féle interpolációs polynomoknak az  $f(x)$  függvényhez való konvergenciáját vizsgálom, és megmutatom, hogy a konjugált pontok e kérdés megoldására is jól felhasználhatók.

Ismeretes, hogy a FOURIER-féle, és a rokon-sorok szummabilitásának elmélete előnyösen fölhasználható e sorok konvergenciaelméletében. Talán evvel a ténnyel lehet párhuzamba állítani azt a másikat, melyet e dolgozatomban leszek bátor legalább röviden jelezni, hogy az HERMITE-féle interpoláció elmélete előnyösen fölhasználható a LAGRANGE-féle elméletében.

3. Kissé részletesebben csak két jellegzetes példát tárgyalok. Legyenek  $x_1, x_2, \dots, x_n$  az  $\omega(x) = T_n(x) = 0$  egyenlet gyökei,

<sup>1</sup> a) Interpolációról. Math. és Természettud. Ért., XXXIV. kötet, 209—229. o., (1916). b) Über Interpolation. Göttinger Nachrichten, 1916, 66—91. o. c) Über Weierstrass'sche Approximation, besonders durch Hermite'sche Interpolation. Math. Annalen, 102. k., 707—725. o., (1930). d) Die Abschätzung eines Polynoms in einem Intervalle, wenn Schranken für seine Werte und ersten Ableitungswerte in einzelnen Punkten des Intervalles gegeben sind, und ihre Anwendung auf die Konvergenzfrage Hermite'scher Interpolationsreihen. Math. Zeitschrift, 32. k., 426—457. o., (1930). — A komplex LAGRANGE-féle interpolációval foglalkozik a következő dolgozatom: e) Interpolation und konforme Abbildung. Göttinger Nachrichten, 1918, 319—331. o.

hol  $T_n(x) = \cos n\theta$ , ha  $x = \cos \theta$ ; azaz  $x_k = \cos(2k-1)\frac{\pi}{2n}$ ,  
 $k = 1, 2, \dots, n$ . Ekkor

$$v_k(x) = \frac{1 - x_k x}{1 - x_k^2}, \quad (12)$$

tehát a konjugált pont

$$X_k = \frac{1}{x_k}, \quad (13)$$

vagyis az  $x_k$  interpolációs pont konjugált harmónikus pontja (párja), ha alappontokul a  $-1$  és  $1$  pontokat választjuk. Ez kiesik a  $-1 \leq x \leq 1$  közből és e szerint (minthogy  $v_k(x_k) = 1$ )

$$v_k(x) > 0 \quad (14)$$

a  $-1 \leq x \leq 1$  közben.

De ennél még több is érvényes. Ugyanis

$$v_k(1) = \frac{1 - x_k}{1 - x_k^2} = \frac{1}{1 + x_k} > \frac{1}{2},$$

és

$$v_k(-1) = \frac{1 + x_k}{1 - x_k^2} = \frac{1}{1 - x_k} > \frac{1}{2},$$

tehát

$$v_k(x) > \frac{1}{2}, \quad (15)$$

ha

$$-1 \leq x \leq 1; \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

4. Most egy általános azonosságot említek fel. Ha a (2) alatti HERMITE-féle interpolációs képletet az  $y_1 = y_2 = \dots = y_n = 1$ ,  $y'_1 = y'_2 = \dots = y'_n = 0$  speciális esetre alkalmazzuk, akkor a

$$h_1(x) + h_2(x) + \dots + h_n(x) = 1, \quad (16)$$

vagyis, tekintettel (4)-re, a

$$v_1(x)(l_1(x))^2 + v_2(x)(l_2(x))^2 + \dots + v_n(x)(l_n(x))^2 = 1 \quad (17)$$

azonosságot kapjuk. Okoskodásaim egyik főpillére éppen ez az azonosság. Azt mondja ki, hogy a LAGRANGE-féle alapfüggvények négyzeteinek összege, ha előbb e négyzeteket rendre megszorozzuk a karakteristikus lineártényezővel, azonosan 1.

5. Mi következik most már a (17) azonosságból, ha figye-

lembe vesszük az  $\omega(x) = T_n(x)$  speciális esetben érvényes (15) alatti egyenlőtlenséget?

Nyilván az, hogy

$$\frac{1}{2} (l_1(x))^2 + \frac{1}{2} (l_2(x))^2 + \dots + \frac{1}{2} (l_n(x))^2 \leq 1, \quad (-1 \leq x \leq 1).$$

vagyis, hogy

$$(l_1(x))^2 + (l_2(x))^2 + \dots + (l_n(x))^2 \leq 2, \quad (-1 \leq x \leq 1). \quad (18)$$

Ez azt mondja, hogy az  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , úgynevezett trigonometrikus abszcisszákat esetében a LAGRANGE-féle alapfüggvények négyzetösszege  $\leq 2$  a  $-1 \leq x \leq 1$  közben.

Ebből például tüstént következik, hogy

$$|l_k(x)| \leq \sqrt{2}, \quad (19)$$

$$-1 \leq x \leq 1; k = 1, 2, \dots, n; n = 1, 2, 3, \dots,$$

tehát egy fontos és (tekintettel arra, hogy  $l_k(x_k) = 1$ ) nagyon kevésse javítható egyenlőtlenség.

Én azonban inkább arra helyezem a súlyt, hogy az

$$|l_1| + |l_2| + \dots + |l_n| \leq \sqrt{n} \sqrt{l_1^2 + l_2^2 + \dots + l_n^2} \quad (20)$$

SCHWARZ-féle egyenlőtlenségből, (18) alapján,

$$|l_1(x)| + |l_2(x)| + \dots + |l_n(x)| \leq \sqrt{2n}, \quad (-1 \leq x \leq 1), \quad (21)$$

folyik, amiből azután egy jól ismert okoskodással tüstént a következő tételt nyerjük:

Az  $x_1, x_2, \dots, x_n$  trigonometrikus abszcisszákhöz és az  $f(x)$  függvényhez tartozó  $L_n(x)$  LAGRANGE-féle interpolációs polynom az egész  $-1 \leq x \leq 1$  közben egyenletesen  $f(x)$ -hez konvergál, ha az interpoláló helyek száma  $n$ , minden határon túl növekedik. Az  $f(x)$  függvényről föltesszük, hogy a  $-1 \leq x \leq 1$  közben olyan LIPSCHITZ-féle föltételnek tesz eleget, melynek kitevője  $\frac{1}{2}$ -nél bármilyen kevésse nagyobb.

6. Még érdekesebb talán a következő, második speciális eset, amikor is  $x_1, x_2, \dots, x_n$  az  $\omega(x) = \int_{-1}^x P_{n-1}(t) dt = 0$  egyenlet gyökei (vagyis az  $(1-x^2) P'_{n-1}(x) = 0$ , vagyis még a

$P_n(x) - P_{n-2}(x) = 0$  egyenlet gyökei). Itt  $P_m(x)$  az  $m$ -edik LEGENDRE-féle polynomot jelenti. Ez esetben

$$\omega''(x_2) = \dots = \omega''(x_{n-1}) = 0,$$

úgyhogy

$$v_2(x) = \dots = v_{n-1}(x) \equiv 1,$$

míg az  $x_1 = 1$  és  $x_n = -1$  helyekre vonatkozólag még  $v_1(x) \geq 1$ ,  $v_n(x) \geq 1$  is érvényes a  $-1 \leq x \leq 1$  közben. E szerint (17) alapján

$$(l_1(x))^2 + (l_2(x))^2 + \dots + (l_n(x))^2 \leq 1, \quad (-1 \leq x \leq 1). \quad (22)$$

Ezeknél a speciális abszcisszáknál tehát a LAGRANGE-féle alapfüggvények quadrátösszege  $\leq 1$  a  $-1 \leq x \leq 1$  közben. Olyan  $x_1, x_2, \dots, x_n$  abszcisszaeloszlás nincs is a  $-1 \leq x \leq 1$  közben, amelyre vonatkozólag ez a négyzetösszeg *kisebb* volna 1-nél, az egész  $-1 \leq x \leq 1$  közben, mert  $l_n(x_k) = 1$ . Kimutatom most már, mert érdekesnek tartom, hogy nincs is más  $x_1, x_2, \dots, x_n$  értékrendszer, amelyre vonatkozólag ez a quadrátösszeg a  $-1 \leq x \leq 1$  közben  $\leq 1$  volna, mint éppen a szóbanforgó speciális értékrendszer. Ugyanis (22)-ből

$$|l_k(x)| \leq 1, \quad -1 \leq x \leq 1; \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (23)$$

következik, és már most kimutatom azt, hogy az egyetlen  $x_1, x_2, \dots, x_n$  értékrendszer, amelyhez tartozó  $l_1(x), l_2(x), \dots, l_n(x)$  LAGRANGE-féle alapfüggvények a (23) alatti egyenlőtlenségeknek tesznek eleget, éppen az  $(1-x^2)P'_{n-1}(x) = 0$  egyenlet gyökei.

*Bizonyítás.* A föltevés szerint

$$1 \geq x_1 > x_2 > \dots > x_{n-1} > x_n \geq -1.$$

Minthogy  $|l_k(x)| \leq 1$ , és  $l_k(x_k) = 1$ , tehát, ha  $x_k$  *belső* helye a  $-1 < x < 1$  köznek, akkor  $l_k(x)$ -nek az  $x_k$  pontban maximuma van, és így  $l'_k(x_k) = 0$ . De  $l'_k(x_k) = \frac{1}{2} \frac{\omega''(x_k)}{\omega'(x_k)}$ , tehát  $\omega''(x_k) = 0$ . Azonban  $x_2, x_3, \dots, x_{n-1}$  a föltevés szerint mindenestre *belső* helyei a köznek; e szerint  $\omega''(x_k) = 0$ , ha  $k = 2, 3, \dots, n-1$ . Minthogy pedig  $\omega''(x)$ -nek több mint  $n-2$  zérushelye nem is lehet (éppen annyi van), tehát  $x_1$  és  $x_n$  csak *határhelyei* lehetnek a köznek, vagyis  $x_1 = 1, x_n = -1$ . E szerint

$$\omega(x) = C(1-x^2)\omega''(x), \quad (24)$$

hol  $C$  állandó érték. Ebből a differenciálegyenletből azonban tüstént következik, hogy  $\omega(x) = c(1-x^2)P'_{n-1}(x)$ , hol  $P_{n-1}(x)$  az  $(n-1)$ -edik LEGENDRE-féle polynom, és  $c$  állandó érték.

Engem azonban most, ebben a második speciális esetben is inkább a (22) alatti és a SCHWARZ-féle egyenlőtlenségből folyó

$$|l_1(x)| + |l_2(x)| + \dots + |l_n(x)| \leq \sqrt{n}, \quad (-1 \leq x \leq 1), \quad (25)$$

egyenlőtlenség érdekel, mert ebből az  $(1-x^2)P'_{n-1}(x) = 0$  egyenlet gyökeihez, és az  $f(x)$  függvényhez tartozó LAGRANGE-féle interpolációs polynomra vonatkozólag ugyanolyan konvergencia-tétel következik, mint amilyent az imént fogalmaztam meg a trigonometrikus abszcisszák esetében.

7. E speciális esetek tárgyalása után már most jelezni akarom kissé általánosabb természetű eredményeimet.

A  $T_n(x)$  és az  $(1-x^2)P'_{n-1}(x)$  speciális JACOBI-féle polynomok. A JACOBI-féle polynomokat különben még hypergeometrikus polynomoknak is szokás nevezni. Az általános JACOBI-féle polynom egy  $n$ -edfokú racionális egész függvény  $\omega(x) = I_n(a, \beta, x)$ , melynek  $x_1, x_2, \dots, x_n$  gyökei, ha  $a \geq 0, \beta \geq 0$ , a  $-1 \leq x \leq 1$  közbe esnek, és amely az

$$(1-x^2)\omega''(x) + (2(a-\beta) - 2(a+\beta)x)\omega'(x) + n(n+2(a+\beta)-1)\omega(x) = 0 \quad (26)$$

differenciálegyenletnek tesz eleget. Ha  $a = \beta$  akkor állnak elő az úgynevezett ultrasphärikus polynomok  $I_n(a, a, x)$ . Például

$$I_n(0, 0, x) = (1-x^2)P'_{n-1}(x), \quad I_n\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, x\right) = T_n(x), \\ I_n\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, x\right) = P_n(x),$$

hol  $P_m(x)$  újra az  $m$ -edik LEGENDRE-polynomot jelzi.

Már most éppen olyan könnyen, mint az előző speciális esetekben, bebizonyítható a következő általános tétel; az  $f(x)$  függvény LAGRANGE-féle interpolációs polynomjai

$$L_1(x), L_2(x), \dots, L_n(x), \dots \quad (27)$$

az egész  $-1 \leq x \leq 1$  közben egyenletesen  $f(x)$ -hez konvergálnak, ha az  $x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, \dots, x_n^{(n)}$  interpolációs abszcisszák az  $I_n(a, \beta, x) = 0$  egyenletnek tesznek eleget, föltéve, hogy a JACOBI-féle polynomban szereplő  $a, \beta$  paraméterek a  $0 \leq a < \frac{1}{2}, 0 \leq \beta < \frac{1}{2}$  közbe esnek.

Az  $f(x)$  függvényről újra föltesszük, hogy az  $a - 1 \leq x \leq 1$  között olyan LIPSCHITZ-föltételnek tesz eleget, melynek kitevője  $> \frac{1}{2}$ .

Különben ez a módszer, amely a konjugált pontokra és a (17) alatti identitásra van alapítva, csekély változtatással a  $0 \leq \alpha \leq \frac{1}{2}$ ,  $0 \leq \beta \leq \frac{1}{2}$  esetre is alkalmazható, és akkor, az  $\alpha = \frac{1}{2}$ ,  $\beta = \frac{1}{2}$  esetben, a LEGENDRE—GAUSS-féle abszcisszák LAGRANGE-féle interpolációs polynomjaira kapunk egy konvergencia tételt.

8. Az előbb ismertetett JACOBI-féle speciális esetet most már elhagyjuk és általánosabb természetű vizsgálatokra térünk át. Eddig is mindig olyan interpolációs-csoportok (vagy abszcissza-csoportok) végtelen sorozatával

$$\begin{aligned}
 &x_1^{(1)} \\
 &x_1^{(2)}, x_2^{(2)} \\
 &x_1^{(3)}, x_2^{(3)}, x_3^{(3)} \\
 &\dots \\
 &x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)}, \dots, x_n^{(n)} \\
 &\dots
 \end{aligned} \tag{28}$$

állottunk szemben, amelynek, egy

$$a \leq x \leq b \tag{29}$$

számközhez viszonyítva, a következő három tulajdonsága van:

I. Az  $a \leq x \leq b$  köz a (28) alatti interpolációs pontokat mind magába zárja.

II. Az  $a < x < b$  köz viszont nem tartalmaz egyetlen konjugált  $N_k$  pontot sem, ami annyit jelent, hogy az összes  $v_k(x)$  karakterisztikus lineárfüggvények nemnegatívak az  $a \leq x \leq b$  közben; vagyis

$$v_k(x) \geq 0, \text{ ha } a \leq x \leq b; k = 1, 2, \dots, n; n = 1, 2, 3, \dots$$

III. Ezenfölül még<sup>1</sup>  $v_k(x) \geq \varrho$ , ha  $a \leq x \leq b; k = 1, 2, \dots, n;$

<sup>1</sup> I., II., III.-ből következik, hogy

$$(l_1(x))^2 + (l_2(x))^2 + \dots + (l_n(x))^2 \leq \frac{1}{\varrho},$$

$$|l_k(x)| \leq \frac{1}{\sqrt{\varrho}}, \quad h_k(x) \leq 1, \quad |h_k(x)| \leq \frac{b-a}{\varrho},$$

ha

$$-1 \leq x \leq +1; k = 1, 2, \dots, n; n = 1, 2, 3, \dots$$

Ezekből az egyenlőtlenségekből azután több nevezetes tétel következik a LAGRANGE-féle és az HERMITE-féle interpolációs sorozatokra vonatkozólag.

$n = 1, 2, 3, \dots$ , érvényes, hol a  $\rho$  pozitív szám (mely egyébként csak  $\leq 1$  lehet) független az  $x$ -től,  $k$ -tól,  $n$ -től.

Már most további általános vizsgálataim nagyrésze a következő kérdésre vonatkozik:

Mi következik egy tetszőszerinti (28) alatti csoportorozatra, ha (a III. elhagyásával) pusztán az I., II. föltevéseknek tesz eleget? Vagyis, egyesítve I-et és II-öt, mi következik a (28) alatti csoportorozatra vonatkozólag a következő praemissából:

(30) I, II: az  $a \leq x \leq b$  számköz minden (28) alatti pontot tartalmaz, viszont az  $a < x < b$  számköz konjugált pontoktól mentes.

Ekkor először is érvényes a következő tétel, mely a (28) alatti pontoknak az  $a \leq x \leq b$  közben való eloszlására vonatkozik: ha a (28) alatti pontok mind az  $a \leq x \leq b$  közben vannak, viszont  $a < x < b$  mentes konjugált pontoktól, akkor a (28) alatti pontok mindenütt sűrűen lepik el az egész  $a \leq x \leq b$  közt, és pedig a szónak a következő szigorúbb értelmében: ha  $i$  egy tetszőszerinti, az  $a \leq x \leq b$  közben fekvő részközt jelöl, akkor az  $x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, \dots, x_n^{(n)}$  csoportnak legalább is egy pontja benne van az  $i$  közben, ha csak  $n$  elegendő nagy.

Egyéb, szintén a (30) kizárólagos föltevéséből eredő és a (28) alatti pontok eloszlására vonatkozó eredményeimről itt nem szölok.

Másodszor a (30) alatti praemissából a következő általános konvergenciatétel következik: ha a (28) alatti pontcsoport-sorozat kielégíti a (30) alatti föltételt, akkor a hozzá és az  $f(x)$  függvényhez tartozó LAGRANGE-féle interpolációs polynomsorozat  $L_n(x)$ , ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ),  $f(x)$ -hez konvergál az  $a < x < b$  köz minden belső pontjában, és pedig egyenletesen minden kisebb  $a + \varepsilon \leq x \leq b - \varepsilon$  közben.  $f(x)$  újra  $\frac{1}{2}$ -nél nagyobb kiterőjű LIPSCHITZ-féle föltételnek tegyen eleget.

Ez a konvergenciatétel különösen azért figyelemreméltó, mert minden csoportorozatra érvényes, melynek pontjai az  $a \leq x \leq b$  közben vannak, konjugált pontjai pedig az  $a < x < b$  közön kívül.

9. További vizsgálataim annyiban általánosabbak még az előbbieknél is, amennyiben most megtartom ugyan az I. alatti



föltevést, de a II. alatti föltevést egy kevésbé megszorító II'. föltevéssel helyettesitem. Mindjárt az egyesített I., II'. föltevést fogalmazom meg:

(31) I., II'.:  $a$  (28) alatti pontok az  $a \leq x \leq b$  közben vannak, és a  $p < x < q$  részköz mentes konjugált pontoktól ( $a \leq p < q \leq b$ ).

Ennek az általánosabb esetnek a tárgyalását a hypergeometrikus abszcisszák teszik szükségessé, ha áttérünk  $\frac{1}{2}$ -nél nagyobb  $\alpha, \beta$  parameterértékekre. Az idetartozó általános eredményeknek, valamint a JACOBI-féle speciális esetre való alkalmazásuknak felsorolását azonban, rövidség kedvéért, elhagyom.

10. Végezetül megemlítem a NEWTON-féle esetet:

$$x_k^{(n)} = 1 - k \frac{2}{n+1}; \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (32)$$

Itt az egyes abszcisszacsoportok äquidistansak. Mint ismeretes, ez az interpoláció konvergencia szempontjából nem előnyös. Ez összhangzásban van a következő ténnyel: a konjugált pontok

$$X_1^{(n)}, X_2^{(n)}, \dots, X_n^{(n)}$$

mind <sup>1</sup> a  $-1 \leq x \leq 1$  közben vannak, és azt *mindenütt sűrűn lepjék el.*

---

<sup>1</sup> Kivéve a  $X_{2^{\nu-1}}^{(2^{\nu-1})}$  konjugált pontokat ( $\nu=1, 2, 3, \dots$ ), melyek a végtelenbe esnek.

# ANWENDUNG DER KONJUGIERTEN PUNKTE BEI LAGRANGESCHER INTERPOLATION.

Von LEOPOLD FEJÉR.

1. Die LAGRANGESCHE Interpolationsformel lautet:

$$L(x) = y_1 l_1(x) + y_2 l_2(x) + \cdots + y_n l_n(x), \quad (1)$$

die HERMITESCHE

$$X(x) = y_1 h_1(x) + \cdots + y_n h_n(x) + y'_1 \mathfrak{h}_1(x) + \cdots + y'_n \mathfrak{h}_n(x). \quad (2)$$

Hier ist

$$l_k(x) = \frac{\omega(x)}{\omega'(x_k)(x-x_k)}, \quad (3)$$

$$h_k(x) = v_k(x) (l_k(x))^2 = \left(1 - \frac{\omega''(x_k)}{\omega'(x_k)}(x-x_k)\right) (l_k(x))^2, \quad (4)$$

$$\mathfrak{h}_k(x) = w_k(x) (l_k(x))^2 = (x-x_k) (l_k(x))^2, \quad (5)$$

$k = 1, 2, \dots, n,$

wo  $\omega(x) = C(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_n)$ , und  $C$  eine beliebige, von Null verschiedene, Konstante bezeichnet.

Das Grundpolynom  $l_k(x)$  der LAGRANGESCHEN Interpolation ändert sein Vorzeichen an allen Interpolationsstellen ( $x_k$  ausgenommen); hingegen ändert ein Grundpolynom erster Art:  $h_k(x)$ , oder ein Grundpolynom zweiter Art:  $\mathfrak{h}_k(x)$  der HERMITESCHEN Interpolation sein Vorzeichen nur für einen einzigen Wert von  $x$ ; u. zw.  $\mathfrak{h}_k(x)$  an der Interpolationsstelle  $x = x_k$ ,  $h_k(x)$  an jener Stelle  $X_k$ , wo  $v_k(x) = 0$  ist, d. h. an der Stelle

$$X_k = x_k + \frac{\omega'(x_k)}{\omega''(x_k)}.$$

$X_1, X_2, \dots, X_n$  nenne ich das zu  $x_1, x_2, \dots, x_n$  gehörige *konjugierte* Punktsystem. (2) liefert für

$y_1 = y_2 = \dots = y_n = 1, \quad y'_1 = y'_2 = \dots = y'_n = 0$   
die Identität

$$h_1(x) + h_2(x) + \dots + h_n(x) = 1, \quad (6)$$

d. h.

$$v_1(x) (l_1(x))^2 + v_2(x) (l_2(x))^2 + \dots + v_n(x) (l_n(x))^2 = 1. \quad (7)$$

Sind also  $x_1, x_2, \dots, x_n$  etwa im Intervalle  $-1 \leq x \leq 1$  gelegen, und ist

$$v_k(x) \geq \varrho, \quad \text{für} \quad -1 \leq x \leq 1; \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

wo  $\varrho$  eine positive Zahl ( $\leq 1$ ) bezeichnet, so liefert (7) für die Quadratsumme der LAGRANGESCHEN Grundfunktionen  $l_k(x)$

$$(l_1(x))^2 + (l_2(x))^2 + \dots + (l_n(x))^2 \leq \frac{1}{\varrho}, \quad -1 \leq x \leq 1, \quad (9)$$

also auch

$$|l_k(x)| \leq \frac{1}{\sqrt{\varrho}}, \quad h_k(x) \leq 1, \quad |h_k(x)| \leq \frac{2}{\varrho},$$

(für  $-1 \leq x \leq 1, k = 1, 2, \dots, n$ ); weiter aber noch, auf Grund der SCHWARZSCHEN Ungleichung,

$$|l_1(x)| + |l_2(x)| + \dots + |l_n(x)| \leq \frac{1}{\sqrt{\varrho}} \sqrt{n}, \quad (-1 \leq x \leq 1). \quad (10)$$

Z. B. ist für die im Intervalle  $-1 < x < 1$  liegenden Nullstellen  $x_1, x_2, \dots, x_n$  des  $n$ -ten hypergeometrischen (JACOBI'SCHEN) Polynoms  $\omega(x) = I_n(\alpha, \beta, x)$ , (wo  $\alpha > 0, \beta > 0$ ), da doch

$$(1-x^2)\omega'' + (2(\alpha-\beta) - 2(\alpha+\beta)x)\omega' + n(n+2(\alpha+\beta)-1)\omega = 0, \quad (11)$$

$$v_k(1) = 1 - \frac{\omega''(x_k)}{\omega'(x_k)}(1-x_k) = \quad (12)$$

$$= 1 - 2(\alpha+\beta) + \frac{4\alpha}{1+x_k} > 1 - 2\beta,$$

und, ähnlich,

$$v_k(-1) > 1 - 2\alpha, \quad (13)$$

so dass also, wenn  $0 \leq \alpha < \frac{1}{2}, 0 \leq \beta < \frac{1}{2}$ ,

$$v_k(x) \geq \varrho, \quad -1 \leq x \leq 1; \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (14)$$

wo  $\varrho$  die kleinere der beiden positiven Zahlen  $1-2\alpha$ ,  $1-2\beta$  bezeichnet. (8) ist also befriedigt. Aus (10) ergibt sich aber schon in üblicher Weise, dass die LAGRANGESCHE Folge  $L_1(x)$ ,  $L_2(x)$ , ...  $L_n(x)$ , ... im ganzen Intervalle  $-1 \leq x \leq 1$  gleichmässig zu  $f(x)$  konvergiert, wenn die Interpolationsstellen  $x_1^{(n)}$ ,  $x_2^{(n)}$ , ...  $x_n^{(n)}$  die hypergeometrischen sind (mit  $0 \leq \alpha < \frac{1}{2}$ ,  $0 \leq \beta < \frac{1}{2}$ ), und wenn die Funktion  $f(x)$ , zu welcher die LAGRANGEfolge gehört, im Intervalle  $-1 \leq x \leq 1$  eine LIPSCHITZSche Bedingung befriedigt, deren Exponent  $> \frac{1}{2}$  ist.

2. Es folgen allgemeinere Untersuchungen. Weiss man von einer Folge von Interpolationspunktgruppen  $x_1^{(n)}$ ,  $x_2^{(n)}$ , ...  $x_n^{(n)}$ , ( $n=1, 2, 3, \dots$ ), dass sie alle im Intervalle  $a \leq x \leq b$  liegen, während kein konjugierter Punkt  $X_k^{(n)}$  in  $a < x < b$  liegt (d. h.  $v_k(x) \geq 0$ , für  $a \leq x \leq b$ , also eine wesentlich geringere Voraussetzung als  $v_k(x) \geq \varrho$ ), so folgen aus dieser Voraussetzung merkwürdige allgemeine Sätze über die *Verteilung* der Punktgruppen, und über die *Konvergenz* der LAGRANGEfolge  $L_n(x)$  einer Funktion. Z. B. gilt der Satz: die  $x_1^{(n)}$ ,  $x_2^{(n)}$ , ...  $x_n^{(n)}$ , ( $n=1, 2, \dots$ ) bedecken das Intervall  $a \leq x \leq b$  *überalldicht*, und der Konvergenzsatz:  $\lim_{n \rightarrow \infty} L_n(x) = f(x)$  für  $a < x < b$ , u. zw. gleichmässig für jedes engere Intervall  $a + \varepsilon \leq x \leq b - \varepsilon$ .  $f(x)$  genügt einer LIPSCHITZbedingung mit einem Exponenten  $> \frac{1}{2}$ . Der Beweis dieser Sätze ist äusserst elementar. — Für die NEWTONSchen Abszissen (äquidistante Interpolationspunkte)

$$x_k^{(n)} = 1 - k \frac{2}{n+1}; \quad k = 1, 2, \dots, n; \quad n = 1, 2, \dots$$

gilt: die konjugierten Punkte  $X_k^{(n)}$  liegen alle<sup>1</sup> im Intervalle  $-1 \leq x \leq 1$ , und bedecken es *überalldicht*.

<sup>1</sup> Mit Ausnahme der  $X_\nu^{(2\nu-1)}$ , ( $\nu=1, 2, 3, \dots$ ).

## GÁZPIPETTA TELITETLEN SZÉNHIIDRÓGÉNEK ELNYELETÉSÉHEZ.

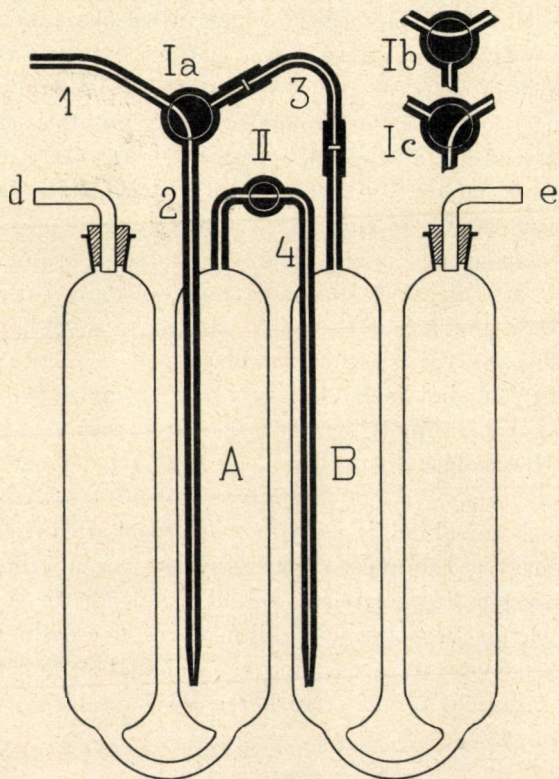
PLANK JENŐ-től.

Általánosán ismert szabály, hogy gázelemzéseknél a telitetlen szénhidrogének elnyeletéséhez nem szabad brómot használni, ha a zárófolyadék higany. Ilyen esetekben füstölgő kénsavval kell elvégezni az elnyeletést, mert a bróm a higanyt megtámadja és így a kapilláris csövek és a bűretta elpiszkolódna. Eltekintve attól, hogy füstölgő kénsavval dolgozni nem nagyon kellemes, nagyon kell ügyelni arra, hogy a higany és főleg az összekötő gummicövek ne érintkezhessenek a kénsavval. A telitetlen szénhidrogének elnyeletése után, történjék ez akár füstölgő kénsavval akár brómmal, a gázt, térfogatának lemérése előtt meg kell mosni alkálihidroxid oldattal, hogy a gázban maradt gőzöket eltávolítsuk.

Hogy brómmal lehessen a telitetlen szénhidrogének elnyeletését elvégezni, amikor higany a zárófolyadék olyan készülékre van szükség, melyből a brómgőzök nem juthatnak a higanyhoz. Ezt a feltételt sikerült megvalósítanom a mellékelt ábrán látható kettős pipettával. Két pipetta két kapilláris híddal van összekötve. A felső hídba egy karlsruhei csap (I) az alsóba egy egyszerű csap van beépítve (II). A felső hidat nem lehet egy darabból forrasztani, mert így az üveg feszülése miatt a készülék nagyon törékennyé válna. A pipetták *A* és *B* tere üvegcsövekkel vagy üvegcserepekkel van kitöltve, hogy a felületet növeljük. Az elnyeletéshez *A*-ba brómvizet, *B*-be nátriumhidroxidoldatot (kb. 10 %-os) töltünk.

Az oldatok betöltése után természetesen először a levegőt kell kiűzni *A* és *B*-ből valamint az összes kapilláris csövekből.

E célból az I. csapot elzárjuk, a II. csapot nyitjuk és *d*-nél történő gyenge fúvással buboréktól mentesen megtöltjük *A*-t és *4*-et brómvízzel. Most elzárjuk a II. csapot, I. csapot *a* helyzetbe fordítjuk és mint fent, megtöltjük a *2* kapillárt. Ezután az I. csapot *b* hely-



1. ábra.

zetbe fordítjuk és *e*-nél történő fúvással megtöltjük *B*-t, *3*-at és *I*-et nátriumhidroxidoldattal.

A pipetta így most használatra kész. A gázbürettát *1*-hez kapcsoljuk, I. csapot *a* helyzetbe fordítjuk és a büretta nívauedényének emelésével a gázt behajtjuk a brómvízbe, melyben apró buborékokban száll fel. A higanyt az I. csapig visszük előre, akkor a csapot *c* helyzetbe fordítjuk el és a *2* kapillárisban maradt

gázt  $e$ -nél történő gyenge fúvással nátriumhidroxid oldattal kiszorítjuk, és a csapot zárjuk. A telítetlen szénhidrogének elnyeletése így  $A$ -ban megtörténik. A gázhoz elegyített brómgőzők eltávolítása végett II. csapot nyitjuk és  $e$ -nél gyengén szívva a gázt  $B$ -ben átbuborékolatjuk a nátriumhidroxid oldaton. Ha a gázt, a tökéletes elnyeletés biztosítása végett újból akarjuk brómvízzel összehozni a II. csapot zárva I-et  $c$  helyzetbe állítva  $e$ -nél addig fuvunk, mígnem az egész gáz  $A$ -ba jutott és a 2 kapillár megint megtelt lúgos oldattal. A brómgőzők fent említett eltávolítása után a gázt vissza kell vinni a bürettába térfogatának megmérése végett. Ennek módja következő. A II. csap zárva marad, I-et  $c$  helyzetbe forgatjuk és  $e$ -nél fújva a lúgos oldatot a 3 kapillárisból az I. csapon túl visszük. Mikor a gázzal a csaphoz jutunk, azt hirtelen átfordítjuk  $b$  állásba és a niveauedény süllyesztésével a gázt átszívadjuk a bürettába. A kapilláris csövekből a gázt a lúgoldat felszívásával visszük tovább.

A fenti leírásból látható, hogy sem brómvíz, sem brómgőz nem juthat a higannyal érintkezésbe, így tehát a higany és a készülék elpiszkolása nem lehetséges. A kettőspipettával való munka nagyon egyszerű és nem kíván különös gyakorlatot. Gyakorlati gázelemzéseknel is nagyon célszerűen alkalmazható ez a készülék, mert a brómvízzel való elnyeletés és a brómgőzők eltávolítása a pipetták cserélése nélkül eszközölhető. A gyorsabb elnyeletés elérése végett a gázt kihúzott végű csövön vezetjük a folyadékok mélyére itt apró buborékok alakjában kell felszállnia, miáltal a folyadékkal való érintkezés tökéletesebb.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. ápr. 28-án tartott üléséből.)



# DOPPELPIPETTE ZUR ABSORPTION UNGESÄTTIGTER KOHLENWASSERSTOFFE.

Von J. PLANK.

Die Doppelpipette ermöglicht die Absorption ungesättigter Kohlenwasserstoffe mit Brom auch unter Anwendung von Quecksilber als Sperrflüssigkeit, da das Gas nach erfolgter Absorption durch eine Alkalihydroxydlösung streichen muss um in die Bürette zu gelangen, also nur von Dämpfen befreit mit Quecksilber in Berührung kommen kann.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April 1931.)

## A MÁSODFOKÚ VALÓS SZÁMTEST OSZTÁLYSZÁMÁRÓL S ALAPEGYSÉGÉRŐL.

RÉDEI LÁSZLÓ-tól. (Mezőtúr.)

A másodfokú számtest ideálosztályainak csoportjában a 2-höz tartozó bázisszám  $\lambda - 1$ , ahol  $\lambda$  a discrimináns különböző primtenyezőinek számossága, s az ideálok aequivalentiáját «szűkebb» értelemben vettük, azaz  $a \approx a_1$ , ha lehetséges  $a = \alpha a_1$ , hol  $\alpha$  pozitív normával bíró száma a számtestnek.<sup>1</sup> Így az osztályszám osztható  $2^{\lambda-1}$ -gyel s ez utóbbi szám egyszersmind a génuszok számossága. Feladatunk lesz eldönteni, mely esetekben osztható az osztályszám  $2^\lambda$ -val, azaz mely esetekben tartalmaz az ideálosztályok csoportja 4-edrendű csoportelemet, vagy ugyanezen kérdés harmadik alakban, mikor páros a test egyegy génusza által tartalmazott ideálosztályok számossága? Képzetes testre HURWITZ<sup>2</sup> tárgyalta a  $\lambda = 2, 3$  eseteket. Bővebben foglalkoztak ez utóbbi kérdéssel LERCH<sup>3</sup> és ennek nyomán PLANCHEREL.<sup>4</sup> Utóbbi rekurziós képletet állapított meg a kérdés eldöntésére s kidolgozta a  $\lambda = 4, 5$  példákat. Szerző e kérdést elintézte explicit képlet segítségével.<sup>5</sup>

Jelen dolgozatban a kérdésnek valós testekre vonatkozó

---

<sup>1</sup> L. pl. HECKE: Vorl. u. d. Theorie d. alg. Zahlen (1923), 179.

<sup>2</sup> Acta Math., 19 (1895), 378—79.

<sup>3</sup> Acta Math. 30 (1906), 260—79.

<sup>4</sup> Thesis, Pavia, 1908, 94 pp. Revista di fisica, di math., 17 (1908), 265—80, 505—15, 585—96; 18 (1908), 77—93, 179—96, 243—57.

<sup>5</sup> Ezen Értesítő, 44 (1927), 230—45. Ugyanez néhány módosítással: Journ. f. d. r. u. ang. Math., 159 (1928), 210—19. Előbbi röviden mint «E. 44» idézzük.

részét tárgyaljuk, melyre szintén sikerült feleletet nyernünk (664. l. I. tétel). Kiindulunk PLANCHERELnek<sup>6</sup> bizonyos relációiból, melyek a képzetes testeknél alapul vetteknek megfelelői és az osztályszámképletekből elemi úton adódnak. Ezeket szerzőjük «nem oly fontosaknak» tartja (mint t. i. a képzetes testekre vonatkozókat) s nem is von le belőlük következtetéseket. Mi ellenben ezen relációk alapján még egy elégséges feltételt is nyertünk ahhoz, hogy egy másodfokú számtestben negatív normával bíró egység létezzék (679. l. II. tétel). E tétel általánosítása DIRICHLET<sup>7</sup> s TANO<sup>8</sup> tételei közül azoknak, melyek  $\left(\frac{x}{y}\right)$  (és nem  $\left(\frac{x}{y}\right)_4$ ) jelekkel nyertek kifejezést.<sup>9</sup> Kiderült továbbá, hogy FUETER<sup>10</sup> idevágó szükséges feltétele, melyet az osztálytestek alkalmazásával nyert, semmitmondó (l. jelen dolgozat végén).

Végül megemlítjük az önmagában sem érdektelen III. segéd-tételt (658. l.), melyet (a 12. lábjegyzetben) mint egy kombinatorikai feladat megoldását is megfogalmaztunk.

Úgy az első kérdésre vonatkozó kriteriumunk, mint az említett elégséges feltételünk bizonyos  $L(m, q)$  (662. l.) jel által nyer megfogalmazást, mely jel a discrimináns primitényezőiből alakított  $\left(\frac{p}{p'}\right)$  LEGENDRE-jelek egyszerű kifejezése.

Megjegyezzük, hogy jelen valós testek sokkal súlyosabb feladat elé állítanak bennünket (mint a képzetes testek). A két feladat tárgyalásának alapjául szolgáló relációk közül (melyeket fentebb «megfelelőknek» mondtunk, mert a vonatkozó osztályszámképletek hasonló kezelésével adódnak) a képzetes testekre vonatkozók (E. 44.  $(9_1), \dots, (9_3)$ ) azonnal mint kongruenciák írhatók, míg az idevágók az osztályszámokat, mint alapegységekhez illesztett kitevőket tartalmazzák; tárgyalásunk fordulópontja lesz

<sup>6</sup> Idézett Thesis, 79—82.

<sup>7</sup> Werke I., 219—236. l.

<sup>8</sup> Journ. f. d. r. u. ang. Math., 105 (1889), 160—69.

<sup>9</sup> TANO: id. h. 162, 165. l. Ezekben bennfoglaltatvák DIRICHLET említett eredményei. — Más helyen foglalkozni kívánunk  $\left(\frac{x}{y}\right)_4$  jelekkel kifejezhető feltételekkel.

<sup>10</sup> Jahresb. d. deutsch. Math. Verein, 20 (1911), 45—46.

az áttérés ezen egyenletekről a  $((10), \dots, (10_{3a}))$  kongruenciákra, melyek hasonlítanak ugyan a képzetes testekre vonatkozókhöz, de bonyolultabbak s megoldásuk fáradságosabb.

Annál inkább szembeszökő a kétféle testre vonatkozó vég-eredmények meglepő rokonsága, különösen, ha az osztályszám-  
nak heterogén «végképleteire» gondolunk, melyek mod  $2^{\lambda}$  mégis hasonlóan viselkednek (v. ö. a tételhez fűzött megjegyzésekkel), tehát egy mélyebb összefüggést sejtetnek.

\*

1. Megállapodunk a következő jelölésekben és előrebo-  
csáj-  
tunk néhány ismeretes ténnyt:

$k(D)$  tetszésszerinti másodfokú számtest,  $D$  ennek discrimi-  
nánsa,  $H(D)$  és  $h(D)$  a «a szűkebb» illetőleg «tágabb» értelemben  
vett osztályszám,  $\lambda$  a  $D$  különböző prímtenyezőinek számossága.

$D = 4m$ , ha  $D$  páros, különben  $D = m$ .

$R$  a racionális számok teste,  $R(x, y, \dots)$  az előbbiből az  
 $x, y, \dots$  számok adjungálásával keletkezett test. Akkor

$$k(D) = R(\sqrt{D}) = R(\sqrt{m}).$$

$\sigma_m$  a  $k(D)$ -nek 1-nél nagyobb alapegysége, ha  $D > 0$ .

$N\omega$  az  $\omega$ -nak ( $R$ -re vonatkoztatott) normája. Valós testek-  
nél  $H(D) = 2h(D)$ , ha  $N\sigma_m = +1$ , különben (képzetes testeknél  
is)  $H(D) = h(D)$ .

A  $p, q$  betűk, bármilyen indexszel és ékezetten ellátva is,  
pozitív prímszámok,  $n$  pozitív négyetmentes páratlan egész szám,  
 $\nu$  az  $n$  prímtenyezőinek számossága, ha  $n > 1$  s ekkor  $n = p_1 p_2 \dots p_\nu$ ,  
különben  $\nu = 0$ . Ha  $n > 1$ , akkor  $n = p_k n_k$ .

$D$  számára a  $-n, -4n, -8n, n, 4n, 8n$  értékek lehetségesek,  
közülük az elsöben és ötödikben  $n \equiv 3 \pmod{4}$ , a második- és  
negyedikben  $n \equiv 1 \pmod{4}$ . A továbbiakban  $D > 0$ , ha mást nem  
mondunk.

Racionális egész  $a, b$  értékekre, hol  $b$  páratlan,  $\left(\frac{a}{b}\right)$   
a JACOBI-symbolum, az  $\left(\frac{a}{-b}\right) = \left(\frac{a}{b}\right) = 1$  és  $b > 1$  mellett  
a  $\left(\frac{b}{b}\right) = 0$  szokásos kiegészítésekkel.

Páratlan pozitív  $a$  mellett  $\varepsilon(a) = \left(\frac{-1}{a}\right) = (-1)^{\frac{a-1}{2}}$ ;

$\varepsilon_k = \varepsilon(p_k)$ .

$(x, y)$  a legnagyobb közös osztó jele;  $x|y$  azt jelenti, hogy  $x$  osztója  $y$ -nak.  $\varphi(x)$  az EULER-féle jel;

$$\varphi(n) = (p_1 - 1)(p_2 - 1) \dots (p_\nu - 1).$$

$d$  osztója  $n$ -nek,  $\lambda$  az  $n_\nu$ -nek.

$\alpha_k$  s  $\omega$  a legkisebb argumentumú komplex  $p_k$ -dik, illetőleg  $8$ -dik egységgyök.

Az  $\left[\frac{n}{d}\right] = \pm 1$  az által van értelmezve, hogy

$$\left[\frac{n}{p_k}\right] = \left(\frac{n_k}{p_k}\right), \quad \left[\frac{n}{xy}\right] = \left[\frac{n}{x}\right] \left[\frac{n}{y}\right], \quad \left[\frac{n}{1}\right] = 1,$$

a  $[2^c d, n] = 0$  vagy  $1$  az által van értelmezve, hogy

$$[2^c d, n] = \prod_p \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{2^c d}{p}\right)\right), \quad (1)$$

hol  $p \mid \frac{n}{d}$ , a  $[2^c n, n] = 1$  kiegészítéssel. (A jövőben is az oly szorzat értéke, melynek «nincs» tényezője,  $1$ -nek veendő.)

$n > 1$  és  $(s, n) = 1$  mellett

$$P_{1,s}(n) = \prod (1 - \alpha_1^{s a_1} \dots \alpha_\nu^{s a_\nu}), \quad (2_1)$$

$$P_{2,s}(n) = \prod (1 + i \alpha_1^{s a_1} \dots \alpha_\nu^{s a_\nu}), \quad (2_2)$$

$$P_{3,s}(n) = \prod \frac{1 + \omega \alpha_1^{s a_1} \dots \alpha_\nu^{s a_\nu}}{1 - \omega \alpha_1^{s a_1} \dots \alpha_\nu^{s a_\nu}}, \quad (2_3)$$

hol  $a_k$  ( $k=1, \dots, \nu$ ) befutja a mod  $p_k$  inkongruens négyzetes maradékokat.

Végül

$$\eta_m = \left| \sigma_m \frac{h(D)}{2^{l-1}} \right|, \quad (3)$$

hol « $|\cdot|$ » az abszolút érték jele.

2. Érvényesek a következő összefüggések:

$$P_{1,s}(n) = \pm \sqrt[8]{i^{\frac{\varphi(n)}{2^\nu}} [\sqrt{n}]_{\nu-1} \prod_{\substack{d=1 \pmod{4} \\ d > 1}} \eta_d^{-\left(\frac{s}{d}\right) \left[\frac{n}{d}\right]_{[d,n]}}}, \quad (4_1)$$

$$P_{2,s}(n) = \\ = \pm \sqrt[3]{i} \omega \frac{\varphi(n)}{2^v} \prod_{d \equiv 3 \pmod{4}} \eta_d \left(\frac{-1}{n}\right) \left(\frac{s}{d}\right) \left[\frac{n}{d}\right]_{[d,n]} \prod_{\substack{d \equiv 1 \pmod{4} \\ d > 1}} \eta_d \left(\frac{s}{d}\right) \left[\frac{n}{d}\right] \frac{1 - \left(\frac{2}{d}\right)}{2} [d,n], \quad (4_2)$$

$$P_{3,s}(n) = \\ = \pm i \frac{\varphi(n)}{2^v} \prod_d \eta_{2d} \left(\frac{s}{d}\right) \left[\frac{n}{d}\right] \left| \frac{1 + \left(\frac{-1}{d}\right)}{2} \left(\frac{2}{nd}\right) - \frac{1 - \left(\frac{-1}{d}\right)}{2} \left(\frac{-2}{nd}\right) \right|_{[2d,n]}. \quad (4_3)$$

Ezek elseje az

$$s = n_1 + n_2 + \dots + n_v, \quad \alpha_k = \cos \frac{2\pi}{p_k} + i \sin \frac{2\pi}{p_k} \quad (k=1, 2, \dots)$$

helyettesítés,  $2^v$  hatványra emelés és logaritmálás után átmegy PLANCHEBEL<sup>11</sup> összefüggésébe s ennek könnyen nyerhető általánosítása. Az erre, valamint a  $(4_2)$ -s  $(4_3)$ -ra vonatkozó számításokat helykimelés kedvéért mellőzzük. — Az itt használt jelekre nézve: a « $[\ ]$ » jelhez illesztett « $\nu=e$ » azt jelenti, hogy az illető rész csupán a  $\nu=e$  esetre értendő; a szorzatok jelei alá írtuk a  $d \mid n$ -hez járuló esetleges további megszorításokat; a szereplő  $\sqrt[3]{1}$  és  $\pm 1$  szorzók közelebbi értékére itt nem lesz szükségünk, bár, mint csakhamar látni fogjuk, feladatunk épp egy, a (4) egyenleteken alapuló előjelmeghatározás; ugyancsak nem lesz szükségünk az  $\eta$ -hoz illesztett kitevők teljes értékére, csupán ezek abszolút értékére, ami 0 vagy 1 s meg van adva a szereplő kitevők utolsó  $-\left[x, n\right]$ -tényezője által, amelyhez a  $(4_2)$  második  $II$  jele alatt az  $\frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{2}{d}\right)\right)$  tényező járul.

**3. I. Segéd-tétel.** Ha  $\gamma = u + v \sqrt{m}$  pozitív normával bíró egysége  $R(\sqrt{m})$ -nek és  $u, v$  pozitív racionális számok, akkor  $\sqrt{\gamma} = (\sqrt{2})^c (e \sqrt{m_1} + f \sqrt{m_2})$ , hol  $m_1, m_2$  pozitív egész számok és  $m_1 m_2 = m$ ;  $e, f$  racionálisak és  $c=0$  vagy 1; az  $m \equiv 1 \pmod{4}$  esetben csupán  $c=0$  lehetséges, míg páros  $m$  esetében  $c=0$  tehető. Így  $\sqrt{\gamma} \in R(\sqrt{q_1}, \sqrt{q_2}, \dots, \sqrt{q_l})$ , hol  $q_1, q_2, \dots$  a  $D$  különböző prímtenyezői.

<sup>11</sup> Idézett Thesis, 81. Itt az osztályszámok quadratikus alakokra vonatkoznak, mi szívesebben a másodfokú testekre vonatkoztattuk tárgyalásunkat.

E segédttétel tartalma ismeretes, itt csupán kényelem kedvéért vázoljuk bizonyítását:

$u^2 - mv^2 = 1$  miatt  $\gamma = \frac{1}{4} (\sqrt{2(u-1)} + \sqrt{2(u+1)})^2$ . Ha a  $2(u+1)$  egész szám a  $q$  páratlan prímszámot páratlan fokszámon tartalmazza, akkor  $2(u-1)$  nem osztható  $q$ -val s így  $4(u^2-1) = 4mv^2$  miatt  $q \mid m$ . E szerint  $\gamma = \frac{1}{4} (e' \sqrt{m'_1} + f' \sqrt{m'_2})^2$  tehető, hol  $e', f', m'_1, m'_2$  pozitív egész számok,  $m'_1, m'_2$  négyzetmentesek és  $m'_1 m'_2 = m$  vagy  $4m$ . Ezekből könnyen belátható a segédttétel helyessége.

Ha  $\omega \in R(\sqrt{q_1}, \dots, \sqrt{q_\lambda})$  s  $q$  a  $q_1, q_2, \dots$  számok egyike, akkor  $N_q \omega$  az  $\omega$ -nak az  $R_q(\sqrt{q_1}, \dots, \sqrt{q_\lambda})$  alaptestre vonatkoztatott relativ normája legyen, ahol az  $R$  mellett álló  $q$  azt jelenti, hogy az utána álló zárójelből töröltük  $\sqrt{q}$ -t.

Az I. segédttételbeli  $\sqrt{\gamma}$  nyilván akkor és csak akkor lehet száma az  $R(\sqrt{m})$ -nek, ha az  $m$  minden  $q$  prímtenyezőjére  $N_q \sqrt{\gamma}$  egyforma előjelű, ezenfelül az  $m \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $c=0$ .

4. Jelentsen egy pillanatra  $r$  páratlan számot, akkor a következő négy eset lehetséges:

1.  $h(D) = 2^{\lambda-2}r$ ; ekkor  $H(D) = 2^{\lambda-1}r$  és  $N\sigma_m = 1$  s az elébb  $\sqrt{\gamma}$ -ra mondottakat  $\eta_m$ -re alkalmazva, (amely most (3) szerint  $\sqrt{\sigma_m}$ -nek páratlan hatványa s így nincs meg  $R(\sqrt{m})$ -ben), azt nyerjük, hogy az  $m$  két különböző  $q, q'$  prímtenyezőjére  $N_q \eta_m$  és  $N_{q'} \eta_m$  ellenkező előjelűek, kivéve esetleg az  $m \equiv 3 \pmod{4}$  esetet, de csakis, ha  $c=1$ . (A mondottak módosulnak  $m$  prímszám esetében, amikor is  $\lambda=2$ , tehát  $m \equiv 3 \pmod{4}$  s most is kiadódik  $c=1$ ).

2.  $h(D) = 2^{\lambda-1}r$  és  $H(D) = h(D)$ ; ekkor  $N\sigma_m = -1$ , míg  $\eta_m = \sigma'_m$ , így  $m$ -nek minden  $q$  prímtenyezőjére  $N_q \eta_m < 0$ .

3.  $h(D) = 2^{\lambda-1}r$  és  $H(D) = 2h(D)$ ; ekkor  $N\sigma_m = 1$ , s az elébbi módon most azt nyerjük, hogy  $N_q \eta_m > 0$  és az  $m \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $c=0$ .

4.  $2^\lambda \mid h(D)$ ; ekkor  $2^\lambda \mid H(D)$  és  $\eta_m$  páros hatványa  $\sigma_m$ -nek, így  $N_q \eta_m$  és  $c$  értékei, mint 3. alatt.

Figyelembevéve még, hogy az  $m \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $N_2 \eta_m > 0$  vagy  $< 0$ , a szerint, amint  $c=0$  vagy  $1$  — kimutattuk a következőt:



II. *Segédttétel.*  $H(D)$  akkor és csak akkor osztható  $2^1$ -val, ha  $D$  minden  $q$  prímtenyezőjére  $N_q \eta_m > 0$ .

5. E szerint feladatunk  $N_q \eta_m$  előjelének meghatározása.

Tegyük  $(4_1)$ -ben, melynek baloldalát  $(2_1)$  által gondoljuk kifejezve,  $a_\nu$  helyett  $a_\nu^b$ -t, hol  $\left(\frac{b}{p_\nu}\right) = -1$ , akkor a jobboldalon  $\sqrt[p_\nu]{1}$  átmeny  $-\sqrt[p_\nu]{1}$ -be s a két egyenlet szorzása által, a pozitív tényezők elhagyása után (figyelembe véve, hogy  $\pm \sqrt[p_\nu]{1}$  változatlan maradt vagy reciprokjába ment át):

$$\begin{aligned} & \prod_{a_1} \dots \prod_{a_{\nu-1}} \prod_{l=1}^{p_\nu-1} (1 - a_1^{sa_1} \dots a_{\nu-1}^{sa_{\nu-1}} a_\nu^l) (=) \\ & (=) \sqrt[p_\nu]{1} (-1)^{\frac{q(n)}{2^\nu}} [-1]_{\nu=1} \prod_{d \equiv p_\nu \pmod{4}} N_{p_\nu} \eta_{\mathcal{A} p_\nu}^{[d p_\nu, n]}. \end{aligned} \quad (5)$$

Itt  $x(=)yx$  értendő, ha  $y$  pozitív (a baloldalra nézve figyelembe vettük, hogy  $a_\nu$  és  $ba_\nu$  együttesen épp az  $1, 2, \dots, p_\nu-1$  értékeket veszik fel; a jobboldalra nézve:  $[\sqrt[n]{n} - 1]_{\nu=1} (=) [-1]_{\nu=1}$ ; továbbá  $N_q \eta_d > 0$ , ha  $q$  nem osztója  $d$ -nek; végül tekintetbe vettük, hogy  $\mathcal{A} p_\nu$  épp az  $n$  azon osztóit futja be, melyek  $p_\nu$ -vel oszthatók s mod 4 az 1 maradékot adják és a kitevőket egyszerűbben irtuk egy fentebb tett megjegyzésünk szerint).

A baloldal értéke a  $\nu = 1$  esetben  $p_1$  s így

$$\prod (1 - x a_\nu^l) = \frac{1 - x^{p_\nu}}{1 - x} \quad (x \neq 1)$$

miatt általában (=)

$$\frac{P_{1, sp_\nu}(n_\nu)}{P_{1, s}(n_\nu)}, \quad (6)$$

ahol  $P(z) = 1$  értendő, ha  $z = 1$ . E hányadost meghatározandó, helytelen lenne ennek számlálóját s nevezőjét  $(4_1)$  szerint kifejeznünk, a szereplő  $\pm$  előjel miatt; ellenben helyes lesz ezt csupán a nevezőben megtennünk s azután a számlálót a nevezőből úgy nyerjük, hogy ebben  $\sqrt[p_k]{1}$  ( $k = 1, \dots, \nu - 1$ ) helyett ennek  $\left(\frac{p_\nu}{p_k}\right)$ -szerezését tesszük, mert  $P_{1, s}(n_\nu)$  a  $G_k = \sum a_k^s$  ( $k = 1, \dots, \nu - 1$ ;  $r$  befutja a  $0, 1, \dots, p_k - 1$  számokat) GAUSS-féle összegek kifeje-

zése. Akkor egyszerűsítés után a kétes  $\pm$  előjel elmarad,  $i$  hatványa kiesik,  $[\sqrt{n_\nu}]_{\nu=2} = [\sqrt{p_1}]_{\nu=2}$ -ből lesz  $\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right]_{\nu=2}$  (ez utóbbi  $[\ ]$  jelhez azért kellett a  $\nu=2$  jelzést írni, mert  $n_\nu$ -nek akkor van egyetlen prímtenyezője, ha  $\nu=2$ ); még meg kell vizsgálnunk a

$$\varrho = \frac{\eta'_J}{\eta_J} \tag{7}$$

hányadost, hol a «vessző» jel a szóbanforgó helyettesítést jelenti  $\eta'_J$ -ben.

Legyen egy pillanatra  $\eta_J = u\sqrt{d_1} + v\sqrt{d_2}$ , hol  $u, v$  racionálisak,  $d_1, d_2$  pozitív egész számok s  $d_1 d_2 = J$ , továbbá  $u^2 d_1 - v^2 d_2 = 1$ , mely utóbbi az  $\eta_J$  két tagjának alkalmas sorrendjét kívánja. Helyettesítésünket a  $k = 1, 2, \dots, \nu - 1$  értékekre vonatkozóan gondolhatjuk egymás után végrehajtva; ami épp a  $k$  értéket illeti, a hozzátartozó helyettesítés  $\eta_J$ -t csak akkor változtatja, ha  $\left(\frac{p_\nu}{p_k}\right) = -1$  és  $p_k \mid J$ , mégpedig ilyenkor  $\eta_J$  második tagja kapja a  $-1$  szorzót, ha  $p_k \mid d_2$ , azaz ha  $N_{p_k} \eta_J = 1$ , míg az első taggal a  $p_k \mid d_1$ , azaz  $N_{p_k} \eta_J = -1$  esetben történik hasonló; ezen esetek elsejében  $\eta_J$  pozitív marad, másodikában negatív értékbe megy át, tehát (7) előjele megegyezik

$$\prod_{q \mid J} N_q \eta_J^{\frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_\nu}{q}\right)\right)}$$

előjelével. Mindezt összevéve, (6), azaz (5) baloldala (=)

$$\sqrt[3]{1} \left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right]_{\nu=2} \prod_{\substack{J \equiv 1 \pmod{4} \\ J > 1}} \prod_{q \mid J} N_q \eta_J^{\frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_\nu}{q}\right)\right)}_{[J, n_\nu]}.$$

Mivel ezután (5)-ben csupán valós tényezők szerepelnek, kivéve esetleg  $\sqrt[3]{1}$ -et mindkét oldalon, azért ezek kiesnek; ha még a baloldal  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$  tényezőjét  $x = (-1)^{\frac{1}{2}(1-x)}$  ( $x = \pm 1$ ) szerint átalakítjuk s a tényezőket átrendezzük:

$$\prod_{\Delta \equiv p_v \pmod{4}} N_{p_v} \eta_{\Delta p_v}^{[\Delta p_v, n]} \cdot \prod_{\substack{\Delta \equiv 1 \pmod{4} \\ \Delta > 1}} \left( \prod_{q|\Delta} N_q \eta_{\Delta}^{\frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_v}{q}\right)\right)} \right)^{[\Delta, n_v]} = \quad (8)$$

$$= [-1]_{v-1} \left[ (-1)^{\frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right)} \right]_{v-2} (-1)^{\frac{\varphi(n)}{2^v}},$$

hol ismét az = jelt írhattuk (=) helyett.

6. Most nyert egyenletünk, a  $D \equiv 1 \pmod{4}$  esetben, a II. segédétel szerint már elintézi problémánkat, hátra van csupan ezen egyenlet fáradságos, de éppoly érdekes megoldása. Ehhez mindenekelőtt egyenletünket kongruenciává alakítjuk a következő definícióban bevezetett  $H_q(m)$  jel segítségével.

Legyen a  $H_q(m)$  racionális egész szám  $\equiv 0$  vagy  $2^{\lambda-1} \pmod{2^\lambda}$ , aszerint, amint  $N_q \eta_m$  pozitív vagy negatív. (E definíciót minden  $D$ -re értettük s  $q$  bármely prímtenyezője  $D$ -nek.)

Akkor képletben

$$\text{Sign } N_q \eta_m = (-1)^{\frac{1}{2^{\lambda-1}} H_q(m)}, \quad (9)$$

hol  $x \neq 0$  mellett  $x = \text{Sign } x \cdot |x|$  értendő. (N. B.  $N_2 \eta_m \neq \pm 1$  az  $m \equiv 3 \pmod{4}$  esetben.)

Alakítsuk át (8)-at (9) alapján, akkor (8) minden tényezője  $-1$ -nek hatványa s, figyelembevétel (1)-et is, minden kitevő nevezője  $2^{v-1}$ , csupán a legutolsóé  $2^v$ ; összehasonlítva a kitevők bal- és jobboldali összegét mod 2, majd  $2^{v-1}$ -vel szorozva:

$$\sum_{\Delta \equiv p_v \pmod{4}} H_{p_v}(\Delta p_v) \prod_{p \mid \frac{n_v}{\Delta}} \left(1 - \left(\frac{\Delta p_v}{p}\right)\right) +$$

$$+ \sum_{\substack{\Delta \equiv 1 \pmod{4} \\ \Delta > 1}} \left[ \sum_{q|\Delta} H_q(\Delta) \left(1 - \left(\frac{p_v}{q}\right)\right) \right] \prod_{p \mid \frac{n_v}{\Delta}} \left(1 - \left(\frac{\Delta}{p}\right)\right) \equiv \quad (10_1)$$

$$\equiv [1]_{v-1} + \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right]_{v-2} + \frac{1}{2} \prod_{k=1}^v (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^v},$$

ahol az utolsó tag  $\frac{1}{2} \varphi(n)$  helyébe lépett  $p-1 \equiv 1 - \varepsilon(p) \pmod{4}$  alapján.

A  $(4_2)$ -ből hasonló úton, valamivel hosszadalmasabb számításokkal, melyet helykimelés kedvéért nem közlünk:

$$\begin{aligned} & \sum_{\mathcal{A}} H_{p_\nu}^*(\Delta p_\nu) \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{\Delta p_\nu}{p}\right)\right) + \\ & + \sum_{\mathcal{A} > 1} \left[ \sum_{q \mid \mathcal{A}} H_q^*(\Delta) \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{p_\nu}\right)\right) \right] \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{\Delta}{p}\right)\right) \equiv (10_2) \\ & \equiv \left(1 - \left(\frac{2}{p_\nu}\right)\right) \prod_{k=1}^{r-1} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{r+1}}, \end{aligned}$$

ahol

$$H_q^*(n) = \frac{1 - \varepsilon(n)}{2} H_q(n) + \frac{1 + \varepsilon(n)}{2} \left(1 - \left(\frac{2}{n}\right)\right) H_q(n) \quad (q \mid n),$$

tettük, amiből  $H_q^*(n) \pmod{2^{r+1}}$  meg van határozva és  $H_{q_i}^*(n) \equiv 0 \pmod{2^r}$ , továbbá az  $n \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $H_q^*(n) = H_q(n)$ .

A  $H_2(m)$  meghatározására nézve, ha  $m \equiv 3 \pmod{4}$ , láttuk, hogy  $N_{2^r} \eta_m$  pozitív vagy negatív, azaz (9) szerint  $\frac{1}{2^{\lambda-1}} H_2(m)$  páros vagy páratlan a szerint, amint  $\eta_m = (\sqrt{2})^c \omega$ -ben, hol  $w \in R(\sqrt{q_1}, \sqrt{q_2}, \dots)$  s  $q_1, q_2, \dots$  az  $m$  prímtényezői,  $c$  értéke 0 vagy 1. Ez alapon összeszámolva  $\sqrt{2}$ -nek a  $(4_2)$ -ben szereplő hatványkitevőit, és tekintetbe véve, hogy (2) szerint a baloldal nem tartalmaz  $\sqrt{2}$  irracionalitást és  $\omega = \frac{1+i}{\sqrt{2}}$ , mod 2 olyan kongruenciát kapunk, mely  $2^r$ -vel szorozva átmegy a következőbe:

$$\sum_{d \equiv 3 \pmod{4}} H_2(d) \prod_{p \mid \frac{n}{d}} \left(1 - \left(\frac{d}{p}\right)\right) \equiv \prod_{k=1}^r (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{r+1}}. \quad (10_{2a})$$

Továbbá  $(4_2)$ -ből hasonlóan, mint  $(10_1)$ -et, a következőt nyerjük:

$$\begin{aligned} & \sum_{\mathcal{A}} H_{p_{\nu}}(2\mathcal{A}p_{\nu}) \prod_{p|\frac{n_{\nu}}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{2\mathcal{A}p_{\nu}}{p}\right)\right) + \\ & + \sum_{\mathcal{A} > 1} \left[ \sum_{q|\mathcal{A}} H_q(2\mathcal{A}) \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{p_{\nu}}\right)\right) \right] \prod_{p|\frac{n_{\nu}}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{2\mathcal{A}}{p}\right)\right) \equiv (10_3) \\ & \equiv \left(1 - \left(\frac{2}{p_{\nu}}\right)\right) \prod_{k=1}^{\nu-1} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{\nu+1}}. \end{aligned}$$

Végül ugyancsak  $(4_3)$ -ból az  $N_2$  relatív normák képzésével, s tekintetbe véve, hogy a baloldali számlálója  $s$  nevezője relatív konjugált értékek:

$$\sum_d H_2(2d) \prod_{p|d} \left(1 - \left(\frac{2d}{p}\right)\right) \equiv \prod_{k=1}^{\nu} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{\nu+1}}. \quad (10_{3a})$$

7. A  $(10_1)$ — $(10_{3a})$  kongruenciák közül, a feloldásnál, a legtöbb nehézséget fogja adni a  $(10_1)$ , amely a  $D = n$  esethez tartozik — ehhez előrebocsájtjuk a következőt:

III. *Segédítétel.* Helyes a

$$\begin{aligned} & \sum \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_1) \cdot \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_2) \cdot \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)\right) \cdot \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_3}{p_2}\right)\right) \dots \\ & \dots \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{p_{\nu}}{p_{\nu-1}}\right)\right) \equiv \prod_{k=1}^{\nu} \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2} \end{aligned} \quad (11)$$

kongruencia ( $\nu \geq 2$ ), melynek baloldalán az összeg a  $p_1, \dots, p_{\nu}$  sorozat elemeinek összes különböző permutációira vonatkozik.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Válasszuk az  $\varepsilon_k = -1$  ( $k=1, 2, \dots, \nu$ ) különös esetet. Észrevesszük, hogy a (11) baloldalának azon tagjai adják az 1 értéket, melyekhez tartozó (a  $p_1, p_2, \dots$  sorozatból alkotott)  $p'_1, p'_2, \dots, p'_i$  permutációban minden  $p'_i, p'_{i+1}$  ( $i=1, 2, \dots, \nu-1$ ) párra  $\left(\frac{p'_{i+1}}{p'_i}\right) = -1$  (a többi tag értéke zérus), azaz — egyszerűbben —  $\left(\frac{p'_i}{p'_{i+1}}\right) = 1$ . Ehhez kapcsolódva a következő tréfás feladatot tesszük: Adva van egy (legalább 2 tagú) társaság. A társaság bármely két tagját ragadjuk ki, ezek egyike (és csak egyike) megbántotta (a multban) a másikat. A társaság tagjai egyenes mentén, arccal egy-

Csupán ezen segédttétel bizonyításához megállapodunk a következőkben:  $e, e_1, e_2, \dots$  a  $(\nu) = 1, 2, \dots, \nu$  halmaznak egy-egy részhalmaza; az «üres» halmaz jele  $\mathbf{0}$ . Az  $e, e_1, \dots$  páronként közös rész nélküli halmazok egyesítésével nyert halmaz:  $e + e_1 + \dots$ . Az  $e$ -nek  $e_1$ -re vonatkoztatott komplementerje:  $e_1 - e$ ; tegyük  $e' = (\nu) - e$ . Az  $|a_{ik}|$   $\nu$ -edrendű determináns főminorjait  $e(|a_{ik}|)$ -vel jelöljük, ahol  $e$  az illető minorban felhasznált sorok (és oszlopok) indexeinek halmaza;  $\mathbf{0}(|a_{ik}|) = 1$  értendő. Az  $|a_{ik}|$ -nak egy  $\pm a_{1\nu} a_{2\nu} \dots$  eleme s a  $\begin{pmatrix} \nu, \dots, \nu \\ 1, 2, \dots \end{pmatrix}$  permutáció legyenek egymáshoz rendelve.

Legyen  $a_{ik} = \frac{1}{2} \left( 1 - \left( \frac{p_k}{p_i} \right) \right)$ , ha  $i \neq k$  ( $i, k = 1, 2, \dots, \nu$ ), míg  $a_{ii} = 0$ . Akkor minden  $a_{ik}$  egész szám (1 vagy 0) és

$$a_{ik} \equiv a_{ki} + \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_i) \cdot \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_k) \pmod{2} \quad (i \neq k). \quad (12)$$

Legyen  $A = |a_{ik}|$ , (hol  $i$  a sorindex,  $k$  az oszlopindex), s jelentse  $A_k$  azt a determinánst, melyet  $A$ -ból a  $k$ -dik oszlop elemeinek rendre az

$$\frac{1}{2}(1 - \varepsilon_k) \cdot \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_1), \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_k) \cdot \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_2), \dots, \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_k) \cdot \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_\nu)$$

számokkal való helyettesítése által nyerünk.

Tekintsük az

$$S_k = \sum_{1 \uparrow e} e(A_k) \cdot e'(A_k) \quad (13)$$

összeget, ahol tehát  $e$  jelenti a  $(\nu)$ -nek az 1 elemet tartalmazó részhalmazait.

Kimutatjuk, hogy (13) mod 2 kongruens (11) baloldali összegének azon részével, melynek tagjai a  $p_1, p_2, \dots, p_\nu$  sorozat  $p_k, \dots$  alakú permutációihoz tartoznak.

A (13) kifejtésének egy tetszőszerinti  $g$  tagja, előjeltől

---

irányba — mégpedig az egyenes (egyik) irányába — nézve játékhoz akarnak felállni. A «figyelmes» játékszervező úgy szeretné a játékosokat felállítani, hogy senki se lássa közvetlen maga előtt a társaság oly tagját, aki őt megbántotta. — A III. segédttétel feleletül adja, hogy ilyen felállítás mindig, és pedig páratlan számú módon lehetséges, t. i. a választott különös esetben (11) jobboldala = 1. — A segédttételre még e különös esetben sem sikerült a szövegben adottnál egyszerűbb bizonyítást adnunk.

eltekintve, tagja  $A_k$ -nak s mint ilyen, a  $c_1 c_2 \dots c_r$  ciklikus permutációkra bontott permutációhoz rendelve (ha éppen e permutáció az  $x$  elemet helyén hagyja, számításba veendő a megfelelő egyelemű ciklikus permutáció). Ha  $r = 1$ , akkor  $g$  a (13)-ban egyetlen egyszer szerepel (t. i. az  $e = (\nu)$ -hez tartozóan) s így az ilyen  $g$ -k összege a (11) baloldalának említett részétől csupán a tagok előjeleiben különbözik; minthogy ezen előjelek mod 2 nem jönnek tekintetbe, azért a (13)-ról szóló állításunkhoz még csak azt kell kimutatni, hogy az  $r > 1$ -hez tartozó tagok összege eltűnik mod 2. Feltehetjük, hogy  $c_1$ -nek egyik eleme az 1 s legyen  $c_u, c_v, \dots$  néhány a  $c_2, \dots, c_r$  közül. Jelentse  $e_0$  a  $c_1, c_u, c_v, \dots$  ciklikus permutációkban szereplő elemek halmazát. Akkor (13)-nak az  $e = e_0$ -hoz tartozó része tartalmazza  $g$ -t  $\pm 1$  együtthatóval s más, mint ilyen  $e$ , nem szolgáltatja a (kiszemelt)  $g$  tagot; mivel ezen  $e$ -k számossága  $2^{r-1}$  (úgy értettük ugyanis, hogy  $c_1, c_u, c_v, \dots$  összezsugorodhatik  $c_1$ -re) páros szám, azért állításunkat bebizonyítottuk.

E szerint (11) igazolására elegendő lesz megmutatni, hogy  $(\Sigma S_k =)$

$$\sum_{k=1}^{\nu} \sum_{1 \neq e} e(A_k) \cdot e'(A_k) \equiv \prod_{k=1}^{\nu} \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2}. \quad (14)$$

Tekintsük az  $\bar{A} = |\bar{a}_{ik}|$  ugyancsak  $\nu$ -edrendű determinánst, melyben

$$\bar{a}_{ik} = a_{ik} + \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_k) \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_i).$$

Egyszerű determinánstétel szerint

$$\bar{A} = A + \sum_{k=1}^{\nu} A_k. \quad (15)$$

Másrészt (12) szerint  $\bar{a}_{ik} \equiv a_{ki} \pmod{2}$ , ha  $i \neq k$ , míg  $\bar{a}_{ii} = \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_i)$ . Ha tehát  $\bar{A}$ -ban a sorokat az oszlopokkal felcseréljük, a nyert determináns abban különbözik  $A$ -tól, hogy a fődiagonális 0, 0, ... elemei helyett rendre  $\frac{1}{2}(1 - \varepsilon_1), \frac{1}{2}(1 - \varepsilon_2), \dots$  lépett. Fejtsük ki (a már átalakított)  $\bar{A}$ -t a fődiagonális elemei szerint, akkor ezt (15)-tel egybevetve:

$$\sum_{k=1}^{\nu} A_k \equiv \sum_{e \neq (\nu)} \prod_{x \neq e'} \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_x) \cdot e(A) \pmod{2}, \quad (16)$$

ahol  $x$  befutja  $e'$  elemeit.



Jelentsen  $\sum_k^* e(A_k)$ , ha  $e$  nem üres halmaz, oly összeget, melyben  $k$  az  $e$  elemeit futja be (és zérust, ha  $e = \mathbf{0}$ ). Akkor

$$\sum_{k=1}^{\nu} e(A_k) \cdot e'(A_k) = e'(A) \sum_k^* e(A_k) + e(A) \sum_k^* e'(A_k),$$

amiből látjuk, hogy (14) baloldala — mivel ott  $e$  és  $e'$  együttesen épp a  $(\nu)$  összes részhalmazát futják be — átmegy a következőbe :

$$\sum_e e'(A) \sum_k^* e(A_k). \tag{17}$$

Alkalmazzuk (16)-ot az  $A$  helyett az  $e(A)$  determinánsra, akkor

$$\sum_k^* e(A_k) \equiv \sum_{x_1' e - e_1} \prod_{x_1' e - e_1}^1 (1 - \varepsilon_x) \cdot e_1(A) \pmod{2}, \tag{18}$$

hol a jobboldali összeg  $e$ -nek  $e_1$  részhalmazaira vonatkozik, kivéve  $e$ -t magát; nyilván (18) alkalmazható az  $e = \mathbf{0}$  esetben is, mert ekkor a baloldal zérus, míg a jobboldali összegnek «nincs» tagja. Helyettesítsük (18)-at (17)-be, akkor ez, mint könnyen látható, a következő összegbe megy át :

$$\sum_{e_1, e_2} e_1(A) \cdot e_2(A) \prod_{x_1' e_3}^1 (1 - \varepsilon_x), \tag{19}$$

melyben  $e_1$  és  $e$  a  $(\nu)$  részhalmazait futják be, csupán azon megszorításokkal, hogy  $e_1$  és  $e_2$  közös rész nélküliek és  $e_1 + e_2 \neq (\nu)$ , míg  $x$  az  $e_3 = (\nu) - (e_1 + e_2)$  halmaz elemeit futja be. Ezen (19) az előbbieket szerint kongruens (14) baloldalával mod 2. Ám (19) tagjai nyilván oly egyenlő párokba foglalhatók, melyek egymásból  $e_1$  és  $e_2$  felcserélésével adódnak, azon egyetlen tag kivételével, mely az  $e_1 = e_2 = \mathbf{0}$  esethez tartozik; mod 2 tehát csupán ezen egyetlen tag marad meg, ami nem egyéb, mint (14) jobboldala. Ezzel (14)-et s vele együtt segédtefelünket bebizonyítottuk.

8. Értelmezzük a következő jeleket:  $K(n, p)$ ,  $L(n, p)$ ,  $K_{p'}(n, p)$ ,  $L_{p'}(n, p)$ ,  $\bar{K}(n, p)$ ,  $\bar{L}(n, p)$ ; ezekben  $p$  és  $p'$  az  $n$  prímtenyezői,  $p = p'$  is meg van engedve s a hat jel közül az első négyben  $n$  páros is lehet, amikor azonban  $p = 2$  veendő, úgy hogy most kivételképpen  $n > 1$  négyzetmentes racionális egész számot jelent; egyébként most is  $n = p_1 p_2 \dots p_\nu$ , hol  $p_1, p_2, \dots$  pozitív primszámok s ha  $n$  páros, akkor  $p_1 = 2$ .

Legyen  $\nu \geq 2$  mellett

$$K(n, p_1) = \\ = 1 + \sum (-1)^r \left( \frac{p_1 \delta_1}{\delta_2 \delta_3 \dots \delta_r} \right) \left( \frac{\delta_2}{\delta_3 \dots \delta_r} \right) \left( \frac{\delta_3}{\delta_4 \dots \delta_r} \right) \dots \left( \frac{\delta_{r-1}}{\delta_r} \right), \quad (20)$$

hol  $r \geq 2$ ,  $p_1 \delta_1 \delta_2 \dots \delta_r = n$ ;  $\delta_1, \delta_2, \dots$  racionális egész számok,  $\delta_1 \geq 1$ , míg  $\delta_i > 1$  ( $i = 2, 3, \dots, r$ ) s az összeg minden különböző  $\delta_1, \delta_2, \dots$  sorozatra vonatkozik; ha  $n = p_1$ , akkor  $K(p_1, p_1) = 1$  értendő.

Legyen  $\nu \geq 2$  mellett

$$L(n, p_1) = \sum \left( 1 - \left( \frac{p_1}{p_{x_1}} \right) \right) \left( 1 - \left( \frac{p_{y_2}}{p_{x_2}} \right) \right) \dots \left( 1 - \left( \frac{p_{y_{\nu-1}}}{p_{x_{\nu-1}}} \right) \right), \quad (21)$$

hol  $x_1, x_2, \dots, x_{\nu-1}$  egy permutációja a  $2, 3, \dots, \nu$  elemeknek, továbbá  $y_i$  ( $i = 2, 3, \dots, \nu - 1$ ) egy eleme az  $1, x_1, x_2, \dots, x_{i-1}$  sorozatnak s az összeg kiterjesztendő mindazon  $x_1, \dots, x_{\nu-1}$ ;  $y_2, \dots, y_{\nu-1}$  értékrendszerekre, melyek ahhoz különböző tagokat szolgáltatnak (nem különbözőeknek tekintendők az oly tagok, melyek egymásból a tényezők permutálásával adódnak); ha  $n = p_1$ , akkor  $L(p_1, p_1) = 1$  értendő.

A  $K_{p'}(n, p)$  úgy származzék  $K(n, p)$ -ből, hogy ebben  $p'$  helyébe  $-p'$ -t teszünk; hasonló kapcsolatban álljon  $L_{p'}(n, p)$  az  $L(n, p)$ -vel.

$\bar{K}(n, p)$  és  $\bar{L}(n, p)$  jelentsék azon kifejezéseket, melyeket  $K(n, p)$ -ből illetőleg  $L(n, p)$ -ből nyerünk, ha az ezekben szereplő összes  $\left( \frac{a}{b} \right)$  jelek helyett  $\left( \frac{b}{a} \right)$ -t írunk.

Mint könnyen látható, érvényes az

$$L(n, p_1) = \sum \left( 1 - \left( \frac{p_2'}{p_2} \right) \right) \left( 1 - \left( \frac{p_3'}{p_3} \right) \right) \dots \left( 1 - \left( \frac{p_\nu'}{p_\nu} \right) \right) \quad (21a)$$

második fogalmazás, melyben minden  $i'$  az  $1, 2, \dots, \nu$  számok egyike s akárhogyan ragadjuk ki a  $2, 3, \dots, \nu$  számok közül a (különböző)  $\alpha, \beta, \dots, \rho$  számokat, nem lesz ezeknek egy permutációja az  $\alpha', \beta', \dots, \rho'$  (akkor nyilván az 1 előfordul minden  $2', 3', \dots, \nu'$  sorozatban) s az összeg kiterjesztendő minden különböző lehetséges  $2', 3', \dots, \nu'$  értékrendszerre.

Összeállítjuk a most bevezetett jelek néhány tulajdonságát, melyekre a továbbiakban szükségünk lesz:

Láthatólag  $L(n, p)$  osztható  $2^{r-1}$ -vel.

Kimutattuk (E. 44., 241—245. l.<sup>13</sup>), hogy

$$K(n, p) \equiv L(n, p) \pmod{2^r}. \quad (22)$$

Éppígy

$$K_{p'}(n, p) \equiv L_{p'}(n, p) \pmod{2^r} \quad (23)$$

s ugyancsak

$$\bar{K}(n, p) \equiv \bar{L}(n, p) \pmod{2^r}. \quad (24)$$

Kimutatjuk, hogy az  $n \equiv 1 \pmod{4}$  esetben

$$\bar{K}(n, p) = K_p(n, p), \quad (25)$$

míg az  $n \equiv 3 \pmod{4}$  esetben

$$\bar{K}(n, p) = K(n, p). \quad (25_1)$$

Ugyanis a (közös) baloldalnak általános tagját (20) summandusából úgy nyerjük, hogy ebben a «számlálót» a «nevezőkkel» felcseréljük; alkalmazzuk ennek első tényezőjére a négyzetes reciprocitás tételt — mégpedig, ha ezt az első tényezőt  $\left(\frac{a}{b}\right)$ -vel jelöljük, hol  $ab = n$ , akkor  $\left(\frac{a}{b}\right) = \left(\frac{\mp b}{a}\right)$  az  $n \equiv 1, 3 \pmod{4}$  eseteknek megfelelően — a többi tényezőt pedig rendezzük át  $\left(\frac{xy}{z}\right) = \left(\frac{x}{z}\right)\left(\frac{y}{z}\right)$  és  $\left(\frac{x}{yz}\right) = \left(\frac{x}{y}\right)\left(\frac{x}{z}\right)$  szerint; akkor a nevezett tag átmegy a következőbe:

$$\left(\frac{\mp p_1 \delta_1}{\delta_2 \dots \delta_r}\right) \left(\frac{\delta_r}{\delta_2 \dots \delta_{r-1}}\right) \left(\frac{\delta_{r-1}}{\delta_2 \dots \delta_{r-2}}\right) \dots \left(\frac{\delta_3}{\delta_2}\right),$$

ami  $K_{p_1}(n, p_1)$ - illetőleg  $\bar{K}(n, p_1)$ -nek a  $\delta_1, \delta_r, \delta_{r-1}, \dots, \delta_3, \delta_2$  sorozathoz tartozó tagja s az összes ily sorozat megegyezik a (20) kívánta  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r$  sorozatokkal. Ezzel (25)-öt s (25<sub>1</sub>)-et igazoltuk.

Megemlítjük még, hogy az  $n \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $\bar{K}(n, p)$  (valamint mod  $2^r$  az  $L(n, p)$ ) független attól, hogy  $p$  az  $n$  melyik prímtényezőjét jelenti (E. 44., 241. l.). Hasonló igaz (s ha-

<sup>13</sup> Ezt egyszerűbben l. idézett Journal-ban (216—217, 219. lapok).

sonlóan, de még egyszerűbben adódik) az  $n \equiv 1 \pmod{4}$  esetre, ha  $n$  minden prímtényezője  $\equiv 1 \pmod{4}$ .

9. I. Tétel. A  $D = -n, -4n, -8n, n, 4n, 8n$  eseteknek megfelelően (kivéve a  $D = -4$  ismert esetet) a  $k(D)$  test genuzsai akkor és csak akkor tartalmaznak páros számú ideálosztályt, azaz a  $H(D)$  osztályszám akkor és csak akkor osztható  $2^\lambda$ -val, ha rendre az

$$\begin{aligned}
 & L(n, p') \\
 & \sum_p \left( 1 - \left( \frac{2}{p} \right) \right) L(n, p) \\
 & L(2n, 2) \\
 & (L_{p_1}(n, p_1), L_{p_2}(n, p_2), \dots) \\
 & \left( 2L(n, p'), \sum_p \left( 1 - \left( \frac{2}{p} \right) \right) L_{p_1}(n, p), \sum_p \left( 1 - \left( \frac{2}{p} \right) \right) L_{p_2}(n, p), \dots \right) \\
 & (L_2(2n, 2), L_{p_1}(2n, 2), L_{p_2}(2n, 2), \dots)
 \end{aligned}$$

számok oszthatók  $2^\lambda$ -val, ahol az első és ötödik esetekben  $p'$  a  $p_1, p_2, \dots$  számok bármelyike, míg a szereplő összegekben  $p$  a  $p_1, p_2, \dots, p_v$  értékeket veszi fel.

A tétel hat esete közül a három utolsóban a legnagyobb közös osztó  $(x, y, \dots)$  jelét használtuk.

Tételünknek a képzetes testekre vonatkozó részét az E. 44.-ből vettük s itt csupán teljesség és összehasonlítás kedvéért ismételtük.

A (22) s (23) módot adnak tételünk más kifejezésére. Az első és az ötödik esetben szereplő  $L(n, p')$  helyett egy, a  $p_1, p_2, \dots, p_v$  számokban szimmetrikus kifejezés is vehető (E. 44., 236. l).

A valós és képzetes testekre vonatkozó eredmények látható kapcsolatát például a  $D = n$  esetre így fejezhetjük ki: Legyen a  $q_k$  pozitív prímszám úgy meghatározva, hogy  $p_k \equiv -q_k \pmod{4n_k}$ . Akkor  $L_{p_k}(n, p_k) = L(n_k/q_k, q_k)$  és  $D_k = -n_k q_k \equiv n_k p_k \equiv n \equiv 1 \pmod{4}$ , tehát  $D_k$  discrimináns-szám s a tételből látjuk, hogy a  $k(D)$  valós másodfokú számtest osztályszáma akkor és csak akkor osztható  $2^\lambda$ -vel (most  $\lambda = \nu$ ), ha a  $k(D_k)$  ( $k = 1, 2, \dots, \nu$ ) képzetes testek mindegyikére hasonló érvényes.

1a. Tétel. A  $D=n, 4n, 8n$  eseteknek megfelelőleg

$$N_q \eta_n (q = p_1, \dots, p_\nu); \quad N_q \eta_n (q = 2, p_1, \dots, p_\nu); \\ N_q \eta_{2n} (q = 2, p_1, \dots, p_\nu)$$

pozitívok, ill. negatívok a szerint, amint rendre az

$$L_q (n, q) (q = p_1, \dots, p_\nu); \\ 2L (n, p'), \quad \sum \left( 1 - \left( \frac{2}{p} \right) \right) L_q (n, p) (q = p_1, \dots, p_\nu); \\ L_q (2n, 2) (q = 2, p_1, \dots, p_\nu)$$

számok  $2^2$ -val oszthatók vagy nem oszthatók ( $p'$  és  $p$  jelentése ugyanaz, mint a megelőző tételben).

Ezen tételnek és a II. segédtételnek folyamánya az I. tételnek  $D > 0$  esetére vonatkozó része, így elég lesz az 1a. tételt bizonyítanunk.

10. Az 1a. tétel bizonyításához (9) szerint  $H_q (n)$  meghatározása szükséges a  $2^2$  modulusra nézve. Így a  $D = n$  esetben, melyet először óhajtunk tárgyalni, kimutatandó, hogy

$$H_p (n) \equiv L_p (n, p) \pmod{2^\nu}. \quad (26)$$

Mivel most  $n \equiv 1 \pmod{4}$ , azért (23), (24) s (25) szerint  $L_p (n, p) \equiv \bar{L} (n, p) \pmod{2^\nu}$  s így az előbbi helyett azt mutatjuk ki, hogy

$$H_p (n) \equiv \bar{L} (n, p) \pmod{2^\nu}. \quad (27)$$

Ha  $n=p_1$ , akkor  $\varepsilon_1=1$  és  $(10_1)$ -ből:  $H_{p_1} (p_1) \equiv 1 \pmod{2}$ .

Ha  $n=p_1 p_2$ , akkor  $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\pm 1$  és  $(10_1)$  első tagjában tekintetbe jönnek a  $\mathcal{A}=p_1, 1$ , a második tagban a  $\mathcal{A}=p_1$  értékek, a két utolsó érték csupán az  $\varepsilon_1=1$  esetben. Így

$$H_{p_1} (p_1 p_2) + \frac{1+\varepsilon_1}{2} \left\{ \left( 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right) \right) + \left( 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right) \right) \right\} \equiv \left( 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right) \right) + \\ + \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_1)^2 \pmod{4},$$

hol a második tag  $\frac{1+\varepsilon_1}{2}$  tényezőjével összefoglaltuk az  $\varepsilon_1=\pm 1$

eseteket; a baloldal második tagja kiesik mod 4, a jobboldalon  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \varepsilon_1 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)$ ; így könnyen láthatólag

$$H_p(p_2 p_2) \equiv 1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right) \pmod{4}.$$

Ezek szerint (27) igaz a  $\nu=1, 2$  esetekben az  $\bar{L}(n, p)$  jelnek (21)-en alapuló definíciója miatt (a tétel bizonyításánál mindig (21)-et s nem (21a)-t tartjuk szem előtt).

A  $\nu > 2$  esetre elég lesz megmutatnunk, hogy a  $(10_\nu)$ -ből a (27) behelyettesítése után nyert kongruencia helyes. (Ezt elég lenne csupán az  $n \equiv 1 \pmod{4}$  esetre megtennünk, de nem élünk e megszorítással.) A létrejött kongruenciát azonban mindjárt kissé átalakítjuk: a baloldalon a szorzatok jelei alatt szereplő JACOBI-symbolumok «számlálóját» s «nevezőjét» cseréljük fel egymással, amit most szabad, mivel  $\Delta p_\nu$  illetőleg  $\Delta \equiv 1 \pmod{4}$ ; a második tagban szereplő  $\left(1 - \left(\frac{p_\nu}{q}\right)\right)$ -t helyettesítsük a vele mod 4 kongruens

$$\left(1 - \left(\frac{q}{p_\nu}\right)\right) + \frac{(1 - \varepsilon(q))(1 - \varepsilon_\nu)}{2}$$

értékkel, amit szabad, mert a szóbanforgó szám  $(10_\nu)$ -beli szorzója osztható  $2^{\nu-2}$ -vel; végül hagyjuk el a  $\Delta \equiv p_\nu$  ill.  $1 \pmod{4}$  megszorításokat, ezek helyett az  $\frac{1 + \varepsilon(\Delta) \varepsilon_\nu}{2}$  és  $\frac{1 + \varepsilon(\Delta)}{2}$  tényezőket alkalmazva. Akkor igazolandó kongruenciánk:

$$\begin{aligned} & \sum_{\Delta} \frac{1 + \varepsilon(\Delta) \varepsilon_\nu}{2} L(\Delta p_\nu, p_\nu) \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\Delta}} \left(1 - \left(\frac{p}{\Delta p_\nu}\right)\right) + \\ & + \sum_{\Delta > 1} \left[ \sum_{q \mid \Delta} \frac{1 + \varepsilon(\Delta)}{2} L(\Delta, q) \cdot \right. \\ & \cdot \left. \left. \left( \left(1 - \left(\frac{q}{p_\nu}\right)\right) + \frac{(1 - \varepsilon(q))(1 - \varepsilon_\nu)}{2} \right) \right] \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\Delta}} \left(1 - \left(\frac{p}{\Delta}\right)\right) \equiv \\ & \equiv \frac{1}{2} \prod_{k=1}^{\nu} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^\nu}. \end{aligned} \tag{28}$$

Gondoljuk az itt szereplő  $\left(1 - \left(\frac{p}{q_1 q_2 \dots}\right)\right)$  kifejezéseket a velük mod 4 kongruens  $\left(1 - \left(\frac{p}{q_1}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{p}{q_2}\right)\right) + \dots$  összegekkel helyettesítve, ami meg van engedve, mert (28) minden tagja osztható  $2^{\nu-1}$ -vel, egyben gondoljuk minden  $L$  helyébe a definíciója szerinti kifejezést behelyettesítve, akkor (28) baloldala mint  $\left(1 - \left(\frac{p'}{p^\nu}\right)\right)$  alakú számok — bizonyos együtthatókkal ellátott — szorzatainak összege jelentkezik s az egyes tagok mérete  $\nu-1$  vagy  $\nu-2$ ; legyen egy, az ily módon «előkészített» (28)-ban előforduló szorzat  $g_{\nu-1}$ , illetőleg  $g_{\nu-2}$ . Mivel az egyenlő méretű tagok közül több is tartalmazhatja ugyanazon  $g_{\nu-1}$ -et, illetőleg  $g_{\nu-2}$ -t, feladatunk lesz az ily tagok kikeresése (28)-ból.

Előbb foglalkozzunk a  $\nu-1$  méretű tagokkal, s tekintsünk egy bizonyos  $g_{\nu-1}$ -et. Mindenekelőtt észrevevesszük, hogy a  $g_{\nu-1}$  tényezőinek «számlálói» az  $n_\nu$  összes primtényezői, mi több,  $g_{\nu-1}$  tagja  $\bar{L}(n, p_\nu)$ -nek. Ami a «nevezőket» illeti,  $n$ -nek ezek közül hiányzó primtényezői alkossák a  $P$  szorzatot. Nyilván  $P > 1$  és  $P | n_\nu$ .

Megkülönböztetünk két esetet aszerint, amint a  $g_{\nu-1}$  tényezőiben a «nevezők» között a  $p_\nu$  egynél többször vagy csupán egyszer szerepel s ezeket 1., illetőleg 2. alatt tárgyaljuk:

1. Most  $P$  primtényezőinek számossága legalább 2 és  $g_{\nu-1}$  a (28) baloldalának csupán első részében szerepel, és pedig csak oly  $\mathcal{A}$ -hoz tartozóan szerepelhet, — minthogy  $\frac{n_\nu}{\mathcal{A}}$  primtényezői nem fordulhatnak elő  $g_{\nu-1}$  «nevezői» között — melyekre  $\frac{n_\nu}{\mathcal{A}} \Big| P$ , azaz  $\frac{n_\nu}{P} \Big| \mathcal{A}$ . Így az egyáltalán tekintetbe jövő  $\mathcal{A}$ -k  $\mathcal{A} = \frac{n_\nu}{P} \mathcal{A}_0$  által vannak adva, hol  $\mathcal{A}_0$  a  $P$  osztóit futja be; hogy az ily  $\mathcal{A}$ -khoz tartozik-e  $g_{\nu-1}$ , még megvizsgálandó.

Töröljük  $g_{\nu-1}$ -ből azon tényezőket, melyek «számlálói» a  $P$  tényezői; a visszamaradt szorzat legyen  $g'$ . Ez tagja  $\bar{L}\left(\frac{n}{P}, p_\nu\right)$ -nek, mely tény könnyen belátható az  $\bar{L}$  jel definíciójából (láttuk, hogy  $g_{\nu-1}$  tagja  $\bar{L}(n, p_\nu)$ -nek, másrészt  $g'$  nem tartalmazza  $P$  primtényezőit). Ebből következik, hogy (28) bal-



oldalának első része a  $\Delta = \frac{n_v}{P}$ -hez tartozóan  $\left(\frac{1+x}{2}\right)$  alakú együtthatóval, amely 0 is lehet, ha éppen  $x = -1$ , de ebben a pillanatban nem törődünk  $x$  értékével) tartalmazza  $g_{v-1}$ -t, a szereplő  $\prod \left(1 - \left(\frac{p}{\Delta p_v}\right)\right)$  egyik tagja ugyanis — miután tudniillik annak tényezőit a fent megadott módon átalakítottuk  $\left(1 - \left(\frac{p}{q_1}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{p}{q_2}\right)\right) + \dots$  alakú összegekké — épp a  $g_{v-1}$  azon tényezőinek szorzata, melyek  $g'$ -ből hiányoznak. Másrészt könnyen látható, hogy általában  $\Delta_1 | \Delta_2$  mellett, hol  $\Delta_1, \Delta_2 | n_v$ , az «előkészített» (28) baloldala első felének  $\Delta = \Delta_2$ -höz tartozó része tartalmazza a  $\Delta = \Delta_1$ -hez tartozó rész tagjait (itt egy pillanatra nem törődünk az  $\frac{1+x}{2}$  alakú együtthatókkal). Így az előbb még kérdéses  $\Delta$ -k mindegyike szolgáltat  $g_{v-1}$ -et a (28)-hoz, mégpedig az  $\frac{1+\varepsilon(\Delta)}{2} \varepsilon_v$  együtthatóval. Ezek összege pedig a  $\Delta = \frac{n_v}{P} \Delta_0$  értékekre ( $\Delta_0 | P$ ), páros szám, mivel  $P$ -nek legalább 2 prímtenyezője van, tehát a tárgyalt  $g_{v-1}$  tagok (28)-ból kiesnek mod  $2^v$ .

2) Most (28) baloldalának első része éppoly (természetesen  $P$ -től függő)  $\Delta$ -k mellett tartalmazza  $g_{v-1}$ -et, mint előbb, ám  $P$  most prímszám is lehet s ekkor  $g_{v-1}$  azon első részből nem esik ki. Ami a baloldal második részét illeti, ez is szolgáltatja  $g_{v-1}$ -et bizonyos  $\Delta$ -khoz tartozóan. Az ily  $\Delta$  osztható  $g_{v-1}$  azon tényezőjében szereplő  $q'$  «számlálóval», amely tényezőben a  $p_v$  «nevező» szerepel, továbbá most is  $\frac{n_v}{\Delta} | P$ ; mivel pedig  $q'$  nem osztója  $P$ -nek, azért ez utóbbi feltétellel az előbbi is teljesül. Így a második részben tekintetbe jövő  $\Delta$ -k ismét  $\Delta = \frac{n_v}{P} \Delta_0$  ( $\Delta_0 | P$ ) által vannak adva (jelen esetben  $P < n_v$ , miáltal  $\Delta > 1$  kiadódik). Az előbbihez hasonló megfontolással belátható, hogy viszont az ily  $\Delta$ -k szolgáltatják  $g_{v-1}$ -t a baloldal második részéhez, még pedig az  $\frac{1+\varepsilon(\Delta)}{2}$  együtthatóval; ez együtthatók összege ismét páros szám, kivéve megint  $P$  prímszám esetét. Ek-

kor  $\Delta_0=1$  vagy  $P$ , azaz  $\Delta = \frac{n_\nu}{P}$  vagy  $n_\nu$ ; tehát  $g_{\nu-1}$  együtthatója a (28) (egész) baloldalán

$$\frac{1 + \varepsilon\left(\frac{n}{P}\right)}{2} + \frac{1 + \varepsilon(n)}{2} + \frac{1 + \varepsilon\left(\frac{n}{Pp_\nu}\right)}{2} + \frac{1 + \varepsilon\left(\frac{n}{p_\nu}\right)}{2},$$

ami mod 2 kongruens  $\frac{1}{2} \varepsilon(n) (1 + \varepsilon(P)) (1 + \varepsilon_\nu)$ -vel, azaz páros szám. Így most is eredményünk  $g_{\nu-1}$  kiesése a (28)-ból.

Hátra van a  $\nu-2$  méretű tagok meghatározása, milyeneket (28) baloldalának csupán második része szolgáltat. Tekintsünk egy bizonyos  $g_{\nu-2}$ -t. A  $g_{\nu-2}$  tényezőiben szereplő «számlálók» az  $n_\nu$  primtényezői, egynek kivételével — legyen ez  $q_0$ ; a «nevezők» között nem szerepel  $p_\nu$  s ezenkívül még néhány (legalább egy) primtényezője  $n_\nu$ -nek — ez utóbbiak szorzata legyen  $P$ . Ismét azt nyerjük, hogy  $\frac{n_\nu}{\Delta} \mid P$ , továbbá  $q_0 \mid \Delta$ . De  $q_0$  bizonyosan nem osztója  $P$ -nek; ez nyilvánvaló, ha  $\Delta > q_0$ , mert akkor a (28)-ban tekintetbe jövő  $\bar{L}(\Delta, q_0)$  minden tagjában szerepel  $q_0$  a «nevezők» között, ha pedig  $\Delta = q_0$ , akkor a

$\prod \left(1 - \left(\frac{p}{\Delta}\right)\right)$  szorzó miatt. Tehát a  $\Delta$ -ra talált feltételek

másodika esik, bennfoglaltatván az elsőben. Ennélfogva  $\Delta$  számára most is a  $\Delta = \frac{n_\nu}{P} \Delta_0$  ( $\Delta_0 \mid P$ ) értékek jönnek tekintetbe. Az elébb  $g_{\nu-1}$ -nél tett megfontoláshoz hasonlóan beláthatjuk, hogy minden ily  $\Delta$  valóban szolgáltat egy,  $g_{\nu-2}$ -t tartalmazó tagot (a (28)-ban szereplő  $q$  betű  $q_0$  értéke mellett) és pedig az

$$\frac{1 + \varepsilon(\Delta)}{2} \cdot \frac{(1 - \varepsilon(q_0)) \cdot (1 - \varepsilon_\nu)}{2}$$

együtthatóval (most figyelembe veendő ugyanis, hogy  $g_{\nu-2}$  tagja  $L(n_\nu, q_0)$ -nak s az előbbi  $g'$  mintájára most  $g_{\nu-2}$ -ből leszarmaztatott  $g''$  tagja  $\bar{L}\left(\frac{n_\nu}{P}, q_0\right)$ -nak). Összegezzük ezen együtthatót a különböző  $\Delta$  értékekre, akkor 4-gyel osztható számot nyerünk, kivéve  $P$ -nek prímszám esetét; mivel pedig  $2^{\nu-2} \mid g_{\nu-2}$ , azért (28) (egész) baloldalán csupán az ily  $g_{\nu-2}$ -t tartalmazó tagok maradnak, a kö-

vetkező (az elébb kiírtak a  $\Delta = \frac{n_\nu}{P}$ ,  $n_\nu$  értékekre történt összegezésével nyert) együtthatóval:

$$\left( \frac{1 + \varepsilon(n_\nu) \varepsilon(P)}{2} + \frac{1 + \varepsilon(n_\nu)}{2} \right) \cdot \frac{(1 - \varepsilon(q_0))(1 - \varepsilon_\nu)}{2}.$$

Mivel ezen együttható csupán mod 4 jön tekintetbe ( $2^{\nu-2} | g_{\nu-2}$  miatt), azért az első tényező első tagját ellenkező előjellel is vehetjük, ezután, az  $\varepsilon(n_\nu)$  tényezőt elhagyva, azt nyerjük, hogy (28) baloldala az

$$\frac{1}{2} (1 - \varepsilon(q_0)) \cdot \frac{1}{2} (1 - \varepsilon(P)) g_{\nu-2} \cdot (1 - \varepsilon_\nu) \quad (29)$$

tagok összege, ahol  $g_{\nu-2}$  az  $\bar{L}(n_\nu, q_0)$  tagja s a tényezőkben szereplő «számlálók» sorában az  $n_\nu$  prímtenyezői közül csupán  $q_0$ , a «nevezők» között csupán  $P$  nem szerepel. Akkor  $g_{\nu-2}$  alakja

$$\left( 1 - \left( \frac{x}{q_0} \right) \right) \left( 1 - \left( \frac{y}{x} \right) \right) \left( 1 - \left( \frac{z}{y} \right) \right) \dots \left( 1 - \left( \frac{v}{u} \right) \right) \left( 1 - \left( \frac{P}{v} \right) \right),$$

így (29)-nek az  $(1 - \varepsilon_\nu)$  tényezőtől megfosztott része a  $p_1, p_2, \dots, p_{\nu-1}$  prímszámokra vonatkoztatott (11)-nek  $2^{\nu-2}$ -vel szorzott egyik baloldali tagja. Nyerjük tehát a III. segédteletből, hogy a (28) baloldalán fennmaradt — (29) által kifejezett — tagok összege mod  $2^\nu$  kongruens a

$$2^{\nu-2} \prod_{k=1}^{\nu-1} \frac{1}{2} (1 - \varepsilon_k) \cdot (1 - \varepsilon_\nu)$$

számmal, ami épp (28) jobboldala. Ezzel tételünknek a  $D = n$  esetre vonatkozó részét bebizonyítottuk.

11. Legyen most  $D = 8n$  (a  $D = 4n$  esetet hátrahagyjuk). Ehhez kimutatandó (9) szerint, hogy

$$H_q(2n) \equiv L_q(2n, 2) \pmod{2^{\nu+1}} \quad (q | 2n) \quad (30)$$

Feltesszük, hogy  $\nu \geq 2$  — az így kizárt esetek könnyen tárgyalhatók. Elébb a páratlan  $q$  esetével foglalkozunk. Nyilván ehhez elég kimutatnunk, hogy a  $(10_3)$ -ból a (30) behelyettesítésével nyert kongruencia helyes; e kongruenciában azonban a 2 prímszámot tetszésszerűen  $t$  prímszámmal helyettesítjük (mely áltanosítás semmi külön fáradságot nem okoz s hasznát látjuk a

$D=4n$  esetről), csupán a  $(t, n)=1$  kikötést tesszük. Így bebizonyítandó, hogy

$$\begin{aligned} & \sum_{\mathcal{A}} L_{p_\nu}(t\mathcal{A}p_\nu, t) \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{t\mathcal{A}p_\nu}{p}\right)\right) + \\ & + \sum_{\mathcal{A} > 1} \left[ \sum_{q \mid \mathcal{A}} L_q(t\mathcal{A}, t) \left(1 - \left(\frac{q}{p_\nu}\right)\right) \right] \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{t\mathcal{A}}{p}\right)\right) \equiv (31) \\ & \equiv \left(1 - \left(\frac{t}{p_\nu}\right)\right) \prod_{k=1}^r (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{v+1}}. \end{aligned}$$

Gondoljuk a baloldal első tagjában szereplő  $\left(1 - \left(\frac{t\mathcal{A}p_\nu}{p}\right)\right)$  tényezőt a vele mod 4 kongruens

$$\begin{aligned} & \left(1 - \left(\frac{t}{p}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{q_1}{p}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{q_2}{p}\right)\right) + \dots + \\ & + \left(1 - \left(\frac{-p_\nu}{p}\right)\right) + (1 - \varepsilon(p)) \end{aligned}$$

által helyettesítve, hol  $q_1, q_2, \dots$  a  $\mathcal{A}$  prímtényezői, hasonlóképp a második tagban  $\left(1 - \left(\frac{t\mathcal{A}}{p}\right)\right)$ -t helyettesítve

$$\left(1 - \left(\frac{t}{p}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{q_1}{p}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{q_2}{p}\right)\right) + \dots$$

által, ami megengedett, mert (31) minden tagja osztható  $2^v$ -vel; továbbá ahányszor csak a baloldal második tagjában szereplő  $L_q(t\mathcal{A}, t)$ -be belép  $\left(1 - \left(\frac{-q}{x}\right)\right)$ , ezt mindannyiszor gondoljuk  $\left(1 - \left(\frac{q}{x}\right)\right) + (1 - \varepsilon(x))$  által helyettesítve. Az így «előkészített» (31) baloldala mint  $\{Q\} g_e$  alakú tagok összege jelentkezik, melyben  $Q \mid n$ ,  $\{Q\} = \prod (1 - \varepsilon(q))$ , ahol  $q$  a  $Q$  prímtényezőit futja be ( $\{1\}$ -nek 1 értendő), míg  $g_e$   $e$ -méretű szorzata  $\left(1 - \left(\frac{\pm q'}{q''}\right)\right)$  alakú számoknak (a kétes előjelből az alsó veendő csupán a  $q' = p_\nu$

esetben) s a  $\{Q\} g_e$  összes tényezőinek száma  $\nu$  (azaz a  $Q$  primitényezőié  $\nu - e$ ).

Meghatározzuk, hogy (31) baloldalán egy tetszőszerinti  $\{Q\} g_e$  tag hányszor szerepel. Két esetet különböztetünk meg aszerint, amint a  $g_e$  tényezőiben szereplő «számlálók» között  $-p_\nu$  megvan, vagy nincs meg, s e két esetet 1. illetőleg 2. alatt tárgyaljuk:

1. Legyen  $P$  az  $n_\nu$  azon primitényezőinek szorzata, melyek nem fordulnak elő a  $g_e$ -ben szereplő «számlálók» között; mivel  $t$  ez utóbbiak között megvan, azért  $P$ -nek több primitényezője van, mint  $Q$ -nak. Mivel  $-p_\nu$  előfordul  $g_e$  «számlálói» között, azért (31) baloldalának csupán első része tartalmazhatja  $\{Q\} g_e$ -t, és pedig csakis oly  $\Delta$  mellett, melyre nézve  $Q \mid \frac{n_\nu}{\Delta}$  és  $\frac{n_\nu}{\Delta} \mid P$ , mert egyrészt más, mint  $\frac{n_\nu}{\Delta}$  primitényezője (az  $n$  primitényezői közül) nem hiányozhatik a  $g_e$  «nevezői» sorából; másrészt ugyanazok (az  $\frac{n_\nu}{\Delta}$  primitényezői) biztosan hiányoznak a «számlálók» közül. Mivel pedig most  $Q \mid P$ , azért a szóbanforgó  $\Delta$ -k a  $\Delta = \frac{n_\nu}{P} \Delta_0 \left( \Delta_0 \mid \frac{P}{Q} \right)$  által adottak; hogy ezen  $\Delta$ -k mind szolgáltatják-e a  $\{Q\} g_e$  tagot, még megvizsgálandó.

Töröljük  $g_e$ -ből azon tényezőket, melyek «nevezői» a  $P$  tényezői s a visszamaradt szorzat legyen  $g'$ . Ez tagja  $L_{p_\nu} \left( \frac{tn}{P}, t \right)$ -nek s a megelőző  $D = n$  esetben végzett megfontoláshoz hasonlóan azt nyerjük most, hogy mind az előbbi  $\Delta$ -k szállítják a  $\{Q\} g_e$  tagot (31)-hez. Mivel pedig  $P > Q$  miatt ezen  $\Delta$ -k száma páros, azért a szóbanforgó tagok kiesnek (31)-ből.

2. Legyen ismét  $P$  az  $n_\nu$  azon primitényezőinek szorzata, melyek nem szerepelnek  $g_e$  «számlálói» között; ha  $n_\nu$ -nek ilyen primitényezője nincsen, — ami most lehetséges — legyen  $P = 1$ . Mivel most  $-p_\nu$  nem szerepel  $g_e$  «számlálói» között, azért könnyen láthatólag  $P$ -nek legalább annyi primitényezője van, mint  $Q$ -nak. Most (31) baloldalának mindkét része tartalmazhatja a  $\{Q\} g_e$  tagot; és pedig, ha  $\{Q\} g_e$  tagja az első résznek, akkor ( $Q \mid P$  és) ezt a tagot (hasonlóképp, mint 1. alatt) a  $\Delta = \frac{n_\nu}{P} \Delta_0 \left( \Delta_0 \mid \frac{P}{Q} \right)$

értékek szolgáltatják, s az ily tagok is kiesnek a  $2^{v+1}$  modulusra nézve, hacsak nem  $P=Q$  (mely esetre még alább visszatérünk).

Ha  $\{Q\} g_e$  tagja (31) baloldala második részének, akkor  $g_e$  egyik tényezője  $\left(1 - \left(\frac{q_0}{p_v}\right)\right)$ , hol  $q_0$  egy bizonyos primtényezője  $n_v$ -nek, továbbá biztosan  $P < n_v$  és sem  $P$ , sem  $Q$  nem osztható  $q_0$ -val. Vizsgáljuk meg, mely  $\mathcal{A}$ -k szolgáltatják (31) baloldala második részéhez a szóbanforgó tagot. Könnyen láthatólag egyrészt  $Q | \mathcal{A}$  és  $q_0 | \mathcal{A}$ , másrészt  $\frac{n_v}{\mathcal{A}} | P$  teljesülnek. Mivel  $q_0$  nem osztója  $P$ -nek, azért a talált három feltétel második a harmadikban bennfoglaltatik s így tekintetbe jönnek  $\mathcal{A}$  számára az  $n_v$  azon osztói, melyek egyben  $Q$  és  $\frac{n_v}{P}$  közös többesei. Látni fogjuk, hogy viszont mindezen  $\mathcal{A}$ -k szolgáltatják a szóbanforgó tagot (31) baloldala második részéhez. Ugyanis ennek összes,  $\{Q\} g_e$ -vel egyenlő tagjai a következő módon is nyerhetők:

Legyen  $g' = g'' g_e$ , hol  $g'' = H \left(1 - \left(\frac{q_0}{q}\right)\right)$  és  $q$  befutja a  $Q$  primtényezőit; töröljük (31) baloldala második részében az összes  $L_q$  jel  $q$  indexét, egyébként érvényben tartva az  $\left(1 - \left(\frac{t\mathcal{A}}{p}\right)\right)$  tényezőknek mod 4 már megtett átalakítását (azon  $q$  indexek törlése jelentette az «előkészített»  $L_q$  jelekben az  $(1 - \varepsilon(x))$  alakú tényezőt tartalmazó tagok törlését; alkossuk meg e kifejezés összes  $g'$ -vel egyenlő tagjai közül azokat, melyek  $Q$ -val osztható  $\mathcal{A}$ -hoz tartoznak — e  $\mathcal{A}$  értékekre vonatkozó további feltételek:  $q_0 | \mathcal{A}$  (mert  $g'$  is tartalmazza az  $\left(1 - \left(\frac{q_0}{p_v}\right)\right)$  tényezőt) és  $\frac{n_v}{\mathcal{A}} | P$  (ugyanis könnyen láthatólag  $g'$  tagja  $L(tn, t)$ -nek és a  $g'$  «számlálói» között az  $n_v$  primtényezői közül nem szereplők szorzata ismét  $P$ ) és az is nyilvánvaló, hogy a  $q$  «összegezési» betű számára a  $q = q_0$  érték választandó (a tett megjegyzések alapján könnyen látható a már többször ismételt megfontolás szerint, hogy a felsorolt feltételeknek eleget tevő  $\mathcal{A}$ -k tényleg szolgáltatják a  $g'$  tagot); az így nyert  $g'$  tagok oly tényezőinek «számlálói», melyeknek «nevezői»  $Q$  tényezői, helyettesítsük  $-1$ -gyel, miáltal  $g'$  átment  $\{Q\} g_e$ -be.

E megfontolásból látjuk, hogy (31) baloldalának második része annyiszor tartalmazza a  $\{Q\} g_e$  tagot, ahány  $J$  lehetséges a  $Q | J, q_0 | J, \frac{n_v}{J} | P$  feltételekkel, melyek másodikáról láttuk már, hogy a harmadikban bennfoglaltatik. Így ezen  $J$ -k tényleg a már fentnevezettek; azaz  $J = MJ_0 \left( J_0 \left| \frac{n_v}{M} \right. \right)$ , hol  $M$  a  $Q$  és  $\frac{n_v}{P}$  számok legkisebb közös többsége. Ezen  $J$ -k számossága pedig páros s ekkor kiesnek (31)-ből a megfelelő tagok, ha  $M < n_v$ . Ha pedig  $M = n_v$ , akkor mindenekelőtt  $P | Q$ , sőt,  $P = Q$ , mert  $P$ -nek legalább annyi primentényezője van, mint  $Q$ -nak. Tehát (31) baloldalának második részében csupán oly  $\{Q\} g_e$  tagok maradnak benn (t. i. az 1 együtthatóval), melyekre  $P = Q$ , s a  $P$  tetszésszerű osztoja  $n_v$ -nek, csak épp  $P = n_v$ , nem lehet, s ezen tagok maradnak is, mert  $J$  számára az egyetlen  $J = M = n_v$  lehetséges. Ám ezekkel a tagokkal megegyeznek a (31) baloldalának első részében megmaradt tagok, kivéven utóbbiakból a  $P = Q = n_v$  esethez tartozó tagot. Ez pedig (31) baloldala első részében a  $J = 1$  érték által szolgáltatott  $\left( 1 - \left( \frac{t}{p_v} \right) \right) \cdot \{n_v\}$  (v. ö. ehhez a jelen 2. rész első bekezdését) s erre zsugorodik össze (31) egész baloldala és így ez megegyezik a jobboldallal. Ezzel (30)-nak páratlan  $q$ -ra vonatkozó részét igazoltuk.

A  $q = 2$  esetre vonatkozó rész az «E. 44.»-ből nyerhető. Ugyanis az ottani (9<sub>3</sub>)<sup>14</sup> kongruenciából  $H(-8d) = X(d)$  helyettesítéssel nyert kongruencia megoldása a III. tétel szerint:  $X(n) \equiv K(2n, 2) \pmod{2^{r+1}}$ ; <sup>15</sup> Ámde azon (9<sub>3</sub>) együtthatóiban s egyidejűleg most mondott megoldásában a 2 prímszám akármely más prímszámmal, (amely nem osztója  $n$ -nek) így «-2»-vel helyettesíthető. Ezzel ama kongruencia átmeny (10<sub>3n</sub>) kongruenciánkba s így ennek megoldása:  $H_2(2n) \equiv K_2(2n, 2) \pmod{2^{r+1}}$ , ami (23)-mal

<sup>14</sup> Ez a jelen cikk végén az E. 44.-hez adott hibaigazítással így hangzik:

$$\sum_{d|n} H(-8d) \prod_{p \left| \frac{d}{n} \right.} \left( \left( \frac{-2d}{p} \right) - 1 \right) = \prod_{k=1}^r (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{r+1}}.$$

<sup>15</sup> Egyszerű bizonyítását l. a <sup>13</sup> jegyzetben idézett 216—17. lapokon.



a (30) hátralévő részét igazolja. Ezzel tételünknek a  $D=8n$  esetre vonatkozó részét bebizonyítottuk.

12. Bizonyítani akarjuk még tételünknek a  $D=4n$  esetre vonatkozó részét. Ehhez (9) szerint ki kell mutatnunk, hogy az  $n \equiv 3 \pmod{4}$  esetben

$$H_2(n) \equiv 2L(n, p) \pmod{2^{r+1}}, \tag{32}$$

hol  $p$  tetszésszerűn választott prímtényezője  $n$ -nek, és

$$H_q(n) \equiv \sum_{p|n} \left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) L_q(n, p) \pmod{2^{r+1}}, \tag{33}$$

hol  $q$  bármely prímtényezője  $n$ -nek. Most is elég csupán a  $v \geq 2$  esettel foglalkoznunk.

A (32)-t ismét az E. 44.-ből nyerjük. Az ebbeni III. tétel szerint ugyanis az ottani  $(9_0)^{16}$  kongruencia megoldása  $K(n, p) \pmod{2^v}$ ; ha azon  $(9_0)$ -ban  $\left(\frac{-d}{p}\right)$  helyett a vele egyenlő  $\left(\frac{p}{d}\right)$ -t tesszük (ugyanis  $d \equiv 3 \pmod{4}$ ), azután a kongruenciát (modulusával együtt) 2-vel szorozzuk s a  $2H(-d)$  helyett az  $X(d)$  jelt vezetjük be, akkor a

$$\sum_{d \equiv 3 \pmod{4}} X(d) \prod_{p|\frac{n}{d}} \left(1 - \left(\frac{p}{d}\right)\right) \equiv \prod_{k=1}^v (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^{r+1}} \tag{34}$$

kongruenciát nyerjük, melynek tehát megoldása:

$$X(n) \equiv 2K(n, p) \pmod{2^{r+1}}. \tag{35}$$

Vezessük be egy pillanatra az  $\left(\frac{a}{b}\right)' = \left(\frac{b}{a}\right)$  jelt. Mivel az  $\left(\frac{a}{b}\right)'$  jel páratlan  $a, b$  mellett éppoly multiplicatív szabályoknak és reciprocitás tételnek hódol, mint  $\left(\frac{a}{b}\right)$

$$\left(\text{ugyanis } \left(\frac{a}{b}\right)' \cdot \left(\frac{b}{a}\right)' = \left(\frac{b}{a}\right) \cdot \left(\frac{a}{b}\right) = \left(\frac{a}{b}\right) \left(\frac{b}{a}\right)\right)$$

<sup>16</sup> Ez lényegtelen változtatással:

$$\sum_{d|n} H(-d) \prod_{p|\frac{n}{d}} \left(1 - \left(\frac{-d}{p}\right)\right) \equiv \frac{1}{2} \prod_{k=1}^v (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^v}.$$

azért annak a kongruenciának, amelyet (34)-ből nyerünk, ha ebben  $\left(\frac{p}{d}\right)$  helyett  $\left(\frac{p}{d}\right)'$ -t írunk, megoldása úgy adódik (35) jobboldalából, hogy ebben is mindenütt  $\left(\frac{p}{q}\right)$  helyett  $\left(\frac{p}{q}\right)'$ -t írunk. Ezzel azonban épp a  $(10_{2a})$  kongruenciát oldottuk meg, mert  $\left(\frac{p}{d}\right)' = \left(\frac{d}{p}\right)$ , s a megoldás:  $H_2(n) \equiv 2\bar{K}(n, p) \pmod{2^{v+1}}$ , mert  $\left(\frac{p}{q}\right)$  helyébe  $\left(\frac{p}{q}\right)' = \left(\frac{q}{p}\right)$ -t téve,  $K$  átmegy  $\bar{K}$ -ba. Így (25<sub>1</sub>) s (22) szerint (32)-t igazoltuk.

Hátra van (33) igazolása — ezt visszavezetjük a megelőző 11. pont tárgyalására.

Mindenekelőtt látjuk  $(10_2)$ -ből, hogy

$$H_q^*(n) \equiv \sum_{p|n} \left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) Y_q(n, p) \pmod{2^{v+1}} \quad (36)$$

tehető, melyben az  $Y$ -ok  $\left(\frac{2}{p}\right)$ -től ( $p=p_1, p_2, \dots$ ) független, mod  $2^v$  meghatározott egész számok és  $2^{v-1} | Y$ , figyelembe véve, hogy  $\left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right)$  ( $p=p_1, p_2, \dots$ ) az összes  $\left(\frac{p_i}{p_k}\right)$ -től ( $i, k=1, 2, \dots$ ) független értékrendszer, a számtani haladvány tétele szerint. A  $(10_2)$ -ből (36) behelyettesítése után az  $\left(1 - \left(\frac{2}{p_v}\right)\right)$ , majd az  $\left(1 - \left(\frac{2}{s}\right)\right)$  együtthatóinak — hol egyik tetszőszerinti prímtenyezője  $n_v$ -nek — összehasonlításával a következőket nyerjük:

$$\sum_{\mathcal{A}} Y_{p_v}(\mathcal{A}p_v, p_v) \prod_{p|\frac{n_v}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{\mathcal{A}p_v}{p}\right)\right) \equiv \prod_{k=1}^{v-1} (1 - \varepsilon_k) \pmod{2^v} \quad (37)$$

és

$$\begin{aligned} & \sum_{\mathcal{A}} Y_{p_v}(\mathcal{A}p_v, s) \prod_{p|\frac{n_v}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{\mathcal{A}p_v}{p}\right)\right) + \\ & + \sum_{\mathcal{A}} \left[ \sum_{q|\mathcal{A}} Y_q(\mathcal{A}, s) \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{p_v}\right)\right) \right] \prod_{p|\frac{n_v}{\mathcal{A}}} \left(1 - \left(\frac{\mathcal{A}}{p}\right)\right) \equiv 0 \pmod{2^v}, \quad (38) \end{aligned}$$

ahol a  $\Sigma$  jel melletti ' ' azt jelenti, hogy  $\mathcal{A}$  az  $n_\nu$ -nek csupán oly osztóit futja be, melyek  $s$ -sel oszthatók (ezért nem is kellett a baloldal második összegében a  $\mathcal{A} > 1$  jelzést kitenniünk).

A (37) megoldását könnyen nyerjük, tudván, hogy (10<sub>3a</sub>) megoldása (30) szerint  $H_2(2n) \equiv L_2(2n, 2) \pmod{2^{v+1}}$ ; mégpedig tegyük (10<sub>3a</sub>)-ban  $n$  helyébe  $n_\nu$ -t (megfelelőleg  $\nu$  helyett  $\nu-1$ -et és  $d$  helyett is  $\mathcal{A}$ -t írhatunk), továbbá a 2 prímszámot bármely más prímszámmal (amely nem osztója  $n_\nu$ -nek) így  $p_\nu$ -vel is, helyettesíthetjük (természetesen csupán az együtthatókban  $s$  nem a modulusban is, valamint a  $H_2(2d)$  egy pillanatra  $Z(d)$  határozatlannak tekintendő); akkor (10<sub>3a</sub>) együtthatói  $s$  modulusa átmennek (37) együtthatóiba  $s$  modulusába, így (37) megoldása ( $Z(n_\nu) = Y_{p_\nu}(n_\nu, p_\nu) =$ )

$$Y_{p_\nu}(n_\nu, p_\nu) \equiv L_{p_\nu}(n_\nu, p_\nu) \pmod{2^v}. \tag{39}$$

A (38)-at megoldandó, válasszuk külön a baloldal második részéből a  $q=s$  értékhez tartozó tagokat  $s$  egyben legyen  $\mathcal{A}=s\mathcal{A}_0$ , ahol tehát  $\mathcal{A}_0$  az  $\frac{n_\nu}{s}$  osztóit futja be; akkor:

$$\begin{aligned} & \sum_{\mathcal{A}_0} Y_{p_\nu}(s\mathcal{A}_0, p_\nu, s) \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{s\mathcal{A}_0}} \left(1 - \left(\frac{s\mathcal{A}_0 p_\nu}{p}\right)\right) + \\ & + \sum_{\mathcal{A}_0 > 1} \left[ \sum_{q \mid \mathcal{A}_0} Y_q(s\mathcal{A}_0, s) \cdot \left(1 - \left(\frac{q}{p_\nu}\right)\right) \right] \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{s\mathcal{A}_0}} \left(1 - \left(\frac{s\mathcal{A}_0}{p}\right)\right) \equiv \tag{40} \\ & \equiv \left(1 - \left(\frac{s}{p_\nu}\right)\right) \sum_{\mathcal{A}_0} Y_s(s\mathcal{A}_0, s) \prod_{p \mid \frac{n_\nu}{s\mathcal{A}_0}} \left(1 - \left(\frac{s\mathcal{A}_0}{p}\right)\right) \pmod{2^v}, \end{aligned}$$

hol a különválasztott részt mindjárt a jobboldalra vittük (a tagok előjele nyilván tetszésszerű), ebből az  $\left(1 - \left(\frac{s}{p_\nu}\right)\right)$  tényezőt kiemeltük  $s$  a baloldal második részéből csupán a  $\mathcal{A}_0 > 1$  értékekhez tartozó tagok maradtak (a  $\mathcal{A}_0=1$ -nek megfelelő teljes egészében különválasztottuk). Itt a jobboldalon  $\left(1 - \left(\frac{s}{p_\nu}\right)\right)$  tényezője azonban  $\pmod{2^{v-1}}$  ismeretes (37) alapján, ha ezt az

$n, p_v$  értékek helyett az  $n_v, s$  értékekre alkalmazzuk (a megfelelőzés szembetűnőbbé tételére gondolhatjuk egy pillanatra, hogy  $p_{v-1}=s$ ) s így azon tényező helyébe (a (37) jobboldalának megfelelő)

$$\prod_{k=1}^{v-1} (1 - \varepsilon_k)$$

tehető, ahol  $k$  kihagyja azon értéket, mellyel  $p_k=s$ . Ezután (40) átmegy egy oly kongruenciába, mely megfelelőzésben van a már megoldott (31)-gyel. És pedig ez utóbbi együttthatóiból (s modulusából) úgy nyerjük a (már átalakított jobboldallal bíró) (40) együttthatóit (s modulusát), hogy az előbbi (31)-et az  $n, t$  értékpár helyett (melyre fennállott az  $(n, t) = 1$  kikötés) az  $\frac{n}{s}$ ,  $s$  értékpárra alkalmazzuk, tehát (40) megoldása:

$$Y_{p_v}(n, s) \equiv L_{p_v}(n, s) \pmod{2^v}. \quad (41)$$

Mivel az  $n \equiv 3 \pmod{4}$  esetben  $H_q^*(n) = H_q(n)$  (l. a (10<sub>2</sub>) után tett megjegyzést) azért (36), (39) s (41) szerint (33)-at s ezzel tételünket minden részében bebizonyítottuk.<sup>17</sup>

\*

13. Foglalkozni fogunk, mint a bevezető szavakban említettük, avval a kérdéssel, hogy mely  $D$ -k mellett tartalmaz  $k(D) = R(\sqrt{m})$  negatív normával bíró egységet, azaz a  $\sigma_m$  alap-egység normája mikor negatív, vagy, más fogalmazásban, mikor oldható meg racionális egész számokkal az

$$x^2 - Dy^2 = -4 \quad (42)$$

egyenlet?

E tárgyalásunkban  $D = n$  vagy  $8n$  legyen, ahol  $n$  minden prímtényezője  $\equiv 1 \pmod{4}$ , mert más  $D$  mellett (42) szóba sem jöhet.

Ervényes a következő elégséges feltétel:

---

<sup>17</sup> Ha  $n \equiv 5 \pmod{8}$ , akkor  $H_q^*(n) = 2H_q^*(n)$  s könnyen kimutatható, hogy ezen az úton ismét megnyertük a tételnek  $D=n$  esetére vonatkozó egyik részét, míg az  $n \equiv 1 \pmod{8}$  esetben  $H_q^*(n) = 0$  s ugyancsak könnyen kimutatható, hogy a  $H_q^*$ -ra fent talált érték most osztható  $2^{v+1}$ -vel.

II. Tétel. A  $k(D)$  test alapegységének normája  $-1$ , ha a test genuszai páratlan számú ideálosztályt tartalmaznak, azaz ha a  $D = n$ ,  $8n$  eseteknek megfelelően  $\frac{1}{2^{v-1}} L(n, p)$ , illetőleg  $\frac{1}{2^v} L(2n, 2)$  páratlan szám.<sup>18</sup>

Bizonyítás: Észrevevesszük az Ia. tétel alapján, hogy az  $n$ -re fennálló megszorítás miatt  $N_q \eta_n$  és  $N_q \eta_{2n}$  mindegyike  $q$ -tól független; a vonatkozó  $L_q$  jelekben ugyanis a  $q$  index törölhető minden további nélkül s a II. tétel első ( $D = n$ ) esetét illető  $L(n, p)$  csupán  $n$ -től függ mod  $2^v$ , a 8. pont utolsó szavai szerint. Tehát a 3. pont utolsó bekezdése szerint  $\eta_n \in R(\sqrt{n})$  és  $\eta_{2n} \in R(\sqrt{2n})$ , úgy hogy  $N_q \eta_n$  és  $N_q \eta_{2n}$  helyett az  $N \eta_n$  és  $N \eta_{2n}$  abszolút normák vehetők. Így az Ia. és I. tételekből kiadódik a II. tétel.

A mondottakból a 4. pontban részletezett 1.—4. esetek alapján, melyekből most csupán az utolsó három lehetséges, látjuk, hogy további feltételeket ezen az úton hiába keresnénk  $N\sigma_m = -1$  teljesülésére. Ugyanis, ha  $N_q \eta_m = N \eta_m = 1$ , akkor azon 3. és 4. esetek bármelyike bekövetkezhetik s így  $N\sigma_m$  kétes marad. (Szerencsétlenségünkre ép az 1. esetet zárta ki (42), különben szükséges feltételt találhatnánk abból, hogy minden  $q, q'$  párra  $N_q \eta_m = N_{q'} \eta_m$  legyen — ez utóbbi azonban mindég teljesül az Ia. tétel alapján.)

Ugyancsak *semmis*, mint említettük, FUETER-nek<sup>19</sup> következő szükséges feltétele: a  $D = n \equiv 1 \pmod{8}$  esetben (42) oldhatóságára szükséges, hogy az  $R(\sqrt{-n}) = k(-4n)$  (képzetes!) test genuszai páros számú ideálosztályt tartalmazzanak.

Ugyanis az I. tételnek a  $4n$  discriminánusra vonatkozó

$$\sum_p \left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right) L(n, p) \tag{43}$$

kifejezése, mivel (mint már mondottuk)  $L(n, p) \pmod{2^v}$  mos független  $p$ -től, mod  $2^{v+1}$  helyettesíthető  $L(n, p) \cdot \sum \left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right)$

<sup>18</sup> A tétel első esetében szereplő  $L(n, p)$  csupán  $n$ -től függ (l. a szövegben alább).

<sup>19</sup> L. 10. lábjegyzetet.

vel. Am az  $n \equiv 1 \pmod{8}$  esetben  $\left(\frac{2}{n}\right) = \left(\frac{2}{p_1}\right) \left(\frac{2}{p_2}\right) \dots = 1$  és így  $\sum \left(1 - \left(\frac{2}{p}\right)\right)$  osztható 4-gyel. Másrészt  $L(n, p)$  osztható  $2^{r-1}$ -vel, tehát az előbbi szorzat, s így (43) is, osztható  $2^{r+1}$ -vel. Ez az I. tétel szerint azt jelenti, hogy  $H(-4n)$  osztható  $2^{r+1}$ -vel, tehát a  $k(-4n)$  test génuszai (a feltételezett  $n$ -ek mellett) *mindig* páros számú ideálosztályt tartalmaznak.

Érdekes, hogy a II. tétel épp az előbbi  $D = n \equiv 1 \pmod{8}$  discrimináns kivételével, vagyis a  $D = n \equiv 5 \pmod{8}$  és  $D = 8n$  discriminánsokra, megenged egy más fogalmazást, amelyben a tételnek ez a része: «ha a test génuszai stb.» ezzel helyettesítendő: «ha az  $R(\sqrt{-n}) = k(-4n)$ , ill.  $R(\sqrt{-2n}) = k(-8n)$  test génuszai stb.», míg a kivett esetről ilyen nem mondható.

\*

Hibajavítások szerzőnek jelen Értesítő 44. kötetében megjelent cikkéhez:

A 230. l. alulról 8-dik sorában az «összetett» szó törlendő s itt kimaradt e megjegyzés: Ha  $n = 1$  vagy  $n = p_1$  lehetetlenségre vezetne, akkor  $n > 1$ , illetve összetett  $n$  értendő.

A 234. l. felülről 12-dik sorában «=» helyett « $\equiv$ » teendő.

A 235. l. (9<sub>3</sub>) kongruenciájából kimaradt a « $d > 1$ » megszorítás — ehelyett egyszerűbben a jobboldal második tagja törlendő; ugyanitt « $\lambda$ » helyett « $\nu$ » teendő.

A 235. l. alulról 9-dik sorában «sorozatot» helyett «egész számok sorozatát» teendő.

A 244. l. felülről 15-dik sorában «s» helyett «ha» teendő.

# ÜBER DIE KLASSENZAHL UND FUNDAMENTALEINHEIT DES REELLEN QUADRATISCHEN ZAHLKÖRPERS.

Von LADISLAUS RÉDEI. (Mezőtúr.)

Die vorliegende Note ist eine Fortsetzung der in diesem Anzeiger (44 (1924) 230—45) und (mit weniger Modifikation) im Journal f. Math. (159 (1928) 210—19) behandelten Frage über die Teilbarkeit der (im «engeren» Sinne genommenen) Klassenzahl  $H(D)$  eines quadratischen Zahlkörpers  $k(D)$  durch  $2^\lambda$  ( $\lambda$  ist die Anzahl der verschiedenen Primfaktoren der Discriminante  $D$ ) für den Fall  $D \geq 0$ . Bedeutet  $L_q(n, p)$  den Ausdruck, in welchen das im ang. Journal (S. 218) definierte Symbol  $L(n, p)$  übergeht, wenn in diesem  $q$  (ein beliebiger Primfaktor von  $n$ ) durch  $-q$  ersetzt wird, so hat man den

*Satz.* Im Falle eines ungeraden  $D$  ist  $H(D)$  durch  $2^\lambda$  dann und nur dann teilbar, wenn es mit allen  $L_p(D, p)$  der Fall ist ( $p$  bedeutet alle Primfaktoren von  $D$ ).

Es gelten ähnliche Sätze für die anderen  $D$ .

Behandelt wird noch die Frage über die Existenz von Einheiten mit negativer Norm (dann sind bekanntlich alle die Primfaktoren von  $D$  von der Gestalt  $4l+1$ ). Es wird erhalten der

*Satz.* Ist die Anzahl der in einem Geschlecht von  $k(D)$  enthaltenen Klassen eine ungerade Zahl (d. h.  $H(D)$  nicht teilbar durch  $2^{\lambda-1}$ ), so hat die Grundeinheit die Norm  $-1$ .

Drücken wir diesen Satz mit Hilfe des vorigen durch Symbole  $L$  aus, so gewinnen wir eine Verallgemeinerung des einen (mit  $\left(\frac{x}{y}\right)$  und nicht mit  $\left(\frac{x}{y}\right)_4$  formulierten) Teils der Sätze von



DIRICHLET (Werke I. S. 219) und von TANO (Journal f. Math., 105 (1889) 160—69).

Der folgende Satz von R. FUETER (S. die Fussnote<sup>10</sup>): «Bei einem Discriminante  $D$  von der Gestalt  $8l+1$  ist die Anzahl der in einem Geschlecht von  $k(-4D)$  enthaltenen Klassen eine gerade Zahl, wenn in  $k(D)$  die Grundeinheit die Norm  $-1$  hat» erweist sich als inhaltslos, denn die genannte Anzahl ist stets eine ungerade Zahl.

Die Schlüsse sind aus einigen, zuerst von LERCH und PLANCHEREL (S. bez. die Fussnoten <sup>3</sup> u. <sup>4</sup> gefundenen Relationen erhalten, die auf elementarem Wege sich aus den «Endformeln» der Klassenzahlen ergeben.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Febr. 1931.)

## A MÁSODFOKÚ SZÁMTEST OSZTÁLYSZÁMÁRÓL.

RÉDEI LÁSZLÓ (Mezőtúr).

Már foglalkoztunk<sup>1</sup> e kérdéssel: mely másodfokú számtestek («szűkebb» értelemben vett) osztályszáma osztható  $2^\lambda$ -val, hol  $\lambda$  a discrimináns különböző primtényezőinek számossága. Erre vonatkozó eddigi eredményeink (664. l. I. tétel — ezt ezentúl röviden mint I. tételt idézzük) alapján nyerjük jelen dolgozatban e tételt:

A másodfokú számtest osztályszáma akkor és csak akkor osztható  $2^\lambda$ -val, ha létezik a test  $D$  discriminánsának oly  $D = D_1 D_2$  felbomlása, melyben  $D_1, D_2$  ugyancsak discriminánsai másodfokú számtesteknek és e két test mindegyikében a másik test discriminánsának primszámtényezői két primideál szorzatára esnek szét.

Megjegyezzük, hogy  $D_1$  s  $D_2$  nem lehet mindkettő negatív.<sup>2</sup> Az említett primideálok csakis különbözők lehetnek, mivel  $D_1$  s  $D_2$  relatív prim értékek, így a tétel szerinti felbomlásban

---

<sup>1</sup> I. ezen kötet 648—680. lapjait. Ezen dolgozathól röviden a lapszám megadásával fogunk idézni. A jelölések egy részét a megelőző dolgozathól átvettük, ezek:  $D$  (röviden «discrimináns»)  $\lambda, H(D), p, q, n = p_1 p_2 \dots p_r, \nu, \left(\frac{a}{b}\right), K(n, p), K_q(n, p), L(n, p), L_q(n, p)$ , utóbbiakban  $n$  páros (de ekkor is négyzetmentes pozitív) is lehet, ekkor  $p = 2$ ; e jelek értelmezése a 650, 662. lapokon található. Jelen dolgozatban az  $n_h^{(i)}, m_h^{(i)}$  jelek az  $n$  pozitív osztóit jelentik, ha mást nem mondunk.

<sup>2</sup> Ha például a  $D = n$  esetben  $D = -n_1 \cdot -n_2$  a tétel szerinti felbomlás, melyben  $-n_1, -n_2$  negatív discriminánsok, tehát  $n_1 \equiv n_2 \equiv 3 \pmod{4}$ , akkor annál inkább (v. ö. a szöveg következő szavaival)  $\left(\frac{-n_1}{n_2}\right) = 1, \left(\frac{-n_2}{n_1}\right) = 1$  lenne, ami a négyz. rec. tétellel ellenkezik. A pozitív discrimináns többi esete hasonlóan megvizsgálható.

$\left(\frac{D_1}{q_2}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{D_2}{q_1}\right) = 1$ , hol  $q_1$  és  $q_2$  a  $D_1$ , illetőleg  $D_2$  összes primtényezőit jelentik (ha  $a \equiv 1 \pmod{4}$ , akkor  $\left(\frac{a}{2}\right) = \left(\frac{2}{a}\right)$  értendő). További megjegyzést a tételre vonatkozóan a <sup>4</sup> lábjegyzet tartalmaz.

Míg az említett megelőző dolgozataink tárgyalása s eredményei hatfelé ágaztak a discrimináns különböző eseteiben, nagy eltérést mutatva főként a discrimináns pozitív s negatív értékei között, jelen tételünkben ez ágak összefonódtak. Így még inkább felébred a kívánság egy közös tárgyalás után. — Ismét figyelmeztetünk azonban arra a körülményre, hogy megelőző dolgozatunkban, a valós test tárgyalásából kiadódott egy elégséges feltételünk negatív normával bíró alapegység létezésére (679. l. II. tétel); ennek megfelelője nem lévén lehetséges képzetes testre, e körülmény kételkedni késztet egy közös tárgyalás lehetőségében.

\*

A tétel könnyen belátható, ha  $D$ -nek legfeljebb egy páratlan primtényezője van, s a továbbiakban feltételezzük, hogy  $v \geq 2$ . Értelmezzük a következő jeleket:

Páratlan  $b$  mellett  $\left(\frac{a}{b}\right)_o = \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{a}{b}\right)\right)$ , ha  $a, b$  relatív prim értékek; különben  $\left(\frac{a}{b}\right)_o = 0$ . Tehát  $\left(\frac{a}{b}\right)_o$  értéke 0 vagy 1. Ha  $a, b, c, \dots$  nem oszthatók  $p$ -vel, akkor

$$\left(\frac{abc\dots}{p}\right)_o \equiv \left(\frac{a}{p}\right)_o + \left(\frac{b}{p}\right)_o + \dots \pmod{2} \quad (1)$$

és

$$\left(\frac{p}{abc\dots}\right)_o \equiv \left(\frac{p}{a}\right)_o + \left(\frac{p}{b}\right)_o + \dots \pmod{2}; \quad (1')$$

továbbá

$$\left(\frac{p}{q}\right)_o \equiv \left(\frac{q}{p}\right)_o + \left(\frac{-1}{p}\right)_o \left(\frac{-1}{q}\right)_o \pmod{2}, \quad (2)$$

ha  $p, q$  különböző páratlan primszámok. Könnyen adódik

$$\sum_q \left(\frac{p}{q}\right)_o - \sum_q \left(\frac{q}{p}\right)_o \equiv \left(\frac{-1}{p}\right)_o \left(1 + \left(\frac{-1}{n}\right)_o\right) \pmod{2}, \quad (3)$$

hol  $p$  az  $n$  egyik tetszésszerű prímtenyezőjét jelenti és  $q$  befutja  $n$  összes prímtenyezőit.

Szerepelni fognak a számoknak  $x$  sorából és  $y$  oszlopából álló matrixok:  $(a_{ik}) \binom{i=1, \dots, x}{k=1, \dots, y}$ ; az  $a_{ik}$  elem sorindexe  $i$ , oszlopindexe  $k$ . Egy matrix vagy determináns bizonyos sora elemeinek összegét röviden (az illető sorhoz tartozó) sorösszegnek nevezzük; megfelelő jelentése legyen az «oszlopösszeg» kifejezésnek. Ha  $A$  egy négyzetes matrix ( $x=y$ ), akkor  $|A|$  a hozzátartozó determináns jele.

Jelentse  $M$  a  $\binom{p_k}{p_i}_0 \binom{i=1, \dots, v}{k=1, \dots, v}$  matrixot; ennek átlós elemei zérusok (átló alatt a főátlót értjük).<sup>3</sup> Az  $M$  átlós elemei némelyikét (esetleg egyet sem, esetleg mindet) 1-gyel helyettesítve, elérhetjük, hogy a keletkezett  $M^*$  matrix (összes) sorösszegei párosak. Ha  $p=p_i$  az  $n$  egyik prímtenyezője, akkor  $M^{*p}$  jelentse azt a matrixot, amit  $M^*$ -ből nyerünk, miután ebben az  $i$ -dik átlós elemhez 1-gyet hozzáadtunk.

Nyilván  $|M^*| = 0$ .

Tárgyalásunkban alapvető a következő:

*Segéd-tétel.* Az  $n$  minden  $p$  prímtenyezőjére

$$L(n, p) \equiv 2^{v-1} |M^{*p}| \pmod{2^v}. \quad (4)$$

<sup>3</sup> Ezen  $M$  matrix  $i$ -dik sorát így is fogjuk nevezni: az  $M$ -nek  $p_i$ -hez tartozó sora. Az  $M$ -nek  $d$ -hez tartozó sorai alatt ( $d | n, d > 1$ ) értjük a  $p, q, r, \dots$  számokhoz tartozó sorokból álló matrixot, hol  $d = pqr \dots$ . Hasonló kifejezéseket fogunk használni az  $M$  oszlopaira. A megfelelő értelemben beszélünk  $|M|$ -nek  $d$ -hez tartozó főminoráról. Mindezt értjük a később előforduló  $M^*$  stb. matrixokra és  $|M^*|$  stb. determinánssokra is, melyek  $M$ -nek, illetőleg  $|M|$ -nek csekély módosításai.

<sup>4</sup> E segéd-tétel kiderítette az  $L(n, p) \pmod{2^v}$  jel szerkezetét, miáltal kérdésünkre egy újabb alakban nyertünk feleletet; bár ezen is túlhalad tételünk, mégis még egyszer le akarjuk szögezni, hogy például a  $D = -n \pmod{4}$  esetben  $H(D) = K(n, p) \equiv \pm L(n, p) \equiv 2^{v-1} |M^{*p}| \pmod{2^v}$  (ezekben  $p$  tetszésszerű), mely háromféle formula explicit voltával esetleg előnyösen alkalmazható. (Az utolsó kifejezés explicit volta teljessé válik,

ha  $M^*$   $i$ -dik átlóeleméül az  $\binom{n}{p_i}_0$  értéket választjuk). Ugyancsak hasonló módon többféleképpen kifejezhető a II. tételben (679. l.) adott elégséges feltételünk. Ugyanez a jelen dolgozatbeli tétel segélyével is kifejez-

Bizonyítás: Tekintsük egyelőre az  $\left(1 - \left(\frac{u}{v}\right)\right)$  ( $u \neq v$ ) számokat mint  $x_v^u$  határozatlanokat s vezessük be még az  $x_u^u$  határozatlanokat. Legyen  $S_q^n = \sum x_q^p$ , mely összegben  $p$  befutja az  $n$  összes prímtenyezőit.  $p_1$  jelentse  $n$ -nek egy bizonyos prímtenyezőjét. Az  $\frac{n}{p_1}$ -nek egy tetszőszerinti  $\mathcal{A} (> 1)$  osztójához alkossuk meg a  $P^{(i)}(\mathcal{A})$  ( $i=1, 2, \dots$ ) kifejezéseket a következőkből: Legyenek  $r, s, t, \dots$  a  $\mathcal{A}$  prímtenyezői egy bizonyos sorrendben s a

$$\sum x_r^{r'} x_s^{s'} x_t^{t'} \dots = \sum_{i \geq 1} P^{(i)}(\mathcal{A}) \quad (5)$$

egyenlet baloldalán az összeg kiterjesztendő az  $r, s, t, \dots$  elemek összes különböző  $r', s', t', \dots$  permutációira. Gondoljuk e permutációkat ciklusokra bontva (ha éppen egyikben például  $r' = r$ , akkor felveendő a ciklusok közé a megfelelő egyelemű ciklus); mindazon tagok összege (5) baloldalából, mely tagokhoz tartozó ciklusok számossága  $i$ , legyen  $P^{(i)} \mathcal{A}$ , illetve ez utóbbi zérus, ha  $i$  nagyobb a  $\mathcal{A}$  prímtenyezőinek számosságánál.

Azonosan

$$L(n, p_1) = \prod_{q \mid \frac{n}{p_1}} S_q + \sum_{i \geq 1} (-1)^i \sum_{\substack{\mathcal{A} \mid \frac{n}{p_1} \\ \mathcal{A} > 1}} P^{(i)}(\mathcal{A}) \prod_{q \mid \frac{n}{\mathcal{A} p_1}} S_q, \quad (6)$$

hol a 662. l. (21a) szerint kifejezett baloldalban gondoljuk mindenütt az  $x_p^p$  jeleket bevezetve. Ugyanis (6) jobboldala  $\pm g$

hető s akkor — itt jegyezzük meg — ismét nyerjük a  $D=n$  esetben TANO (649. l. 8) lábjegyzetben id. helyen, 161—62. l.) eredményét (ehhez hasonló azon dolgozatban nincs a  $D=2n$  esetre). Mégis ama II. tétel nem tekinthető még a  $D=n$  esetben sem TANO megállapításai ismétlésének, mert azon tétel a negatív normájú egység létezését az egy-egy génuszban tartalmazott ideálosztályok számosságával hozza kapcsolatba.

Könnyen láthatólag  $L_q(n, p)$ -re is vonatkozik egy a (4)-hez hasonló kongruencia, ha  $|M^{*p}|$ -t egy  $|M_q^{*p}|$  determinánssal helyettesítjük, melyet úgy nyerünk az előbbiből, hogy ebben úgy a  $q$ -hoz tartozó oszlop elemeihez, mint a főátló elemeihez rendre a  $\left(\frac{-1}{p_i}\right)_0$  ( $i=1, 2, \dots, v$ ) számokat hozzáadjuk (ezáltal azon oszlop átlóseleme változatlan maradt mod 2).

alakú tagok összege, hol  $g = x_{p_2}^{p_2'} x_{p_3}^{p_3'} \dots x_{p_\nu}^{p_\nu'}$  és  $i'$  ( $i=2, 3, \dots, \nu$ ) az  $1, 2, \dots, \nu$  számok valamelyike; határozzuk meg az egy bizonyos  $2', 3', \dots, \nu'$  rendszerhez tartozó tagok összegét. Legyen e rendszer legnagyobb része  $h = u', v', \dots$ , mely permutációja  $u, v, \dots$ -nek. Ha  $h$  üres, akkor a megfelelő  $g$  tag pontosan egyszer szerepel a (6) jobboldalán (még pedig ennek első részében) az 1 együtthatóval, a  $P^{(i)}(\mathcal{A})$  definíciója szerint, s az ily  $g$ -k összege épp a (6) baloldala (662. l. (21a)). Ha pedig  $h$  nem üres, akkor az általa meghatározott  $\begin{pmatrix} u, v, \dots \\ u', v', \dots \end{pmatrix}$  permutációt bontsuk  $C_{d_1}, C_{d_2}, \dots, C_{d_y}$  ciklusok szorzatára (ismét az esetleges egyelemű ciklusok tekintetbe vételével), hol  $d_1, d_2, \dots, d_y$  páronként relativ prim osztói  $\frac{n}{p_1}$ -nek ( $1 < d_z$ ) s  $C_{d_z}$  a  $d_z$  primentyezőiből alakított (egyik) ciklus ( $z=1, 2, \dots, y$ ). A jelen  $2', 3', \dots, \nu'$  rendszerhez tartozó  $g$ -t szolgáltat (6) jobboldalának első része (ez épp az összes különböző  $g$ -k összege) 1 együtthatóval s a második rész ugyancsak — és minden  $i$  mellett, míg  $i \leq y$  — szolgáltat ily  $g$ -t, még pedig tekintetbe jön  $\mathcal{A}$  számára a  $d_1, d_2, \dots, d_y$  sorozat bármely  $i$  tagjának szorzata s így a szóbanforgó  $g$ -nek teljes együtthatója  $1 + \sum_{i=1}^y (-1)^i \binom{y}{i} = 0$ , amivel (6)-ot igazoltuk.

Tegyük fel most, hogy az  $x_q^p$  jelek páros számok s tekintsük egyben (6)-ot csupán mod  $2^v$ . Mivel (6) jobboldalának minden tagja (az elébbi bekezdés  $\pm g$  számai) osztható  $2^{v-1}$ -vel, azért (6)-ból törölhetjük a  $(-1)^i$  tényezőket, majd  $\sum_i P^{(i)}(\mathcal{A})$ -t helyettesítsük (5) baloldalával. Ám e kifejezés a tagok (megengedett) előjelváltoztatásaival átmegy egy determinánsba, mely az  $|x_{p_i}^{p_i^k}|$  determinánsnak  $\mathcal{A}$ -hoz tartozó főminora (a  $^2$  jegyzet szerintihez hasonló értelemben). Végül helyettesítsük vissza az

$$x_q^p = \left(1 - \left(\frac{p}{q}\right)\right) = 2 \left(\frac{p}{q}\right)_0 \quad (p \neq q)$$

értékeket és tegyük  $x_q^q = 0 \left( = \left(\frac{q}{q}\right)_0 \right)$ , majd emeljük ki (6) jobboldalán a  $2^{v-1}$  tényezőt, akkor ezt nyerjük:

$$L(n, p_1) \equiv 2^{\nu-1} \left( \prod_{q \mid \frac{n}{p_1}} S_{0q} + \sum_{\substack{\mathcal{A} \mid \frac{n}{p_1} \\ \mathcal{A} > 1}} |M(\mathcal{A})| \prod_{q \mid \frac{n}{\mathcal{A} p_1}} S_{0q} \right) \pmod{2^\nu}, \quad (7)$$

ahol  $S_{0q} = \sum \left( \frac{p}{q} \right)_0$  az  $|M|$   $q$ -hoz tartozó sorösszege,  $|M(\mathcal{A})|$  az  $|M|$ -nek  $\mathcal{A}$ -hoz tartozó főminor. Nyilván (7) jobboldalából kiesnek az oly tagok, melyeknek egyik  $S_{0q}$  tényezője páros szám, míg a megmaradt tagokban  $S_{0q}$  helyébe 1-et írhatunk.

Tegyük fel előbb, hogy nem minden  $S_{0q} \left( q \mid \frac{n}{p_1} \right)$  páratlan. Akkor (7) jobboldalának második tényezője (ennek első tagja most zérus) az  $|M|$  bizonyos főminorainak összege; még pedig e főminorok mindazok, melyek alakításához az  $|M|$  második sorától kezdve (a  $\nu$ -dikig) oly sorokat használtunk, melyek sorösszegei párosak és nem használtuk fel az első ( $p_1$ -hez tartozó) sort. Tekintsük azon  $|\bar{M}|$  determinánst, mely  $|M|$ -ből a következő módon keletkezik: az  $|M|$  második sorától kezdve (a  $\nu$ -dikig) mindazon sor átlóelemét (ez eddig zérus volt) 1-gyel helyettesítjük, mely sorhoz tartozó sorösszeg páratlan volt, majd töröljük az első sort s oszlopot. Ha az így létrejött  $|\bar{M}|$  determinánst kifejtjük a főátló elemei szerint, akkor ép az  $|M|$  azon főminorainak összegét nyerjük, mely összegbe az imént átvittük (7) jobboldalának második tényezőjét. Tehát (7) jobboldala át megy a  $2^{\nu-1} |\bar{M}|$  értékbe.

Könnyen látható, hogy az előbbihez hasonló eredményt nyerünk akkor is, ha minden  $S_{0q} \left( q \mid \frac{n}{p_1} \right)$  páratlan (ebben az esetben  $|\bar{M}|$  minden átlóeleme 1).

Észrevesszük, hogy a most bevezetett  $|\bar{M}|$  az  $|M^*|$ -nak  $\nu-1$  utolsó sorából (s oszlopából) alakított főminor. Akkor  $|M^{*\nu_1}| = |M^*| + |\bar{M}|$ . Mivel pedig  $M^* = 0$ , azért az előbbi eredmény alapján nyertük a segédtételt a tetszésszerű  $p = p_1$ -re vonatkozóan.

\*

A tételt a  $D = -n, -4n, -8n, n, 4n, 8n$  eseteknek megfelelően I—VI. alatt bizonyítjuk.

I. Legyen  $D = -n$ , tehát  $n \equiv 3 \pmod{4}$ ,  $\lambda = \nu$ .



Az I. tétel s (4) alapján

$$H(D) \equiv 2^{r-1} |M^{*p}| \pmod{2^r}, \tag{8}$$

melyben  $p$  bármely prímtenyezője  $n$ -nek.

Az  $M$  matrixnak  $d_1$ -hez tartozó soraiban  $s$  (egyszersmind)  $d_2$ -höz tartozó oszlopaiban ( $d_1 | n, d_2 | n, d_1 > 1, d_2 > 1$ ) szereplő elemeiből álló matrixot jelöljük  $M(d, d_2)$ -vel; akkor  $M(d_1, d) = M(d)$ . Hasonlóan értendő jelek  $M^*(d_1, d_2), M^{*p}(d_1, d_2), M^*(d), M^{*p}(d)$ .

Az  $M^*$  matrix sorösszegei, mint tudjuk, párosak; hasonló igaz most ezen matrix oszlopösszegeiről. Ugyanis az  $M^*$  matrix  $p$ -hez tartozó oszlopösszegének és sorösszegének különbsége — tekintetbe véve a közös átlóelem kiesését — a (3) baloldala, a jobboldal pedig zérus, mivel  $\left(\frac{-1}{n}\right) = -1$ , azaz  $\left(\frac{-1}{n}\right)_0 = 0$ .

Tegyük fel előbb, hogy lehetséges  $D$ -nek a tétel szerinti felbomlása, azaz  $D = n' \cdot n''$ , melyben  $n' \equiv 1 \pmod{4}, n' > 1, n'' \equiv 3 \pmod{4}$ ,

$$\left(\frac{n'}{p''}\right) = 1, \left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1 \ (p' | n', p'' | n'').$$

Akkor

$$\left(\frac{p''}{n'}\right) = 1, \left(\frac{p'}{n''}\right) = 1.$$

Ezek elsejéből következik (1') szerint, hogy  $\left(\frac{p''}{r}\right)_0 + \left(\frac{p''}{s}\right)_0 + \dots$  páros szám, hol egy pillanatra  $r, s, \dots$  az  $n'$  összes különböző prímtenyezőit jelentik. Ez azt jelenti, hogy az  $M^*(n', n'')$  matrix oszlopösszegei párosak; hasonló igaz  $M^*$ -ről, tehát  $M^*(n'')$ -ről is, mivel e matrixok elseje s harmadika együtt ép az  $M^*$  matrixnak ( $n''$ -hoz tartozó) oszlopait alkotják. Másrészt  $\left(\frac{p'}{n''}\right) = 1 \ (p' | n')$  következménye (megint (1') alapján), hogy az  $M^*(n'', n')$  oszlopösszegei is párosak. Ezt az  $M^*(n'')$ -ra talált ténnyel egyesítve, azt nyertük, hogy az  $M^*$  matrix  $n''$ -hoz tartozó soraiból alakított matrix oszlopösszegei párosak. Egyszerű determinánstétel szerint páros szám tehát az  $|M^{*p}|$  determináns is, ha  $p | n'$ , mert ez esetben az  $M^{*p}$  és  $M^*$  matrixoknak  $n''$ -hoz tartozó sorai megegyeznek. Így (8) szerint  $2^r | H(D)$ , ami bizonyítandó volt.

Tegyük fel, hogy fordítva  $2^v | H(D)$ . Akkor (8) szerint  $|M^{*p}|$  páros szám, melyben  $p$  egyik tetszésszerű primtényezője  $n$ -nek. Általánosan érvényes a következő: Ha egy  $|a_{ik}|$  determináns elemei racionális egész számok s a determináns páros szám, akkor ezen determináns néhány oszlopából alakított matrix sorösszegei párosak (s amit most az oszlopokról mondtunk, ennek megfelelője igaz természetesen a sorokról). Ugyanis a feltevés mellett megoldható a  $\sum_k a_{ik} x_k \equiv 0 \pmod{2}$  ( $i=1, 2, \dots$ ) kongruenciarendszer, melyben nem minden  $x_k$  páros s az ily  $x_k$  értéke 1-nek vehető. Így az  $|M^{*p}|$  néhány sorának oszlopösszegei párosak — legyenek e sorok az  $n''$ -hoz tartozók ( $n'' > 1$ ). A  $p$  nem lehet osztója  $n''$ -nak, mert az  $M^{*p}$  sorösszegei párosak, kivéven azt az egyet, mely  $p$ -hez tartozik, már pedig az  $n''$ -hoz tartozó sorokban lévő összes elem összegének is párosnak kell lennie. Tehát egyrészt  $n'' < n$ , másrészt az  $M^*$  matrix  $n''$ -hoz tartozó sorainak oszlopösszegei is párosak. Hasonló igaz akkor az  $n' = \frac{n}{n''}$ -hoz ( $n' > 1$ ) tartozó sorokról s az előbbi bekezdésben tett út megfordításával azt nyerjük, hogy  $\left(\frac{p''}{n'}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{p'}{n''}\right) = 1$ , hol  $p'$  és  $p''$  értelme, mint előbb, s feltehető, hogy éppen  $n'' \equiv 3 \pmod{4}$ . Akkor ismét  $\left(\frac{n'}{p''}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1$ , azaz  $D = n' \cdot -n''$  a tétel kívánta felbontás, mellyel a tételt jelen  $D = -n$  esetre bebizonyítottuk.

II. Legyen  $D = -4n$ , tehát  $n \equiv 1 \pmod{4}$  és  $\lambda = \nu + 1$ .

Az I. tétel s (4) alapján

$$H(D) \equiv 2^v \Sigma \left( \frac{2}{p} \right)_0 |M^{*p}| \pmod{2^{v+1}}, \quad (9)$$

melyben az összeg az  $n$  összes primtényezőire vonatkozik.

Vizsgáljuk meg mindenekelőtt az  $M^*$  oszlopösszegeit. Ezt ismét a (3) alapján tehetjük (tekintetbe véve, hogy a sorösszegek zérusok) s mivel most  $\left(\frac{-1}{n}\right) = 1$ , azaz  $\left(\frac{-1}{n}\right)_0 = 0$ , azt nyerjük, hogy az  $M^*$  matrix  $p$ -hez tartozó sorösszege mod 2 oly számosztályba esik, mint  $\left(\frac{-1}{p}\right)_0$ .

Jelentse most  $\mathcal{A}$  oly valódi osztóját  $n$ -nek, melyre az  $M^*$  matrix  $\mathcal{A}$ -hoz tartozó sorainak oszlopösszegei párosak. Kimutatjuk, hogy csupán a következő három —  $A, B, C$  — eset lehetséges:

A. Nem létezik egyetlen  $\mathcal{A}$  sem. Ekkor minden  $|M^{*p}|$  páratlan ( $p|n$ ).

B. Létezik csupán egyetlen  $\mathcal{A}$ . Ekkor  $|M^{*p}|$  páratlan, ha  $p|\mathcal{A}$ , különben  $|M^{*p}|$  páros.

C. Létezik két különböző  $\mathcal{A}$ . Ekkor minden  $|M^{*p}|$  páros ( $p|n$ ).

Vezessük be a később is használandó  $[a]$  jelt, mely racionális egész  $a$  mellett az  $a$ -ból a teljes négyzet tényezők elhagyása után nyert számot jelenti.

Fentebb láttuk, hogy  $|M^{*p}|$  páros voltából következik egy  $\mathcal{A}$  létezése, mely nem osztható  $p$ -vel s egyben  $|M^{*q}|$  páros, ha  $q$  nem osztója  $\mathcal{A}$ -nak. Ha még  $|M^{*p'}|$  is páros, melyben  $p'$  egy bizonyos primtényezője  $\mathcal{A}$ -nak, akkor létezik még egy bizonyos  $\mathcal{A}'$  (mely hasonló értelmű, mint  $\mathcal{A}$ ) és  $\mathcal{A}'$  nem osztható  $p'$ -sal, tehát  $\mathcal{A}' \neq \mathcal{A}$ , továbbá  $|M^{*q}|$  páros, ha  $q$  nem osztója  $\mathcal{A}'$ -nek. Ha éppen  $\mathcal{A}\mathcal{A}' = n$ , akkor azt nyertük, hogy minden  $|M^{*q}|$  páros ( $q|n$ ), különben pedig könnyen láthatólag  $[\mathcal{A}\mathcal{A}']$  is egy a  $\mathcal{A}$ -k közül, így  $|M^{*q}|$  páros, ha  $q$  nem osztója  $[\mathcal{A}\mathcal{A}']$ -nek. Ám az  $n$  minden primtényezője nem osztója a  $\mathcal{A}, \mathcal{A}', [\mathcal{A}\mathcal{A}']$  számok legalább egyikének, tehát minden  $|M^{*q}|$  páros ( $q|n$ ). Ezzel fenti állításunkat kimutattuk.

Tegyük fel már most, hogy lehetséges  $D$ -nek a tétel szerinti felbomlása. Akkor vagy  $D = -n' \cdot 4n''$ ,  $n' \equiv n'' \equiv 3 \pmod{4}$ ,  $\left(\frac{-n'}{2}\right) = \left(\frac{-n'}{p''}\right) = \left(\frac{n''}{p'}\right)$  vagy  $D = n' \cdot -4n''$ ,  $n' \equiv n'' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ ,  $\left(\frac{n'}{2}\right) = \left(\frac{n'}{p''}\right) = \left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1$ , hol  $p'|n'$ ,  $p''|n''$ . Ha éppen a másodszer említett felbomlás érvényes és ebben  $n'' = 1$ , akkor elmarad az  $\left(\frac{n'}{p''}\right) = 1$  feltétel s  $p''$ -ről nem is beszélhetünk; ekkor  $n' = n$  s így  $\left(\frac{-1}{p'}\right) = 1$  miatt minden  $p \equiv 1 \pmod{4}$ , amikor is (v. ö. 663. l. 8. pont utolsó bekezdésével)  $K(n, p)$ -vel együtt  $L(n, p)$  (ez utóbbi mod  $2^r$ ) csupán  $n$ -től függ, tehát  $\left(\frac{n}{2}\right) = \left(\frac{n}{n}\right) = 1$  miatt az I tételből könnyen adódik  $2^{r+1} | H(D)$ .

Ezért a továbbiakban feltehetjük, hogy  $D$  második felbomlásában  $n'' > 1$ . Akkor könnyen láthatólag  $D$  felbomlásának mindkét esetében:  $\left(\frac{2}{n'}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{p''}{n'}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{p'}{n''}\right) = \left(\frac{-1}{p'}\right)$  és  $n'$ ,  $n''$  valódi osztói  $n$ -nek.

Azt nyerjük tehát, hogy  $\left(\frac{p''}{n'}\right) = 1$  és (1') miatt az  $M^*(n', n'')$  oszlopösszegei párosak; továbbá  $\left(\frac{p'}{n''}\right) = \left(\frac{-1}{p'}\right)$  miatt az  $M^*(n'', n')$  oszlopösszegei oly paritásúak (azaz mod 2 oly számosztályba esnek), mint az  $M^*$  megfelelő oszlopösszegei, tehát  $M^*(n')$  oszlopösszegei is párosak. Összefoglalva: Párosak az  $M^*$  matrix  $n'$ -hoz tartozó sorainak oszlopösszegei. Így vagy a  $B$  vagy a  $C$  esettel van dolgunk. Az utóbbi esetben (9)-ből tüstént adódik  $2^{r+1} | H(D)$ , míg a  $B$  esetben (9) jobboldala helyettesíthető  $2^r \sum_{p|n'} \left(\frac{2}{p}\right)_0$ -val (most  $\Delta = n'$ ), ennek második tényezője pedig páros szám  $\left(\frac{2}{n'}\right) = 1$ , azaz  $\left(\frac{2}{n'}\right)_0 = 0$  miatt. Tehát most is  $2^{r+1} | H(D)$ , amit bizonyítani akartunk.

Tegyük fel, hogy fordítva  $2^{r+1} | H(D)$ . Aszerint, amint  $M^*$  a fenti  $A$ ,  $B$ ,  $C$  eset alá tartozik, megkülönböztetjük az  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$  eseteket. Ezeket a  $B'$ ,  $C'$ ,  $A'$  sorrendben tárgyaljuk:

$B'$ . Most létezik az  $n$ -nek  $n'$  valódi osztója úgy, hogy az  $M^*$  matrix  $n'$ -hoz tartozó sorainak oszlopösszegei párosak, egyben — ha  $n = n'n''$  —  $|M^{*n'}|$  mind páratlan,  $|M^{*n''}|$  mind páros ( $p' | n'$ ,  $p'' | n''$ ). Akkor (9) szerint a már ismert módon következik  $\left(\frac{2}{n'}\right) = 1$ . Továbbá az  $n'$ -hoz tartozó sorok tulajdonságából az imént tett út megfordításával azt találjuk, hogy  $\left(\frac{p''}{n'}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{p'}{n''}\right) = \left(\frac{-1}{p'}\right)$ . Mindezek épp azt mondják, hogy  $D = n' - 4n''$ , illetőleg  $D = -n' - 4n''$  a tétel kívánta felbomlás, megfelelőleg az  $n' \equiv n'' \equiv 1, 3 \pmod{4}$  eseteknek.

$C'$ . Most létezik az  $n$ -nek két —  $m$ ,  $m_1$  — valódi osztója, melyekre, ezenfelül még  $[mm_1]$ -re is (v. ö. az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  pontok bizonyításával) egyenként igaz, hogy az  $M^*$  matrix hozzájuk tartozó sorainak oszlopösszegei párosak. Legyen  $n'$  egyike azon három számnak, s legyen  $\left(\frac{2}{n'}\right) = 1$ ; ilyen  $n'$  biztosan van

$\left(\frac{2}{m}\right)\left(\frac{2}{m_1}\right) = \left(\frac{2}{[mm_1]}\right)$  miatt. Ha épp  $n' = n$ , akkor az  $M^*$  oszlopösszegei, tehát az összes  $\left(\frac{-1}{p}\right)_0$  számok is párosak, azaz minden  $p \equiv 1 \pmod{4}$ , tehát  $D = -4 \cdot n$  a tétel kívánta felbomlás. Ha pedig  $n' < n$ , akkor úgy következtethetünk tovább, mint az előbbi pont végén.

A'. Most  $m$  bármely valódi osztója  $n$ -nek, az  $M^*$  matrix  $m$ -hez tartozó sorainak oszlopösszegei nem mind zérusok. Alkossuk meg e sorok oszlopösszegeinek  $\sigma_m$  értékrendszerét (mod 2). Akkor  $\sigma_m$  csupa különböző értékrendszert jelent mod 2, ha  $m$  befutja az  $n$  mindazon osztóit, melyek egy bizonyos  $p$  többségi (beleértve az  $n$ -et is). E  $\sigma$ -k számossága  $2^{r-1}$ . Ám bármelyikben ezek közül az elemek összege páros, mert  $M^*$  sorösszegei párosak, így a különböző  $\sigma$ -k számossága legfeljebb  $2^{r-1}$ , amit az előbbivel egyesítve, azt nyerjük, hogy egy bizonyos  $\sigma_m$  a  $0, 0, \dots, 0$  értékrendszer mod 2. Ebben nem lehet  $m < n$ , a jelen feltevés szerint, tehát  $m = n$ . Ennélfogva az  $M^*$  oszlopösszegei párosak, s ismét következik, hogy minden  $p \equiv 1 \pmod{4}$ . Másrészt most minden  $M^{*p}$  páratlan s így (9)-ből  $\left(\frac{2}{n}\right) = 1$ . Tehát  $D = -4 \cdot n$  a tétel kívánta felbomlás, amivel a tételt a  $D = -4n$  esetre bebizonyítottuk.

III. Legyen  $D = -8n$ . Ezt az esetet visszavezetjük a már tárgyalt  $D = -4n$  esetre.

Határozzuk meg a  $q$  pozitív prímszámot úgy, hogy  $q \equiv 2 \pmod{n}$  és  $q \equiv -n \pmod{4}$ . Akkor  $qn \equiv 3 \pmod{4}$  s így  $D_1 = -qn$  oly discrimináns, melyre a tétel már igaznak bizonyult. Továbbá az I. tétel szerint  $H(D_1) \equiv H(D) \pmod{2^{r+1}}$ , mivel  $L(qn, q) = L(2n, 2)$ ,  $\left(\frac{q}{p}\right) = \left(\frac{2}{p}\right)$  miatt ( $p \nmid n$ ).

Tegyük fel előbb, hogy  $D$ -nek van egy, a tétel szerinti felbomlása. Akkor vagy  $D = -8n_1 \cdot n'$ ,  $n' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ ,  $\left(\frac{-2n_1}{p'}\right) = \left(\frac{n'}{2}\right) = \left(\frac{n'}{p_1}\right) = 1$ , vagy  $D = 8n_2 \cdot -n''$ ,  $n'' \equiv 3 \pmod{4}$ ,  $\left(\frac{2n_2}{p''}\right) = \left(\frac{-n''}{2}\right) = \left(\frac{-n''}{p_2}\right) = 1$ , ahol  $p', p'', p_1, p_2$  rendre  $n', n'', n_1, n_2$  összes prímtényezőit jelentik. Ám itt úgy az első,

mint a második esetben az összes  $\left(\frac{x}{y}\right)$  jelekben a 2 helyébe  $q$  helyettesíthető s így  $D_1$ -re a  $D_1 = -qn_1 \cdot n'$ , illetőleg  $D_1 = -qn_2 \cdot n''$  felbomlást nyertük, mely mindkét esetben a tétel szerinti; tehát  $2^{r+1} | H(D_1)$  s ezzel együtt  $2^{r+1} | H(D)$ , ami bizonyítandó volt.

Ha fordítva  $2^{r+1} | H(D)$ , akkor  $2^{r+1} | H(D_1)$  s az előbbi út megfordításával nyerjük a jelen  $D = -8n$  esetre a tételnek még hiányzó részét.

IV. Legyen  $D = n$ , tehát  $n \equiv 1 \pmod{4}$  és  $\lambda = \nu$ .

Jelentse  $p$  az  $n$ -nek egy tetszésszerinti primtényezőjét; határozzuk meg ehhez a  $\bar{p}$  pozitív prímszámot úgy, hogy  $\bar{p} \equiv -p \pmod{4 \cdot \frac{n}{p}}$ , és legyen  $D_p = -\frac{n\bar{p}}{p}$ . Akkor minden  $D_p$  is discrimináns, mert  $\frac{n\bar{p}}{p} \equiv 3 \pmod{4}$ , és könnyen láthatólag  $\left(\frac{-p}{q}\right) = \left(\frac{\bar{p}}{q}\right)$ ,  $\left(\frac{q}{p}\right) = \left(\frac{q}{\bar{p}}\right)$ , ha  $q \mid \frac{n}{p}$ , tehát:

Az I. tétel alapján akkor és csak akkor  $2^r | H(D)$ , ha minden  $p$ -vel  $2^r | H(D_p)$ .

Az itt tekintetbejövő  $n$ -ekre megalkotunk egy egyszerű fogalmat: Az  $n$  szám  $4k+3$  alakú primtényezőinek számossága legyen  $\mu$  ( $\mu$  páros, esetleg  $\mu=0$ ). Az  $n = p_1 p_2 \dots p_\nu$  előállításban legyenek  $p_1, p_2, \dots, p_\mu$  a  $4k+3$  alakú primtényezők. Akkor az  $i, k$  indexpárnak  $1, 2; 1, 3; \dots; 1, \nu; 2, 3; 2, 4; \dots; 2, \nu; \dots; \nu-1, \nu$  értékpárjaival megalkotott  $\left(\frac{p_i}{p_k}\right)$  értékrendszert az  $n$  szám  $T$  típusának nevezzük (az « $n$ -hez  $T$ » hozzárendelés nem egyértelmű). Nyilván  $\mu$  és  $T$  alapján eldönthető, vajjon fennáll-e  $2^r | H(D)$ ?

Bebizonyítjuk előbb, hogy ha lehetséges egy a tételnek megfelelő  $D = n' \cdot n''$  felbomlás, akkor helyes a tétel. Most ugyanis  $n' \equiv n'' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ ,  $n'' > 1$ ,  $\left(\frac{n'}{p''}\right) = \left(\frac{n''}{p'}\right) = 1$  ( $p' | n'$ ,  $p'' | n''$ ), tehát pl.  $p | n'$  mellett  $D_p = -\frac{n'\bar{p}}{p} \cdot n''$  ugyancsak a tétel szerinti

felbomlás (mert  $\left(\frac{-\frac{n'\bar{p}}{p}}{p''}\right) = \left(\frac{-n'\bar{p}p}{p''}\right) = \left(\frac{n'p^2}{p''}\right) = \left(\frac{n'}{p''}\right) = 1$ ),

továbbá  $p' \neq p$  mellett  $\left(\frac{n''}{p'}\right) = 1$ , végül  $\left(\frac{n''}{p}\right) = \left(\frac{n''}{p}\right) = 1$ , így minden  $p$ -vel  $2^r | H(D_p)$ , azaz  $2^r | H(D)$ , amit bizonyítani akartunk.

Ezek után a tételt a következő módon fogjuk bizonyítani: Az adott  $\nu$  mellett lehetséges összes típusokból (ezek számossága  $\binom{\nu}{2}$ ) megalkotunk egy véges  $T_0, T_1, T_2, \dots$  sorozatot, oly módon, hogy  $T_0$  minden eleme 1 legyen,  $T_k$  pedig ( $k=1, 2, \dots$ ) csupán egyetlen elemében különbözzék  $T_{k-1}$ -től, végül ama sorozatban minden típus legalább egyszer előforduljon. Ezután kimutatjuk, hogy (először) a tétel helyes, ha  $n$  típusa  $T_0$ , (másodszer) a tétel helyes, ha  $\nu=2$ , (harmadszor) tetszésszerűn  $n$ -re ( $\nu \geq 3$ ), melynek típusa  $T_l$  ( $l \geq 1$ ), helyes a tétel, feltételezve ennek helyességét azon  $n$ -ekre, melyek primitívezőinek számossága kisebb  $\nu$ -nél és azon  $n$ -ekre, melyek primitívezőinek számossága ugyan  $\nu$ , de a hozzájuk tartozó  $T_x$  indexe  $x < l$ .

A tétel helyes, ha  $\nu=2$ , azaz  $D=p_1 p_2$ . Ugyanis két eset lehetséges: vagy  $p_1 \equiv p_2 \equiv 1 \pmod{4}$ , vagy  $p_1 \equiv p_2 \equiv 3 \pmod{4}$ . Ha az első esetben  $\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = 1$ , akkor  $D = p_1 \cdot p_2$  a tétel szerinti felbomlás s így a megelőzőkben már  $2^2 | H(D)$  adódott; ha pedig  $\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = -1$ , akkor  $D$  nem bontható fel a tétel kívánta módon, egyben  $H(D)$  nem osztható  $2^2$ -vel, mert már

$$L_{p_1}(p_1 p_2, p_1) \equiv \left(1 - \left(\frac{-p_1}{p_2}\right)\right) \equiv 2 \pmod{4}$$

(v. ö. I. tétellel). A második esetben  $D$  nem bontható fel a tétel kívánta módon (mi több,  $D$  nem bomlik fel két pozitív discrimináns szorzatára), egyben  $H(D)$  nem osztható  $2^2$ -vel, mert — feltéve, hogy éppen  $\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = 1$  — már

$$L_{p_1}(p_1 p_2, p_1) \equiv \left(1 - \left(\frac{-p_1}{p_2}\right)\right) \equiv 2 \pmod{4}.$$

A tétel helyes, ha  $n$  típusa  $T_0$  (feltehető  $\nu \geq 3$  az előbbi bekezdés miatt). Ugyanis az  $n$  primitívezőinek egy bizonyos elrendezésénél  $\left(\frac{p_i}{p_k}\right) = 1$ , ha  $1 \leq i < k \leq \nu$ . Legyen  $d$  az  $n$  egyik



$4k+1$  alakú prímtenyezője, ha van ilyen, különben (ekkor  $\nu$  páros)  $d = p_1 p_2$ . Akkor  $D = d \cdot \frac{n}{d}$  a tétel szerinti felbomlás, így a megelőzőkben már  $2^\nu \mid H(D)$  adódott.

Legyen most már  $n$  s ezzel együtt az  $n$ -hez rendelt  $T_l$  típus tetszésszerinti (mégis  $\nu \geq 3$ ,  $l \geq 1$ ) és tegyük fel, hogy  $2^\nu \mid H(D)$ , egyben tételezzük fel a tétel helyességét a jelen  $\nu$  mellett az  $l$  «kisebb» értékeire, továbbá a  $\nu$  «kisebb» értékeire.  $2^\nu \mid H(D)$ -ből következik, hogy minden  $p$ -re  $2^\nu \mid H(D_p)$  érvényes. Ennélfogva az I. eset alá tartozó  $D_p$  felbomlik a tétel kívánta módon, mely felbomlás vagy  $D_p = -\frac{n'\bar{p}}{p} \cdot n''$ , vagy  $D_p = \frac{n'\bar{p}}{p} \cdot -n''$ , mindkét esethez hozzájárulva a LEGENDRE-jelekkel kifejezett feltételek (az első esetben  $n' \equiv n'' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ ,  $n'' > 1$ , a másodikban  $n' \equiv n'' \equiv 3 \pmod{4}$ ). Ha  $D_p$ -re az első felbomlás bekövetkezik, s így — ismét  $p' \mid n'$ ,  $p'' \mid n''$  mellett —  $\left(\frac{n''}{p'}\right) = 1$  ( $p' \neq p$ ),  $\left(\frac{n''}{p''}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{-n'p\bar{p}}{p''}\right) = 1$  (ez utolsó LEGENDRE-jel «számlálójába» eredetileg  $-\frac{n'\bar{p}}{p}$  irandó, de ez nyilván helyettesíthető a használt értékkel), akkor  $D = n' \cdot n''$  a tétel kívánta felbomlás; ugyanis

$$\left(\frac{n''}{p}\right) = \left(\frac{p}{n''}\right) = \left(\frac{-p}{n''}\right) = \left(\frac{\bar{p}}{n''}\right) = \left(\frac{n''}{\bar{p}}\right) = 1$$

és

$$\left(\frac{n'}{p''}\right) = \left(\frac{n'p^2}{p''}\right) = \left(\frac{-n'p\bar{p}}{p''}\right) = 1,$$

mert  $\bar{p} \equiv -p \pmod{4 \frac{n}{p}}$ .

A továbbiakban tehát feltehetjük, hogy minden  $p$ -vel az előbb említett felbomlások közül a második (s az első nem) következik be. Akkor

$$\left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1 \quad (p' \neq p), \quad \left(\frac{-n''}{p}\right) = 1, \quad \left(\frac{n'p\bar{p}}{p''}\right) = 1.$$

Ezekből:

$$\left(\frac{-n''}{p}\right) = \left(\frac{p}{n''}\right) = -\left(\frac{-p}{n''}\right) = -\left(\frac{\bar{p}}{n''}\right) = -\left(\frac{-n''}{\bar{p}}\right) = -1$$

és

$$\left(\frac{-n'}{p''}\right) = \left(\frac{-n'p^2}{p''}\right) = \left(\frac{n'p\bar{p}}{p''}\right) = 1.$$

Összefoglalva:

$$\left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1 \ (p' \neq p), \quad \left(\frac{-n''}{p}\right) = -1, \quad \left(\frac{-n'}{p''}\right) = 1 \ (n' \equiv n'' \equiv 3 \pmod{4}).$$

A következőkben, valahányszor  $D = m_1 m_2$ , ahol  $m_1, m_2 (\geq 0)$  discrimináns számok, továbbá

$$\left(\frac{m_1}{q_2}\right) = 1, \text{ ha } q_2 \nmid m_2', \text{ míg } \left(\frac{m_1}{q_2}\right) = -1, \text{ ha } q_2 \mid m_2', \text{ hol } m_2' m_2'' = m_2$$

és

$$\left(\frac{m_2}{q_1}\right) = 1, \text{ ha } q_1 \nmid m_1', \text{ míg } \left(\frac{m_2}{q_1}\right) = -1, \text{ ha } q_1 \mid m_1', \text{ hol } m_1' m_1'' = m_1$$

bekövetkezik, mindannyiszor azt fogjuk mondani, hogy  $D = m_1 m_2$  a tétel szerinti felbomlás «az  $m_1' m_2'' = m_0$  kivételével».

Megelőző eredményünk akkor így fogalmazható: minden  $p$ -hez  $(p \mid n)$  találunk egy  $n', n'' (> 0)$  számpárt, mellyel  $D = -n' \cdot -n''$  a tétel szerinti felbomlás «a  $p$  kivételével».

Az  $n = a \cdot b$  és  $n = c \cdot d$  különböző felbomlások összetételének fogjuk nevezni az  $n = [ac] \cdot [bc]$  felbomlást;  $[ac] = [bd]$  és  $[bc] = [ad]$  miatt e hozzárendelés egyértelmű. Érvényes a következő: ha  $D = a \cdot b$  és  $D = c \cdot d$  a tétel szerinti felbomlások rendre «az  $a$ , illetőleg  $\beta$  kivételével», akkor az összetett felbomlás is ilyen «az  $[a\beta]$  kivételével». Ugyanis, ha például  $p \mid a, p \mid c, p \mid a, p \mid \frac{n}{\beta}$  (ez utóbbi azt fejezi ki, hogy  $p$  nem osztója  $\beta$ -nak), akkor  $p \mid [bc], \left(\frac{[ac]}{p}\right) = \left(\frac{[bd]}{p}\right) = \left(\frac{b}{p}\right) \left(\frac{d}{p}\right) = -1 \cdot 1 = -1$  s egyben  $p \mid [a\beta]$ , míg ha  $p$  az  $a, c, a, \beta$  mindegyikének osztója, akkor

$\left(\frac{[ac]}{p}\right) = \left(\frac{b}{p}\right) \left(\frac{d}{p}\right) = -1 \cdot -1 = 1$  s egyben  $p$  nem osztója  $[a\beta]$ -nak. Ebből az is adódik, hogy ha  $D$ -nek két különböző felbomlása van a tétel szerint, mindkettő ugyanazon « $a$  kivétellel», akkor az összetett felbomlás a tétel szerinti, mert  $[a^2] = 1$ .

Ha tehát  $p \neq q$  és  $D = -n' - n''$ ,  $D = -m' - m''$  a tétel szerinti felbomlások rendre «a  $p$ , illetőleg  $q$  kivételével» ( $n'$ ,  $n''$ ,  $m'$ ,  $m''$  mind  $4k+3$  alakú pozitív számok), akkor e felbomlások különbözők s az összetevéssel nyert  $D = n'_1 n''_1$  felbomlás a tétel szerinti «a  $p, q$  kivételével», továbbá ebben  $n'_1$ ,  $n''_1$  mindketten  $4k+1$  alakú pozitív számok, mert például  $n'_1 = [-n' - m'] = [n'm']$ . Azt is látjuk, hogy minden  $p, q$  párhoz létezik egy ily felbomlás.

Legyen most  $p_1, p_2$  egy tetszőszerinti pár ( $p_1 \neq p_2$ ) az  $n$  primtényezői közül. Legyen továbbá  $n_0 = p_{10} p_{20} \dots p_{\nu 0}$ -ban  $p_{i0} \equiv p_i \pmod{4}$  és  $\left(\frac{p_{i0}}{p_{k0}}\right) = \left(\frac{p_i}{p_k}\right)$  ( $1 \leq i < k \leq \nu$ ) az egyetlen  $\left(\frac{p_{10}}{p_{20}}\right) = -\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$  kivétellel, természetesen egyben  $\left(\frac{p_{20}}{p_{10}}\right) = -\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$  (a mi céljainkra akár  $p_{i0} = p_i$  ( $i \geq 2$ ) tehető). Legyen végül  $\widehat{p_1 p_2}$  oly pozitív primszám, melyre  $\widehat{p_1 p_2} \equiv p_1 p_2 \pmod{4 \frac{n}{p_1 p_2}}$  s legyen  $\widehat{n} = \frac{n p_1 p_2}{p_1 p_2}$ . Kimutatjuk, hogy

$$K_p(n, p) + K_{p_0}(n_0, p_0) \equiv 2K_{\widehat{p}}(\widehat{n}, \widehat{p}) \pmod{2}, \quad (10)$$

melyben  $p = p_i$  tetszőszerinti primtényezője  $n$ -nek,  $p_0 = p_{i0}$ , végül  $\widehat{p} = p$ , ha  $i \geq 3$ , míg  $\widehat{p} = \widehat{p_1 p_2}$ , ha  $p = p_1$  vagy  $p = p_2$ .

A (10) baloldala első részét fejezzük ki 662. l. (20) alapján (tehát e (20) szerinti kifejezésben  $p$  helyébe  $-p$  irandó), azután e kifejezés minden egyes tagjához adjuk hozzá azt, ami belőle a  $p_i (=) p_{i0}$  ( $i = 1, 2, \dots, \nu$ ) helyettesítéssel adódik; így nyerjük (10) baloldalát. Ama helyettesítéssel azonban az illető tag változatlan marad vagy a  $-1$ -szeresébe megy át, a szerint, amint az a tag  $\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$  vagy  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$  tényezőt nem tartalmaz, illetve tartalmaz, úgy értve ezt, hogy például  $\left(\frac{ab}{cd}\right) = \left(\frac{a}{c}\right) \left(\frac{a}{d}\right) \left(\frac{b}{cd}\right)$  tartalmazza az  $\left(\frac{a}{c}\right)$  tényezőt. Eszerint (10) baloldala a  $K_p(n, p)$  mindazon tagjainak kétszeres összege, melyek a  $p_1, p_2$  prim-

számokat elválaszthatlanul tartalmazták, értve e kifejezés alatt azt, hogy ha  $p_1$  vagy  $p_2$  szerepel azon tag egyik tényezőjének «számlálójában», akkor ugyanitt szerepel  $p_2$ , illetőleg  $p_1$  is (hasonló igaz akkor a «nevezőkre»); e tagok közé tartozik az «1» is. Ha mármost a baloldalon a  $p_1 p_2$  szorzatok helyett mindenütt  $\widehat{p_1 p_2}$ -t írunk, ami meg van engedve  $\widehat{p_1 p_2} \equiv p_1 p_2 \pmod{4 \frac{n}{p_1 p_2}}$  miatt, épp a jobb-oldalt nyerjük, miáltal (10)-et behizonyítottuk.

Az 663. l. (23) alapján (10)-ből nyerjük (figyelembe véve, hogy  $\widehat{n}$  prímtenyezőinek számsósága  $\nu - 1$ ):

$$L_p(n, p) + L_{p_0}(n_0, p_0) \equiv 2L_{\widehat{p}}(\widehat{n}, \widehat{p}) \pmod{2^r}. \quad (11)$$

Ezek után tegyük fel először, hogy a  $p_1, p_2$  párhoz tartozó (egyik)  $D = n' \cdot n''$  felbomlásban, mely a tétel szerinti «a  $p_1 p_2$  kivétellel»,  $p_1 | n', p_2 | n''$  teljesül. Akkor könnyen láthatólag a  $D_0 = n_0 = n'_0 n''_0$  felbomlás a tétel szerinti, ahol  $n'_0$  és  $n''_0$  a  $p_i (=) p_{i0}$  helyettesítéssel adódnak  $n'$ -ből, illetőleg  $n''$ -ből. Ugyanis például  $p_{10}$ -ra nézve:  $p_{10} | n'_0, \left(\frac{n''_0}{p_{10}}\right) = -\left(\frac{n''}{p_1}\right)$ , mert  $p_{20} | n'_0$  és  $\left(\frac{p_{20}}{p_{10}}\right) = -\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$ , míg egyébként  $\left(\frac{p_{i0}}{p_{k0}}\right) = \left(\frac{p_i}{p_k}\right)$ , továbbá feltevés szerinti  $\left(\frac{n''}{p_1}\right) = -1$ , tehát  $\left(\frac{n''_0}{p_{10}}\right) = 1$ ; a  $p_{20}$  prímszám esete hasonlóan vizsgálható s még könnyebben  $p_{i0} (i \geq 3)$ . Következőleg a tétel jelen IV. esetének már behizonyított része szerint  $2^r | H(D_0)$ , tehát az I. tétel szerint a (11) baloldalának második tagja osztható  $2^r$ -vel; hasonló igaz az első tagról is a  $2^r | H(D)$  feltevésünk miatt. Tehát (11)-ből azt nyerjük, hogy  $2^{r-1} | L_{\widehat{p}}(\widehat{n}, \widehat{p})$  minden  $\widehat{p} | \widehat{n}$  mellett; ez pedig, minthogy  $\widehat{n}$  prímtenyezőinek számsósága  $\nu - 1$ , ismét az I. tétel szerint azt jelenti, hogy  $2^{r-1} | H(\widehat{D})$ , hol  $\widehat{D} = \widehat{n}$ . Akkor feltevés szerint létezik a  $\widehat{D} = \widehat{n} = \widehat{n}' \cdot \widehat{n}''$  felbomlás, mely a tétel szerinti; itt  $\widehat{n}' \equiv \widehat{n}'' \equiv 1 \pmod{4}$  és (az általánosság megszorítása nélkül)  $\widehat{n}' = \frac{m' \widehat{p_1 p_2}}{p_1 p_2}, \widehat{n}'' = m''$  tehető, ahol  $m' m'' = n$ . Ha mármost  $q | m''$ , akkor  $q | \widehat{n}''$  és így

$$\left(\frac{m'}{q}\right) = \left(\frac{m'(p_1 p_2)^2}{q}\right) = \left(\frac{m' \widehat{p_1 p_2} p_1 p_2}{q}\right) = \left(\frac{\widehat{n}'}{q}\right) = 1,$$

mert

$$\widehat{p_1 p_2} \equiv p_1 p_2 \left( \text{mod } 4 \frac{n}{p_1 p_2} \right),$$

ha pedig  $q \mid m'$  és  $q \neq p_1$ ,  $q \neq p_2$ , akkor

$$\left( \frac{m''}{q} \right) = \left( \frac{\widehat{n}''}{q} \right) = 1,$$

végül

$$\left( \frac{m''}{p_1 p_2} \right) = \left( \frac{p_1 p_2}{m''} \right) = \left( \frac{\widehat{p_1 p_2}}{m''} \right) = \left( \frac{\widehat{p_1 p_2}}{\widehat{n}''} \right) = 1,$$

tehát

$$\left( \frac{m''}{p_1} \right) = \left( \frac{m''}{p_2} \right).$$

Összefoglalva: a szerint, hogy ez utolsó LEGENDRE-jelek közös értéke  $-1$  vagy  $+1$ , a  $D = m' \cdot n''$  felbontás a tétel szerinti «a  $p_1 p_2$  kivételével», illetve a tétel szerinti. Az első esetben tehát, a  $D = n' n''$  felbontáson kívül a  $D = m' \cdot n''$  felbontás is a tétel szerinti, mindkettő «ugyanazon  $p_1 p_2$  kivételével», ám e két felbontás különböző, mert  $p_1 p_2 \mid m'$ , míg  $p_1 \mid n'$ ,  $p_2 \mid n''$ , s így e felbontások összetevésével nyerjük a  $D = [n' m'] \cdot [n'' m']$  tétel szerinti felbontást.

Hátra van tehát a következő eset: minden  $p_1, p_2$  párhoz csupán oly  $D = n' \cdot n''$  felbontás található, mely a tétel szerinti «a  $p_1 p_2$  kivételével» s egyben (az általánosság megszorítása nélkül)  $p_1 p_2 \mid n'$ . Legyenek egyúttal a most említett  $p_1, p_2$  primszámpár s a  $D = n' \cdot n''$  felbontás szilárdan megválasztva, valamint  $p_1 p_2 \mid n'$ . Akkor mint könnyen látható, a  $\widehat{D} = \widehat{n} = \frac{n' \widehat{p_1 p_2}}{p_1 p_2} \cdot n''$  felbontás a tétel szerinti; ehhez épp csak a  $\widehat{p_1 p_2}$  prímszám kíván tüzetesebb vizsgálatot s nyerjük:

$$\left( \frac{n''}{p_1 p_2} \right) = \left( \frac{\widehat{p_1 p_2}}{n''} \right) = \left( \frac{p_1 p_2}{n''} \right) = \left( \frac{p_1}{n''} \right) \left( \frac{p_2}{n''} \right) = \dots = 1 \cdot 1 = 1.$$

Mint hogy továbbá  $\widehat{D} = \widehat{n} \equiv 1 \pmod{4}$ , azért a tétel jelen IV. esetének már bebizonyított része szerint  $2^{r-1} \mid H(\widehat{D})$ . Az I. tételből nyerjük tehát:  $L_{\widehat{p}}(\widehat{n}, \widehat{p}) \equiv 0 \pmod{2^{r-1}} (\widehat{p} \mid \widehat{n})$ . Hasonlóan követ-

kezik  $2^r \mid H(D)$ -ből  $L_p(n, p) \equiv 0 \pmod{2^r} (p \mid n)$ . Ezekből s (11)-ből tehát  $L_{p_0}(n_0, p_0) \equiv 0 \pmod{2^r} (p_0 \mid n_0)$  adódik, hol az  $n_0$  értelme, mint (10) előtt megállapítottuk. Akkor az I. tétel alapján  $2^r \mid H(D_0)$ , ahol  $D_0 = n_0$ . Tehát azt nyertük, hogy az oly típusú  $D_0 = n_0$ -ra is  $2^r \mid H(D_0)$ , mely típus az  $n$  típusából, azaz  $T_l$ -ből az egyik (jelen esetben az 1, 2) indexpárhoz tartozó elem megváltoztatásával adódik; ezen megváltoztatott elem bármelyik lehet, lévén (az eddig szilárdan megválasztott)  $p_1, p_2$  bármely prímszám-pár az  $n$ -ből. Ám ezen újabb típusok között megvan

- $T_{l-1}$  (v. ö. a  $T_0, T_1, T_2, \dots$  sorozat definíciójával) s mindjárt fel is tehetjük a  $p_1, p_2$  pár oly megválasztását, hogy az ezen párhoz szerkesztett  $n_0$  típusa  $T_{l-1}$ . Ámde ezen típusra a tételt igaznak tételeztük fel, tehát van egy  $D_0 = n_0 = n'_0 n''_0$  felbontás, mely a tétel szerinti, azaz  $\left(\frac{n'_0}{p'_0}\right) = 1, \left(\frac{n''_0}{p''_0}\right) = 1 (p'_0 \mid n'_0, p''_0 \mid n''_0)$ . Másrészt  $n_0 = p_{10} p_{20} \dots p_{\nu 0}$ -ra nézve  $\left(\frac{p_{i0}}{p_{i0}}\right) = \left(\frac{p_i}{p_i}\right) (1 \leq i < l \leq \nu)$ , kivéve  $\left(\frac{p_{10}}{p_{20}}\right) = -\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$ . Ezeket az előbbiekre behelyettesítve azt látjuk, hogy a  $D = n$ -nek olyan  $D = n'_1 n''_1$  felbontását nyertük, amely vagv a tétel szerinti (ha t. i.  $p_{10} p_{20} \mid n'_0$  vagy  $p_{10} p_{20} \mid n''_0$ ) vagy a tétel szerinti «a  $p_1 p_2$  kivételével» s ez utóbbi esetben  $p_1 \mid n'_1, p_2 \mid n''_1$  (vagy fordítva  $p_2 \mid n'_1, p_1 \mid n''_1$ ). Ám ez utóbbi eset lehetetlen a jelen bekezdés elején tett feltevések szerint, marad csupán az első eset, amivel a tételt a  $D = n$  esetre bebizonyítottuk.

V. Legyen  $D = 4n$ , tehát  $n \equiv 3 \pmod{4}$  és  $\lambda = \nu + 1$ .

Jelentse  $p$  az  $n$ -nek egy tetszésszerinti primtényezőjét; határozzuk meg ehhez a  $\bar{p}$  pozitív prímszámot úgy, hogy  $\bar{p} \equiv -p \pmod{8 \frac{n}{p}}$  és tegyük  $D_p = -4 \frac{n\bar{p}}{p}$ . Akkor minden  $D_p$  is discrimináns, mert  $\frac{n\bar{p}}{p} \equiv 1 \pmod{4}$ , és könnyen láthatólag  $\left(\frac{-p}{q}\right) = \left(\frac{\bar{p}}{q}\right), \left(\frac{q}{p}\right) = \left(\frac{q}{\bar{p}}\right)$ , ha  $q \mid \frac{n}{p}$ , tehát:

Az I. tétel alapján akkor és csak akkor  $2^{r+1} \mid H(D)$ , ha  $2^r \mid H(-n)$  és minden  $p$ -vel  $2^{r+1} \mid H(D_p)$ .

Tegyük fel ismét először, hogy  $D = n' \cdot 4n''$  a tétel szerinti felbontás, tehát  $n' \equiv 1 \pmod{4}, n' > 1, n'' \equiv 3 \pmod{4}, \left(\frac{n'}{p''}\right) = 1,$

$\left(\frac{n'}{2}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{n''}{p'}\right) = 1$  ( $p' | n'$ ,  $p'' | n''$ ). Akkor az  $M^*(n'', n')$  matrix sorösszegei, valamint az  $M^*(n', n'')$  matrix sorösszegei párosak; ez utóbbiból s abból, hogy az  $M^*$  sorösszegei is párosak, az következik, hogy  $M^*(n')$  sorösszegei is párosak. Az elsőt s utolsót összefoglalva: párosak az  $M^*$  matrix  $n'$ -hoz tartozó oszlopainak sorösszegei, tehát  $|M^{*q}|$  is páros, ha  $q$  nem osztója  $n'$ -nak. Így az I. tétel és a segédétel szerint  $2^v | H(-n)$ . Legyen ezután  $p$  egyik tetszésszerű prímtényezője  $n$ -nek s legyen (először) épp  $p | n'$ . Akkor  $D_p = -\frac{n'\bar{p}}{p} \cdot 4n''$  a tétel szerinti felbontás, mint ez könnyen megvizsgálható. Hasonló igaz, ha (másodszor)  $p | n''$ , a  $D_p = n' \cdot 4 \frac{n''\bar{p}}{p}$  felbontásról, így a II. eset alá tartozó discriminánsokra már bebizonyított tétel szerint  $2^{v+1} | H(D_p)$  ( $p | n$ ). Ebből s a megelőző  $2^v | H(-n)$ -ből  $2^{v+1} | H(D)$  következik, amit bizonyítani akartunk.

Tegyük fel, hogy fordítva  $2^{v+1} | H(D)$ . Akkor ( $2^v | H(-n)$  mellett (amit egyelőre figyelmen kívül hagyunk) minden  $p$ -vel  $2^{v+1} | H(D_p)$ ). Így a tételnek a II. eset alá tartozó részéből az következik, hogy létezik  $D_p$ -nek egy, a tétel szerinti felbontása. Erre csupán a következő négy eset lehetséges:  $D_p = -\frac{n'\bar{p}}{p} \cdot 4n''$ ,  $4 \frac{n'\bar{p}}{p} \cdot -n''$ ,  $n' \cdot -4 \frac{n''\bar{p}}{p}$ ,  $-4n' \cdot \frac{n''\bar{p}}{p}$  ( $n = n' \cdot n''$ ,  $n' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n'' \equiv 3 \pmod{4}$ ); az első és második esetben  $p | n'$ , a harmadikban s negyedikben  $p | n''$  (a harmadik esetben  $n' > 1$ ). Ha az első vagy a harmadik eset bekövetkezik, akkor könnyen adódik, hogy  $D = n' \cdot 4n''$  a tétel szerinti felbontás, így feltételezhetjük, hogy a másik két eset egyike érvényes. Ha épp azon esetek másodika áll fenn, akkor  $p' | n'$ ,  $p'' | n''$  mellett  $\left(\frac{-n'}{p''}\right) = \left(\frac{-n'p^2}{p''}\right) = \left(\frac{n'\bar{p}p}{p''}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{-n''}{2}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{-n''}{p'}\right) = 1$  ( $p' \neq p$ ),  $\left(\frac{-n''}{p}\right) = \left(\frac{p}{n''}\right) = -\left(\frac{-p}{n''}\right) = -\left(\frac{\bar{p}}{n''}\right) = -\left(\frac{-n''}{\bar{p}}\right) = -1$ , tehát  $D = -4n' \cdot -n''$  a tétel szerinti felbontás «a  $p$  kivételével». Hasonló eredményre jutunk a negyedik eset feltételezéséből is, és így minden  $p$ -hez van egy ily felbontás.



Ha most  $p \mid n$ ,  $q \mid n$ ,  $p \neq q$  és  $D = -4n'$ ,  $-n''$ ,  $D = -4m'$ ,  $-m''$  a tétel szerinti felbontások rendre «a  $p$ , illetőleg  $q$  kivételével», akkor összetevéssel olyan  $D = n'_1 \cdot 4n''_1$  felbontást nyerünk, mely a tétel szerinti «a  $pq$  kivételével», ahol az «összetevést» kissé módosított értelemben vettük úgy, hogy  $[a]$  nem jelenti a  $2^2$ , csupán a  $2^4$  tényezők elhagyását, egyebekben  $[a]$  jelentése változatlan. És pedig ama felbontásban

$$\begin{aligned} n'_1 &= [-4m' \cdot -4n'] = [m'n'] = [m''n''], \\ n''_1 &= [-m'' \cdot -4n'] = 4[m''n'] = 4[m'n'']. \end{aligned}$$

Állításunkhoz csak a 2 prímszám viselkedését kell megvizsgálnunk (a többi úgy adódik, mint az előbbi IV. pontban) s erre nézve is

$$\left(\frac{n'_1}{2}\right) = \left(\frac{[-m'' \cdot -n'']}{2}\right) = 1.$$

Ezután hasonlóan következtethetünk, mint a megelőző IV. pontban tettük, csupán az eltérésekre kívánunk röviden rámutatni: Ismét bevezetjük az  $n_0 = p_{10} p_{20} \dots p_{\nu}$ , és  $\hat{n} = \widehat{p_1 p_2 p_3 \dots p_{\nu}}$  jeleket a  $p_{i0} \equiv p_i \pmod{8}$ ,  $\widehat{p_1 p_2} \equiv p_1 p_2 \pmod{8}$  további feltételekkel. Kimutatunk a (11)-hez hasonló összefüggést az  $L_p(n, p)$  helyett az  $L(n, p)$  és  $\sum_{q \mid n} \left(1 - \left(\frac{2}{q}\right)\right) L_p(n, q)$  ( $p \nmid n$ ) jelekre, utóbbiaknál a  $2^{r+1}$  modulussal (v. ö. az I. tétellel). Egyebekben az eljárásunk hasonló, megvizsgálunk csupán az indukció alapjául szolgáló  $\nu = 2$  esetet kell, valamint a  $T_0$  típusú  $n$ -nek ( $\nu > 2$ ) esetét; itt az  $n$  típusát hasonlóan értjük, mint a IV. pontban, most  $\mu$  (a  $4k+3$  alakú prímtenyezők számossága) páratlan, megjegyezve, hogy most  $\mu$ ,  $T$  és a  $\left(\frac{2}{p_i}\right)$  ( $i=1, 2, \dots, \nu$ ) értékrendszer döntik el, vajjon fennáll-e  $2^{r+1} \mid H(D)$ .

A megvizsgálandó esetekre nézve elég lesz annyit kimutatnunk, hogy amelyeknél ezek közül  $D$  nem bomlik fel a tétel szerinti módon, azoknál  $H(D)$  nem osztható  $2^{r+1}$ -gyel (a tétel többi részét ugyanis már bármily  $n$ -re hebizonyítottuk).

Ha  $\nu = 2$ , akkor  $D = 4p_1 p_2$  s feltehető, hogy  $p_1 \equiv 3 \pmod{4}$ .

Nyilván csupán  $D=4p_1 \cdot p_2$  lehet a tétel szerinti felbontás, ez is csak akkor, ha  $\left(\frac{p_2}{2}\right) = \left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 1$ . Fennmarad tehát a  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = -1$  eset, melyben  $L(p_1 p_2, p_2) \equiv 1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right) \equiv 2 \pmod{4}$  s így az I. tétel szerint  $H(D)$  nem osztható 8-cal, továbbá a  $\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 1$ ,  $\left(\frac{p_2}{2}\right) = \left(\frac{2}{p_2}\right) = -1$  eset, melyben

$$\begin{aligned} & \left(1 - \left(\frac{2}{p_1}\right)\right) L_{p_1}(p_1 p_2, p_1) + \left(1 - \left(\frac{2}{p_2}\right)\right) L_{p_2}(p_1 p_2, p_2) \equiv \\ & \equiv \left(1 - \left(\frac{2}{p_1}\right)\right) \left(1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)\right) + \left(1 - \left(\frac{2}{p_2}\right)\right) \left(1 - \left(\frac{-p_2}{p_1}\right)\right) \equiv 4 \pmod{2^3} \end{aligned}$$

s így az I. tétel szerint ismét  $H(D)$  nem osztható 8-cal. Ezzel a  $\nu=2$  esetre a tételt bebizonyítottuk.

Legyen  $n$  típusa  $T_0$  és  $\nu \geq 3$ . Feltesszük, hogy az  $n=p_1 p_2 \dots p_\nu$  előállításban  $p_i \equiv 3 \pmod{4}$  ( $i=1, 2, \dots, \nu$ ). Akkor  $\left(\frac{p_i}{p_k}\right) = 1$  ( $i \leq k \leq \nu$ ). Egyelőre zárjuk ki a  $\mu = \nu = 3$  esetet. Határozzuk meg az  $a, b$  számokat a következő módon: 1. ha  $\nu - \mu \geq 2$ , akkor  $a = p_\nu$ ,  $b = p_{\nu-1}$ ; 2. ha  $\nu - \mu = 1$  (tehát  $\mu \geq 3$ ), akkor  $a = p_\nu$ ,  $b = p_{\nu-1} p_{\nu-2}$ ; 3. ha  $\nu = \mu$  (tehát  $\mu \geq 5$ ), akkor  $a = p_\nu p_{\nu-1}$ ,  $b = p_{\nu-2} p_{\nu-3}$ . Mindhárom esetben jelentse  $d$  az  $a, b, ab$  számok valamelyikét, mellyel  $\left(\frac{2}{d}\right) = 1$ . Akkor minden esetben  $D = 4 \frac{n}{d} \cdot d$  a tétel szerinti felbontás s így csupán a hátrahagyott  $D = 4p_1 p_2 p_3$  esettel kell még foglalkoznunk, melyben  $p_i \equiv 3 \pmod{4}$  ( $i=1, 2, 3$ ). Most  $L(p_1 p_2 p_3, p_1) \equiv 0 \pmod{2^3}$  az  $L$  jel definíciója szerint (662. l. (21)), mert  $\left(\frac{p_i}{p_k}\right) = 1$  ( $i < k$ ). Továbbá könnyű számításal meggyőződhetünk, hogy

$$\sum_{k=1}^3 \left(1 - \left(\frac{2}{p_i}\right)\right) L_{p_i}(p_1 p_2 p_3, p_k)$$

osztható  $2^4$ -val, ha  $i=3$ , míg az  $i=1, 2$  értékek mellett azon kifejezés mod  $2^4$  oly számosztályba esik, mint

$$4 \left( \left( 1 - \left( \frac{2}{p_2} \right) \right) + \left( 1 - \left( \frac{2}{p_3} \right) \right) \right),^5$$

azaz mint

$$4 \left( 1 - \left( \frac{2}{p_2 p_3} \right) \right).$$

Így az I. tétel szerint  $2^4 \mid H(D)$ , akkor és csak akkor, ha  $\left( \frac{2}{p_2 p_3} \right) = 1$ . Másrészt  $D$ -nek a tétel szerinti felbomlása csupán  $D = 4p_1 \cdot p_2 p_3$  lehet, ez is akkor és csak akkor lesz ilyen, ha  $\left( \frac{p_2 p_3}{2} \right) = 1$ . Így  $D$  csupán akkor nem bomlik fel a tétel szerint, ha  $\left( \frac{p_2 p_3}{2} \right) = -1$ , amikor  $\left( \frac{2}{p_2 p_3} \right) = -1$ , tehát  $H(D)$  nem osztható  $2^4$ -val. Ezzel a tétel bizonyítása a  $D = 4n$  esetre is megtörtént.

VI. Legyen  $D = 8n$ . Ez az eset ismét könnyen visszavezethető a  $D = n$  esetre.

Határozzuk meg ugyanis a  $q$  pozitív prímszámot úgy, hogy  $q \equiv 2 \pmod{n}$  és  $q \equiv n \pmod{4}$ . Akkor  $qn \equiv 1 \pmod{4}$  s így  $D_1 = qn$  oly discrimináns, melyre a tétel már igaznak bizonyult. Továbbá az  $L_2(2n, 2)$  és  $L_p(2n, 2)$  ( $p \mid n$ ) kifejezésekben a 2 prímszám mindenütt  $q$ -val helyettesíthető s így az I. tétel szerint  $2^{r+1} \mid H(D)$  akkor és csak akkor, ha az  $nq$  minden  $r$  prímtenyezőjével  $2^{r+1} \mid L_r(nq, q)$ . Ám könnyen kimutatható, hogy  $L_r(nq, x) \pmod{2^{r+1}}$  az  $nq$  minden  $x$  prímtenyezőjére ugyanazon érték,<sup>6</sup> így az előbbi

<sup>5</sup> Most

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad M^* = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

így a <sup>4</sup> jegyzet utolsó megjegyzése szerint (most minden  $\left( \frac{-1}{p} \right)_0 = 1$ ) például

$$L_{p_2}(p_1 p_2 p_3, p_3) \equiv 4 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \equiv 4 \pmod{8}$$

$$\left( \text{most ugyanis } M^{*p_3} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \right).$$

Ilyen úton azt nyerjük, hogy  $Lp_i(p_1 p_2 p_3, p_k) \equiv 4 \pmod{8}$ , ha  $i \neq 3$  s egyben  $k \neq 1$ , különben azon érték  $\equiv 0 \pmod{8}$ , így könnyen adódik a szövegbeli kijelentés.

feltétel a  $2^{r+1} \mid L_r(nq, r)$  ( $r \mid nq$ ) feltétellel helyettesíthető. Akkor az I. tétel szerint  $2^{r+1} \mid H(D)$  akkor és csak akkor, ha  $2^{r+1} \mid H(D_1)$ .

Tegyük fel most már, hogy  $D = n' \cdot 8n''$  a tétel szerinti felbontás, hol  $n' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ . Akkor  $D_1 = n' \cdot qn''$  ugyancsak a tétel szerinti felbontás (ugyanis  $\left(\frac{n'}{q}\right) = \left(\frac{q}{n'}\right) = \left(\frac{2}{n'}\right) = \left(\frac{n'}{2}\right) = 1$ , továbbá  $p' \mid n'$  mellett  $\left(\frac{qn''}{p'}\right) = \left(\frac{2n''}{p'}\right) = \left(\frac{8n''}{p'}\right) = 1$ ), így  $2^{r+1} \mid H(D_1)$ , tehát  $2^{r+1} \mid H(D)$ .

Ha viszont  $2^{r+1} \mid H(D)$ , akkor  $2^{r+1} \mid H(D_1)$ , tehát  $D_1 = nq$  felbontható a tétel szerint. E felbontás  $D_1 = n' \cdot qn''$ , hol  $n' \equiv 1 \pmod{4}$ ,  $n' > 1$ , és ebből ismét következik, hogy a  $D = n' \cdot 8n''$  felbontás a tétel szerinti. Ezzel a tételt bebizonyítottuk.

---

<sup>6</sup> Ugyanis  $\bar{r} \equiv -r \pmod{4 \frac{nq}{r}}$  mellett, hol  $\bar{r}$  pozitív prímszám,  $L_r(nq, x) \equiv L\left(\frac{nq\bar{r}}{r}, \bar{x}\right) \pmod{2^{r+1}}$ , melyben  $\bar{x} = x$ , ha  $x \neq r$ , míg  $x = r$  mellett  $\bar{x} = \bar{r}$ . Mivel pedig  $\frac{nq\bar{r}}{r} \equiv 3 \pmod{4}$ , azért, mint többször említettük, az utóbbi  $L$  jel  $\pmod{2^{r+1}}$  változatlan marad, ha benne  $\bar{x}$ -t az  $\frac{nq\bar{r}}{r}$  bármely prímtényezőjével helyettesítjük.

---

# ÜBER DIE KLASSENZAHL DES QUADRATISCHEN ZAHLKÖRPERS.

Von LADISLAUS RÉDEI. (Mezőtúr.)

In der vorliegenden Note wird die in diesem Anzeiger (Bd 44 (1927) S. 230—45 und in diesem Bande S. 648—680) behandelte Frage über die Teilbarkeit von  $H(D)$  durch  $2^\lambda$  (die Bezeichnungen wie auf S. 681) endgültig erledigt und es ergibt sich der

*Satz.* Die Klassenzahl eines beliebigen quadratischen Zahlkörpers  $k(D)$  von der Discriminante  $D$  ist dann und nur dann teilbar durch  $2^\lambda$ , wenn eine Zerlegung  $D = D_1 D_2$  gilt, wobei  $D_1, D_2$  auch Discriminanten der quadratischen Körper  $k(D_1), k(D_2)$  sind und in beiden Körpern die Primzahlfaktoren der Discriminante des anderen Körpers in zwei Primideale zerfallen.

Bemerkungen: Leicht ersichtlich sind  $D_1, D_2$  zueinander relativ prim und somit sind die zwei Primideale stets verschieden. Bekanntlich ist dann das genannte Kriterium durch  $\left(\frac{D_1}{q_2}\right) = 1, \left(\frac{D_2}{q_1}\right) = 1$  ausdrückbar, dabei bedeuten  $q_1, q_2$  alle Primfaktoren von  $D_1$  bez.  $D_2$ ,  $\left(\frac{x}{y}\right)$  das LEGENDRESche Symbol und  $\left(\frac{D}{2}\right) = (-1)^{\frac{D^2-1}{8}}$  für ein ungerades  $D$ . Es zeigt sich leicht, dass im Falle  $D > 0$  nur  $D_1, D_2 > 0$  möglich sind.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April 1931.)

## HIDROGÉNEZÉS NAGY NYOMÁSON JÓD-KATALIZÁTOR FELHASZNÁLÁSÁVAL.

VARGA JÓZSEF-től.

A kötött hidrogént tartalmazó, hidrogénezésre felhasználható vegyületek közül a jódhidrogén a legrégebben ismert. Hidrogénezésre BERTHELOT munkái nyomán használta fel általánosan a szerves kémia. BERTHELOT<sup>1</sup> és a többi kutatók a jódhidrogént üvegfalu készülékekben, «bomba csövekben» reagáltatták a tanulmány tárgyává tett sokféle vegyületre. FR. FISCHER<sup>2</sup> járt el elsőnek úgy hogy jódhidrogén oldat helyett — ugyancsak üvegsőben (acélburkolattal védett üvegsőben) — kismennyiségű (1 %) elemi jód adagolással segítette elő a naphtalin és a nagy nyomású hidrogén egymásrahatását.

Jelen tanulmány olyan vizsgálatokat ismertet, amelyeknél az elemi jód-katalizátor acélfalu forgatható autoklávban és ugyancsak nagy nyomáson befolyásolta különböző vegyületek és nyersanyagok hidrogénezését. Ugyanígy hidrogénez naphtalint és naphtalintartalmú kátrányolajokat SPILKER és ZERBE a 277,974. sz. angol szab. bejelentés alapján.

A jódot 0.5 %-nyi mennyiségben adtuk a hidrogénezendő anyagok 200 g-jához (csak a szén hidrogéneződésének tanulmányozásánál 300 g-hoz). A vizsgálati anyagot 100—110 atm. kezdeti nyomású hidrogénnel zártuk el a 4.5 l térfogatú autoklávban, amelyet szabályozott fűtéssel<sup>3</sup> melegítettünk 450 C°-ra s ezen a hőmérsékleten egy óra hosszat hevítettünk.

---

<sup>1</sup> Bulletin, új sorozat XI. 278. o. (1869); Ann. chim. phys. XX. 516. o. (1870).

<sup>2</sup> Ges. Abhandl. z. K. d. Kohle. I. 231. o.

<sup>3</sup> J. VARGA: Brennstoff-Chemie, 1928. S. 277.

BODENSTEIN és v. MAYER<sup>1</sup> munkáiból tudjuk, hogy a jód és hidrogén a kísérletek választott hőmérséklete közelében 443 C°-on úgy hatnak egymásra, hogy molekasúlyuk 0·7802-ed része jód-hidrogénné egyesül. A jód azonban a vasfalú készülékben nemcsak a hidrogénnel — hanem vasjodidot alkotva — a vasfal anyagával is reagál. A vasjodidról ismeretes, hogy hidrogén jelenlétében bomlás nélkül szublimál.<sup>2</sup>

Mint hogy az első (jódadagolással végzett) kísérletek többszöri megismétlése után, a vasjodidképződés fokozatos előhaladása miatt egyideig arányosan nagyobbodó hidrogénfelvételt észleltünk — a vasfelületet megnagyobbítandó — az autoklávba 100 darab 1 × 1 cm méretű vaslemezből hajlított gyűrűt helyeztünk. Ezeket a gyűrűket a további vizsgálatok folyamán nem cseréltük ki.

Az első kísérletsorozatban jódadagolás nélkül hidrogéneztek a vizsgálat tárgyává tett anyagokat: kémiaiilag tiszta karbolsavat, *p*-krezolt, különböző nyersolajokat, kátrányokat és egy eocénkorú barnaszénét. Jódot csak a második kísérletsorozatban adagoltunk a vizsgálati anyagokhoz. A nyersolajokat és kátrányokat előzetesen 200 C°-ig pároltuk le s az autoklavot a hidrogénezett termék eltávolítása után tisztítottuk meg. A kísérletekre jellemző tényezők mindkét sorozatnál azonosak voltak.

Az 1. sz. táblázat a karbolsav és *p*-krezolra vonatkozó adatokat mutatja be; ezekből megállapítható, hogy a *p*-krezol jobban hidrogéneződik, mint a karbolsav. Jód, illetve vasjodid hatására a *p*-krezolnak fele (55·5 %), a karbolsavnak csak egyharmada (33·6 %) alakul át szénhidrogénekké. A *p*-krezol hidrogénezett termékének 33·3 %-a, 95 C°-ig, 51 %-a 120 C°-ig párolog át. Úgy a kisebb mint a nagyobb hőmérsékleten forró párlatban 100 %-os kénsavval határozva meg az aromás szénhidrogének mennyiségét azt állapítottuk meg, hogy a kisebb hőmérsékleten forró párlatban 51 %, a 95 C°-tól 120 C°-ig forró párlatban 74·8 % az aromás vegyület. A krezol tehát nemcsak toluol és benzollá, hanem hidromomás, esetleg nyílt szénláncú vegyületekké is átalakul.

<sup>1</sup> HABER: Thermodynamik techn. Gasreaktionen. 1905. 98. o.

<sup>2</sup> Gmellin-Kraut's Handb. d. anorg. Chemia IV. 2. Teil B. S. 338.



1. Táblázat.

	Jód nélkül	Jóddal
	hidrogénezett és 14 %-os NaOH-ban oldható termék tf. %-a	
karbolsav _ _ _	99·0 %	66·4 %
p.-krezol _ _ _	92·0 %	49·5 %

Négyféle nyersolaj, éspedig egy perzsiai, oroszországi (grosny-i), romániai és lengyelországi hidrogénezésének adatait a 2-ik táblázat tünteti fel. Ennek adataiból megállapítható, hogy a hasznosítás eléggé kedvezőtlen, mert 450 C°-on 60 % súlynál alig több hidrogénezett termék képződött a nyersanyagokból; a hiányzó rész gázzá bomlott el. (A gázak 1—2 köbce-nyi benzingőz tartalmát nem határoztuk meg.) Valamennyi hidrogénezett termék fajsúlya jóval kisebb a nyersanyagénál. Amíg ezek egyike sem tartalmazott 200 C°-ig forró párlatot, a hidrogénezett termékek mind-egyikében 50 %-nál is több volt ennek a párlatnak a mennyisége. Jód hatására még több kis hőmérsékleten forró párlat keletkezett, mégpedig leginkább a perzsiai és orosz nyersolajból és legkevésbé a lengyelországiából. Benzinszerű termékekké a nyersolajoknak nem a 200 C°-tól 300 C°-ig, hanem a 300 C° felett forró vegyületei hidrogéneződtek leghatásosabban. A táblázat adataiból megállapíthatjuk továbbá, hogy jód hatására csökkenik az olajhozam, azaz több gáz keletkezik a nyersolajokból mint a jódatás nélkül végzett hidrogénezésnél.

A jódadagolásnak a 200 C°-ig forró párlatoktól elkülönített kátrányokra, tehát phenolhomologokat és phenolszármazékokat tartalmazó anyagokra gyakorolt hatását a 3. sz. táblázat tünteti fel. A kátrányok közül az első franciaországi (servas-i), a második spanyolországi (ebro-i) eredetű, A, B és C magyarországi szenek lepárlási terméke; A: lignitkátrány (berentei), B: eocénszén primérikátránya, C: előbbi szén generátorban előállított kátránya, D: gázgyári kőszénkátrány.

A jód a kátrányok mindegyikére ugyanúgy hatott, mint az

2. Táblázat.

	Perzsiai nyersolaj			Oroszországi nyersolaj (Grosny)			Romániai nyersolaj			Lengyelországi nyersolaj		
	Nyersolaj	jód nélkül	Jóddal	Nyersolaj	jód nélkül	Jóddal	Nyersolaj	jód nélkül	Jóddal	Nyersolaj	jód nélkül	Jóddal
		hidrogénezett termék	hidrogénezett termék		hidrogénezett termék	hidrogénezett termék		hidrogénezett termék	hidrogénezett termék			
Olaj súly %	—	64·7	53·3	—	65·2	57·7	—	67·8	59·3	—	62·3	61·0
Gáz súly %	—	35·3	46·7	—	34·8	42·3	—	32·2	40·7	—	37·7	39·0
Fajsúly $D_4^{20}$	0·894	0·845	0·826	0·887	0·811	0·805	0·930	0·853	0·844	0·893	0·808	0·805
Összes olaj $cm^3$	—	153	129	—	161	143	—	159	141	—	154	152
Lepárlódik tf. %	—	100°-ig	100°-ig	—	100°-ig	100°-ig	—	100°-ig	100°-ig	—	100°-ig	100°-ig
		24·0 %	40·0 %		25·5 %	33·0 %		20·0 %	12·5 %		27·5 %	32·0 %
200°-ig	—	150°-ig	150°-ig	—	150°-ig	150°-ig	—	150°-ig	150°-ig	—	150°-ig	150°-ig
		48·5 %	66·0 %		49·0 %	56·5 %		40·5 %	42·0 %		52·0 %	54·0 %
200—300°-ig	34·0	16·0	10·0	31·5	22·0	16·0	38·0	26·0	21·5	29·0	17·5	17·0
300° felett + veszteség	66·0	16·0	7·5	68·5	14·0	8·0	62·0	17·5	13·0	71·0	15·0	12·0

ásványolajpárlatokra: főként a  $300\text{ C}^\circ$  felett forró párlatok hidrogéneződését és ezzel egyidejűleg a kisebb hőmérsékleten forrók megnagyobbodását segítette elő. 45—60 %-kal csökkentek a kátrányok lugban oldható vegyületei is jód hatására. Ugyanannak az eocénkorú barnaszénnek generátorban előállított kátrányából csak néhány százalékkal kevesebb  $200\text{ C}^\circ$ -ig forró párlat keletkezett mint a primérekátrányból. Legfeltűnőbb elváltozást azonban a kőszénkátránynál figyelhetjük meg. Amíg jód-katalizátor nélkül a vizsgált kőszénkátrány 65 %-át alkotó  $300\text{ C}^\circ$  felett forró párlat — a barnaszénkátrányok hasonló párlatával ellentétesen — csak kevéssé hidrogéneződik, mondjuk ellenáll a hidrogénezésnek, jód hatására már lényeges mennyiségben alakul át benzinszerű terméké, vagyis jód, illetve vasjodid jelenlétében kevéssé áll ellen a nagynyomású hidrogén hatásának. Jód nélkül hidrogénezve a kőszénkátrányt a  $300\text{ C}^\circ$  felett forró párlat 65.5 %-ról 42 %-ra, jód jelenlétében 42 %-ról 22 %-ra csökkent s ugyanakkor a  $200\text{ C}^\circ$ -ig forró rész 19 %-ról 42 %-ra megnagyobbodott.

Jöllehet úgy a kátrányok mint a nyersolajok közel egyforma mennyiségű  $300\text{ C}^\circ$  felett forró párlatot tartalmaztak, a kátrányokból mégis kevesebb benzinpárlat keletkezett mint a nyersolajokból. A különböző helyekről beszerzett kátrányok hidrogén hatására általában annyi benzint adtak, mint a krakkolásra ismertén kevésbé alkalmas romániai nyersolajok, illetve a vizsgálat tárgyává tett romániai nyersolaj.

Feltűnő, hogy a jód-katalizátor mindegyik kátránynál mennyire csökkentette a 14 %-os nátronlugban oldható anyagok (phenolok) mennyiségét; a katalizátor nélkül végzett hidrogénezéssel szemben még a kőszénkátrány phenolvegyületei is több mint 50 %-kal kevesbedtek.

A 4. sz. táblázat eocénkorú barnaszén hidrogénezését tünteti fel (a) vasoxid-katalizátorral, majd (b) vasoxid és jódadagolás mellett. Az adatok azt mutatják, hogy a szén hidrogénezését a jód quantitative csak lényegtelenül befolyásolja, — a desztillációval nyerhető olajhozam és a fel nem tárt szén mennyiségét alig változtatja — qualitative pedig legfeltűnőbbben annyiban, hogy a phenolok mennyiségét, akárcsak a kátrányoknál, kisebbsíti.

### 3. Táblázat.

	Franciaországi (servasi) barnaszénkátrány			Spanyolországi (ebrói) barnaszénkátrány			Magyarországi barnaszénkátrányok									Köszénkátrány		
	kátrány	jód nélkül	jóddal	kátrány	jód nélkül	jóddal	A			B			C			kátrány	jód nélkül	jóddal
		hidrogénezett termék	hidrogénezett termék		kátrány	jód nélkül	jóddal	kátrány	jód nélkül	jóddal	kátrány	jód nélkül	jóddal	kátrány	jód nélkül		jóddal	
					hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék	hidrogénezett termék		hidrogénezett termék	
Olaj súly %	—	62·0	57·8	—	65·6	64·7	—	64·0	61·9	—	62·5	58·0	—	61·5	54·7	—	70·9	68·9
Gázsúly %	—	32·6	33·8	—	29·0	29·3	—	2·86	29·5	—	24·1	27·4	—	28·5	35·3	—	22·5	27·8
Víz súly %	2·5	5·4	8·4	1·5	5·4	6·0	1·0	7·4	8·6	10·0	13·4	14·6	1·0	10·0	10·0	2·5	6·6	3·3
Fajsúly $D_4^{20}$	1·054	0·952	0·894	1·055	0·939	0·873	1·089	0·973	0·921	1·015	0·949	0·906	1·038	0·943	0·912	1·144	1·061	0·969
Összes olaj $cm^3$	—	130	129	—	140	148	—	131	134	—	132	128	—	130	120	—	134	142
Lepárlódik tf %	—	100°-ig 16·0%	100°-ig 22·0%	—	100°-ig 18·0%	100°-ig 22·0%	—	100°-ig 12·0%	100°-ig 13·0%	—	100°-ig 14·0%	100°-ig 16·0%	—	100°-ig 13·0%	100°-ig 15·0%	—	100°-ig 4·0%	100°-ig 8·0%
	—	150°-ig 30·0%	150°-ig 38·0%	—	150°-ig 34·0%	150°-ig 44·0%	—	150°-ig 21·0%	150°-ig 33·0%	—	150°-ig 26·0%	150°-ig 38·0%	—	150°-ig 26·0%	150°-ig 35·0%	—	150°-ig 6·0%	150°-ig 20·0%
200°-ig	—	49·0	64·0	—	54·0	64·0	—	40·0	58·0	—	47·0	66·0	—	44·0	58·5	—	19·0	42·0
200–300°-ig	45·5	33·0	22·0	33·5	28·0	23·0	49·0	43·0	28·0	49·0	37·0	21·0	44·0	38·0	29·0	32·0	39·0	36·0
300° felett + veszteség	52·0	18·0	14·0	65·0	18·0	13·0	50·0	17·0	14·0	50·0	16·0	13·0	55·0	18·0	12·5	65·5	42·0	22·0
14%-os NaOH- ban oldható tf %	—	26·2	12·3	—	21·1	11·6	—	25·3	12	—	27·5	11·9	—	21·5	10·5	—	18·1	7·0

HIDROGÉNEZÉS NAGY NYOMÁSON JÓD-KATALIZÁTOR SŰB. 713

## 4. Táblázat.

	Katalizátor	Olaj súly %	Gáz súly %	Víz súly %	Fel nem tárt szén súly %	Fajsúly $D_4^{20}$	14 % $\text{NaOH}$ -ban oldódik tf. %
a	15 % (=45 g) vasoxid... ..	32.0	45.8	13.6	8.6	0.954	24.2
b	15 % (=45 g) vasoxid + 0.5 % (=1.5 g) jód... ..	33.3	42.6	14.8	9.3	0.941	12.9

Mindegyik nyersanyaggal végzett kísérletnél arra törekedtünk, hogy az ismétlések minél pontosabban egyező adatokat adjanak. Megállapítottuk azonban, hogy az egyezést — az autoklav fűtésének egyenletességét pontosan betartva — nem minden anyagnál lehet egyenletesen elérni. Némelyik nyersanyag a másodszeri, harmadszeri hidrogénezésnél fokozódóan jobb, másik fokozódóan rosszabb eredményt adott. Egyes nyersanyagok ez eltérő magatartásának okát a bombafal — amely, mint már IPATIEW<sup>1</sup> munkáiból ismeretes, maga is katalitikus hatást fejt ki — aktivitásának megváltozásában kell keresnünk. Ehhez az aktivitás megváltozásához feltétlenül hozzájárul egynémely nyersanyagnak az a saját-sága, hogy több vagy kevesebb aszfaltszerű bevonat képzésére hajlamos vegyületet tartalmaz vagy képez. Az aszfaltszerű bevonat képződése és feloldás útján való eltávolítása bizonyára egyik legfőbb oka annak a jelenségnek, hogy egyik-másik nyersanyag — amelynek termékei különösen alkalmasak az aszfaltszerű bevonódás leoldására — a vasfelület aktivitását megnagyobbítja. Valahányszor a megnevezett nyersolajokat hidrogéneztek, kátránok után a vasfelület aktivitásának megnagyobbodását észleltük, a fordított esetben pedig az aktivitás csökkenését. A megvizsgált anyagok közül a perzsi olaj járult leginkább hozzá a katalitikusan ható felület aktivitásának megnagyobbításához.

<sup>1</sup> IPATIEW: Berichte 1904. S. 2991.

### Összefoglalás.

Jelen dolgozatban 0·5 % jód-katalizátor jelenlétében 100—100 atm. kezdeti nyomás mellett és 450 C°-nyi hőmérsékleten 200 g-nyi karbolsavat, *p*-krezolt, perzsiai, oroszországi, romániai és lengyelországi nyersolajokat, különböző előfordulású barnaszénkátrányokat (franciaországi, spanyolországi, magyarországiakat) kőszénkátrányt és egy eocénkorú barnaszén hidrogénétünk forgatható autoklávban. Valamennyi felsorolt nyersanyagot külön kísérlet-sorozatban jódadagolás nélkül is hidrogénezünk. A jód és a belőle képződött vasjodid a barnaszén kivéve valamennyi nyersanyag-nál lényeges értékkel mozdította elő a hidrogénfelvételt. A *p*-krezol jobban hidrogéneződött mint a karbolsav; előbbi vegyület hidrogénezett termékei nemcsak aromás szénhidrogének (benzol és toluol) hanem hidroaromás, esetleg nyílt szénláncú vegyületek is. A jód a nyersolajoknak különösen a 300 C° felett forró párlatát hidrogénezi erőlyesen benzinekké; ugyanígy hat a barnaszén és kőszénkátrányra is. Jód hatására a kőszénkátrány 300 C° felett forró részének benzinszerű termékekké való hidrogéneződése ad feltűnően jó eredményt. Valamennyi kátrány phenolvegyületeinek mennyisége csökkent a jód-katalizátor hatására. Az eocén-korú szén hidrogénezését a jód quantitative nem befolyásolta, qualitative annyiban, hogy hatására csökkent a phenolok mennyisége a hidrogénnel feltárt szén olajtermékében.

Az egyes kísérletek megismétlésénél azt a megfigyelést tettük, hogy egyező adatokhoz nem egyforma feltételek mellett jutunk a különböző nyersanyagoknál; némelyik a másodszeri, harmadszeri hidrogénezésnél fokozódóan jobb, másik fokozódóan rosszabb eredményt adott. Egyes nyersanyagok ez eltérő magatartásának okát a bombafal aktivitásának megváltozásában kell keresnünk. Ehhez az aktivitás megváltozáshoz feltétlenül hozzájárul egy-némely nyersanyagnak az a sajátsága, hogy több, vagy kevesebb aszfaltszerű bevonat képzésére hajlamos vegyületet tartalmaz, vagy képez. Az aszfaltszerű bevonat képződése, és feloldás útján való eltávolítása bizonyára egyik legfőbb oka annak a jelenségnek, hogy egyik-másik nyersanyag, — amelynek termékei különösen alkalmasak az aszfaltszerű bevonat leoldására — a vasfelület

aktivitását megnagyobbítja. Valahányszor a megnevezett nyersolajokat hidrogéneztek kátrányok után a vasfelület aktivitásának megnagyobbodását észleltük, fordított esetben pedig az aktivitás csökkenését. A megvizsgált anyagok közül a perzsiai nyersolaj járult leginkább hozzá a katalitikusan ható felület aktivitásának megnagyobbításához.

\*

A dolgozatban foglalt kísérletek végrehajtásánál ügyesen segédkezett ALMÁSI LAJOS dr. okl. vegyészmérnök.

Az anyagi hozzájárulást az Orsz. Természettudományi Alapnak köszönhetem.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. április 28-án tartott üléséből.)



## HYDRIERUNG MIT JODZUSATZ BEI HOHEM WASSERSTOFF-ANFANGSDRUCK.

Von JOSEF VARGA.

Die vorliegende Arbeit umfasst Hydrierungsversuche von je 200 gr Carbolsäure, p-Kresol, Rohölen, Teeren verschiedener Herkunft und einer Eocän-Braunkohle mit und ohne Jodzusatz (0·5%) bei 100—110 at Wasserstoff-Anfangsdruck und 450° C im rotierenden Autoklaven. Ausser bei Braunkohle wurde die Wasserstoffaufnahme der einzelnen Rohstoffe durch das Jod bzw. durch das daraus gebildete Eisenjodid wesentlich gefördert. p-Kresol liess sich besser reduzieren als Carbolsäure und ergab neben Benzol und Toluol auch hydroaromatische und wahrscheinlich aliphatische Kohlenwasserstoffe. Mit und ohne Jodzugabe wurden hauptsächlich die über 300° C siedenden Fraktionen der Rohöle und Teere in Benzin überführt. Auffallend gut wirkte das Jod auf Steinkohlenteer; die über 300° C siedende Fraktion des Teers erwies sich ohne Jodzusatz der Hydrierung gegenüber als ziemlich widerstandsfähig. Auch bei den Teeren wie bei der Braunkohle nimmt die Menge der Phenole bei Jodzusatz ab. Die Hydrierung der Braunkohle wird unter den angegebenen Verhältnissen von Jod nicht oder nur sehr wenig beeinflusst.

Bei Wiederholung der Versuche haben wir beobachtet, dass wir bei verschiedenen Rohstoffen trotz gleicher Versuchsbedingungen nicht zu denselben Ergebnissen kamen, indem manche bei der zweiten und dritten Hydrierung allmählich bessere oder schlechtere Resultate (mehr oder weniger leichtflüchtige Produkte) ergaben. *Den Grund dieses Verhaltens stellten wir in der Änderung der Aktivität der Autoklavenwandung fest. Hierzu kommt noch hinzu, dass ein Teil der untersuchten Substanzen mehr oder weniger asphaltbildende Stoffe enthält oder entstehen lässt.* Die Bildung einer Asphalt-schicht und ihre Entfernung durch Lösen war sicherlich einer der

Hauptgründe, warum manche Rohstoffe (deren Produkte die Asphaltsschicht besonders gut lösen) die Aktivität der Eisenoberfläche vergrösserten. So oft wir die genannten Rohöle nach den Teeren hydrierten, beobachteten wir eine Vergrösserung der Aktivität, im umgekehrten Falle trat eine Verkleinerung auf. Von den untersuchten Stoffen wurde die Aktivität der katalytisch wirkenden Oberfläche durch das persische Rohöl am besten gefördert.



(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April 1931.)

## AZ AVASI PRAEHISTORIKUS FASZENEK MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATA.

HOLLENDONNER FERENC-től.

A tószegi, pilisszántói kőfülke és a bajóti barlang praehistorikus fáinak és faszeneinek meghatározása után<sup>1</sup> ugyancsak HILLENBRAND JENŐ dr. volt szíves a Miskolc melletti Avashegyen (234 m) végzett ásatáskor előkerült tűzhelyeken megmaradt faszenekeket is meghatározás végett átadni.<sup>2</sup> Összesen öt gödör (*D, E, I, K, N*) különböző mélységeiből (195—6 m) kerültek elő széndarabkák, melyek vagy közvetlenül a műhelyek tűzhelyein, vagy szétszórva maradtak meg. A széndarabkákat mindjárt a helyszínen dobozokba rakva parafinnal öntötték le, hogy kiszáradva rázásakor jobban össze ne töredezzenek, mert némelyik darab már nagyon porlós állapotban volt. Miután a darabkákat a parafintól és a rájuk tapadt földes résztől megtisztítottam, már makroszkopice is látható volt, hogy az 1—3 cm<sup>3</sup> nagyságú darabkák ágaknak a szenei, éspedig a legtöbb ág-göcs, amint ez a kialudt szabad tűzhelyeken ma is tapasztalható.

A széndarabok a sellakos beágyazással készített<sup>3</sup> és élő anyagból való metszetekkel való összehasonlítás után lombos fák ág-szeneinek bizonyultak.

Az 1.95 m mélységből előkerült anyag nagyon porlós, de mikroszkopice megállapítható, hogy *Alnus*-éger (I. tábla, 1—), mert szórt likacsú, megvannak és elég épek az álbélsugarak, az évgyűrű-

<sup>1</sup> Math. és Természettud. Értesítő 42. kötet 178. és 204. old.

<sup>2</sup> Neuere Ausgrabungen auf dem Avasberg bei Miskolc in Ungarn. Eiszeit und Urgeschichte. VI. 136.

<sup>3</sup> i. m.

határok az álbélsugarak között íveltek, sőt megtalálhatók, bár legtöbbször szétszakadozva, a bélfoltok is. Az edények az évgyűrű korai részében valamivel ritkábban, 1—5-ösével állnak; a két pászta között az átmenet fokozatos; a többesével csoportosuló edények sugárirányban csatlakoznak egymáshoz, átmérőjük 35—51  $\mu$ ; áttörésük létrás, a létrafogak vékonyak, fonalszerűek. Az edények fala udvaros-gödörkés; a gödörkék vagy különállva szórtan állnak, vagy befödik az edény egész falát. A különálló sorokban a gödörkék szája és udvara jól elkülönül, míg a tömötten állóknak csak egy harántirányú nyílása látható. A bélsugarak egy-, ritkábban kétsor vastagok, sejtjei a hossz tengely irányában megnyúlt ellipszoidok. A kétsor vastag bélsugarakban a sejtek váltakozva állnak. A bélsugár 1—12, sőt néha több sejt sor magas. Az egysorosak néhol kétsorosá válnak. Az elliptikus sejtek kisebb és nagyobb átmérője úgy viszonylik egymáshoz, mint kb. 1 : 3-hoz, mert a rövid átmérő kb. 4, a hosszabb átmérő 12  $\mu$ .

A *D* gödör 2·60 m mélységéből *Fagus*-bükk került elő. A széndarabkák  $\approx$  3 cm<sup>3</sup> nagyságúak, jó megtartásúak úgy hogy lombfűrészszel is vágathatók. 6—7 cm vastag ágnak a szenei, melyeken már makroszkopice is láthatók az évgyűrűk és a vastag bélsugarak. A szén szórt likacsú, az edények 1—3-asával állnak (I. tábla. 4—), körülbelül 52  $\mu$  az átmérőjük, faluk udvarosan gödörkés, melyek jól láthatók. Áttörést épen nem találtam, mert a fal metszés közben igen könnyen széttöredezik. A bélsugarak vastagok és vékonyak (I. tábla. 5.). A vastagok az érintőirányú metszetekben orsóalakúak, a keresztmetszetben pedig vastag szalagszerű vonalak, sejtjeik köralakúak, átmérőjük 8—12  $\mu$ , falukban megnyúlt, egyszerű gödörkék vannak. A vékony bélsugarak egy sor vastagok, csak néhol válnak kétsorosá, ezeknek a sejtjei is körülbelül akkorák, mint a vastag bélsugár sejtjei, magasságuk 14, sőt több sejt sor is lehet. A libriformsejtek falában jól láthatók a résalakú, ferdén álló egyszerű gödörkék.

Az *I* gödör 2·60 m mélységéből kisebb-nagyobb,  $\frac{1}{2}$ —3 cm<sup>3</sup> nagyságú darabok voltak a műhely fedő rétegében; mind szórtan likacsosak, de az edények még kézi nagyítóval se láthatók tisztán; ugyanilyen finomak a bélsugarak is, égés közben ezek mentén válnak szét a széndarabok. Az évgyűrűk sem élesek. A különböző

darabokból készített metszetek mind azonos képet mutattak és mai anyaggal való összehasonlítás alapján a *Pirus* szenei, de azt nem sikerült eldönteni, hogy körte vagy almafa szenei-e, mert abszolút értékű diagnostikai tulajdonság a két fa között nem ismeretes. A szén nehezen vágható, igen töredezik, ami nemcsak az elégséges nagyobb fokára, hanem arra is vezethető vissza, hogy a fa xylochrom anyagokban (csersav) gazdag, éppen úgy, mint a tölgy vagy gesztenye gesztje. Az edények szórtan állnak (II. tábla. 1.), átmérőjük kör, vagy a sugár irányában megnyúlt ellipszis; egyesével, kettesével vagy radiális sorokban többesével oly sűrűen állnak, hogy az edények teszik a fa alapanyagát és ezek között kevés a többi faelem. Nagyságuk az évgyűrűhatár mindkét oldalán egyenlők, ezért az évgyűrűhatár csak vékony vonal és az évgyűrű két pásztaja között nincs különbség; a fa meg a szén is tehát egyenemű. Az edények átmérője 35—53  $\mu$ , az elliptikusokban az átmérők viszonya 1 : 3, faluk szórtan álló udvaros-gödörkés, de a fal a szén ridegsége miatt metszés közben széttöredezik, ezért ép áttörést nem találtam. Bélsugarakban igen gazdag, az edények 1—2 radiális sorára bélsugár következik, egy, de többnyire kétsor vastagok, igen sok az egyenlő magas 14 soros bélsugár, melyekben a sejtek váltakoznak. Egyik darab érintőirányú hosszmeteszében nagyon jól látható az az eset, mikor a faelemek ívalakban helyezkednek el (ágesomó); itt a bélsugarak zömökebb orsóalakúak (II. tábla. 2), 7—8 sor magasak. A bélsugársejtek átmetszete kör, de átmérőjük valamivel nagyobb, mint rendes növekedés esetén.

Az I gödör 2:30 és 3 m mélységében talált tűzhely szenei szintén *Pirus*-szenek, úgyhogy körülbelül 65 preparátum alapján történt a meghatározás.

Az I gödör 2:10 m-es mélységében, 40 cm-nyire a sárga rétegben talált faszendarabkák 1—2 cm<sup>3</sup> nagyságúak, elég jó megtartásuk; gyűrűsen likaesok vagy likaes gyűrűsek, ami makroszkopice is látható, feltűnőek a nagy edények és vastag bélsugarak, a hosszanti felületek erősen rovátkoltak; a szén jól vágható. A sellakkos beágyazással készített háromirányú metszetek és a mai fákkal való összehasonlítás alapján ezek a faszenek a *Quercus* genus szenei. A fajt azonban a szövetek morfológiája alapján meghatározni nem lehet, oly közel állnak egymáshoz histológiailag az egyes szóba

jöhető *Quercus* fajok. Kétséges tehát E. HOFFMANN<sup>1</sup> Csádhegy-i *Quercocylon cerris* faji meghatározása, mert «hogy a tavaszi edények a keresztmetszetben kerek, ritkán oválisak», továbbá hogy a széles bélsugarak gyakorisága a *Quercus cerris*-re jellemző és meghatározásához ismertető tulajdonság», még fás állapotban levő anyagra sem abszolút biztos *faji* diagnostikai tulajdonság, amiről igen könnyen meggyőződhetünk, ha különböző termőhelyről való anyag különböző részeit (törzs, ág, sűrű vagy laza növény) hasonlítunk össze. A különbség a két fa között csak kémiai, ami a fa csersavtartalmára (tölgy) illetve hiányára, vagy viszonylagos kisebb mennyiségére (cser) vezethető vissza és az eddigi vizsgálatok szerint ennek a szénben is nyoma marad, mert a tölgy-szén nagyon rideg lesz, át és át van járva repedésekkel, mint ezt a tószegi terra mare cölöpei is mutatják<sup>2</sup> és az avasi anyagban is látható; ezzel szemben a cserfa szene jól vágható, nem oly rideg és nemcsak a kereszt-, hanem a hosszmetsetek is egészben maradnak, úgyhogy csak ezen alapon lehet mondanunk, hogy úgy az I. 2·10 -m-es mélységből, mint a D gödör 2·5—3 m mélységéből az alsó sötét sárga rétegből való apró  $\approx 1/2$  cm<sup>3</sup>-nyi darabok a *Quercus cerris*-cserfa szenei (I. tábla 2.—) míg a D gödör 4·5 m mélységéből és az N gödör műhelyéről való darabok a *tölgyfa* ágszenei.

A D gödör 2·5—3 m mélységében levő sötét sárga rétegében szórványosan apró porszerű és kisebb nagyobb 1—5 mm<sup>2</sup> nagyságú szögletes faszéndarabok között *Castanea* jőféle gesztenye is volt. Az E gödör 4 m mélységében talált műhely tűzhelyén azonban már nagyobb 1—2 cm<sup>3</sup> nagyságú *Castanea* széndarabok voltak találhatóak. Mindkét hely faszenei gyűrűsen likacsosok, lángnyelvek (I. tábla. 3.—), vastag bélsugarak sem szabad szemmel, sem kézi nagyítóval nem találhatóak bennük. Égéskor a fa a lángnyelvek közötti helyeken repedezik meg, ezért esik szét oly apró darabokra; éppúgy mint a *Quercus*-tölgy, ahol még a vastag bélsugarak mentén is lesznek repedések, metszés közben igen töredezik. A *Castanea* gesztje is gazdag cseravban és égéskor «folytonosan

<sup>1</sup> Kővült fák a Vashegy csoportjából.

Annales Sabariensis III. 81.

<sup>2</sup> I. m.

pattogva»<sup>1</sup> éppúgy összerepedezik, mint a tölgy. A kettő közötti hisztologiai különbség a *Castanea* fájának a vastag bélsugarakban való hiánya. Az irodalomban<sup>2</sup> felsorolt méretbeli különbségek, ami alig tesz ki pár  $\mu$ -t, nem abszolút értékű diagnostikai tulajdonságok, mert a fa kora szerint és a szerint is változnak, hogy törzs vagy ág-e a kérdéses darab. Az edények áttörése egyszerű, faluk telve apró udvaros gödörkéekkel és a szénben is meg vannak a thyllis-ek, átmérőjük 17·5—262  $\mu$  között változik, a nagyok legtöbbször elliptikusak és aprósejtű faparenchymától vannak körülveve. A faelemek elrendeződése adja a késői pásztában a lángnyelvekhez hasonló rajzolatot. A bélsugarak legtöbbször egysorosak, csak itt-ott lesznek kétsorosak; a szénben is jól láthatók a nagy edények mellett a bélsugarak elgörbülése, úgyhogy néhol félig megkerülik az edényt; magasságuk 3—8 sor között változik, a sejtek kör vagy ellipszis alakúak, méretük nemcsak a szélső, hanem a közbeeső sejtekben is változik; az elliptikusoknál a két átmérő körülbelül úgy viszonylik egymáshoz, mint 1 : 2-höz, ritkán lapított sejteket is lehet találni, pedig rendszeren a függélyes átmérő a nagyobb. Mivel a vastag bélsugarak hiánya a legfontosabb histologiai különbség a tölgyekkel szemben és a talált széndarabok aprók, azért sok metszetre volt szükség, hogy a kereszt- és érintőirányú metszetekben a vastagbélsugarak hiányát meg lehessen állapítani. *Quercus*-ok esetében akár fából, akár szénből valók a metszetek, a vastag-bélsugarak mindig megtalálhatók ugyanakkora felületen. A faparenchyma, valamint a farostok egyszerű gödörkések és a gödörkék nagysága a szerint változik, hogy szomszédjuk parenchymás vagy trachealis elem.

A *D* gödör 3·5 m mélységéből a sziklaalatti tűzhelyről előkerült darabok 1—2 cm<sup>3</sup> nagyságúak, jó megtartásúak, jól vághatóak. A meghatározás szerint *Fraxinus*-kőrisfa ágszenei, mert likaesgyűrűs, a tömörebb késői pásztában az edényeket parenchyma veszi körül, az edények falaiban az udvaros gödörkék elnyúltak, az edénytagok vagy ízek rövidek, faluk könnyen töredeznek. A bél-

<sup>1</sup> FEKETE—MÁGOCY: Erdészeti növénytan II. 453.

<sup>2</sup> WIESNER: Rohstoffe III. Aufl. II. Bd. 523. és HESSELBATH: Beiträge z. vergl. Andt. d. Holzes 1879. 24 old.



sugarak 1—2 sor vastagok (II. tábla 5.—) A libriform-falában az egyszerű gödörkék aprók, tűszúrás-szerűek. Teljesen egyezik a tószegi anyaggal.<sup>1</sup> A *K* gödör 4—5·5 m mélységéből a sziklaszint magasságából és a sárgaföldben levő tűzhelyről való darabok szintén *Fraxinus* szenek.

A *K* gödör 4 m mélységéből *Corylus*-mogyoró került elő; amint a tószegi,<sup>2</sup> úgy ez is kitűnően vágható és a metszetekben könnyen megtalálhatók a meghatározáshoz szükséges diagnostikai tulajdonságok, így rögtön feltűnik az edények és a többi faelemek jellemző csoportosulása, a létrás perforatio, stb.

Az *E* gödör 3·6 m mélységében, a sárga rétegben levő műhely tűzhelyén három darab körülbelül 2—3 cm<sup>3</sup> nagyságú, jó megtartása széndarabka maradt meg. Vastagabb ág szenei, mert 2 cm hosszú húr az évgyűrűk alig görbülnek 1 mm-t. A szén egynemű. Az évgyűrűhatárok fényes vékony vonalak. A bélsugarak alig látzanak. Az évgyűrűk szélessége  $\frac{1}{4}$ —2 mm; 14 mm-nyi rádiusra 16 évgyűrű esik és nagyon egyenlőtlen növekedésű. Beágyazás után jól vágható. Szórt likacsú. Az edények magánosak vagy kettesével állnak. A késői pászta keskeny és itt valamivel szűkebbek az edények; faluk udvarosan gödörkés és finoman csavarmenetes vastagodású. A bélsugarak több-sorosak, az érintőirányú metszetekben orsóalakúak. A többi tulajdonságaiban is egyezik a tószegi *Acer*-rel<sup>3</sup> jávorról és legközelebb áll az *Acer campestre*-hez.

Az *N* gödör műhelyében talált *Quercus* darabok között egy nagyobb kb. 2×1·5×0·5 cm nagyságú szén már a makroszkópikus vizsgálat után is elütött a többi széndarabtól; elég jól vágható, csak az elemek szélei töredeznek le könnyen, ezért képük nem elég éles. Szórt likacsú (II. tábla, 3., 4.). Az edények magánosak, vagy többnyire 2—3-val csoportosulnak; átmérőjük az évgyűrűhatár felé fokozatosan csökken, ezért a határ éles; faluk a sűrűen egymás mellett álló udvaros gödörkéken kívül még csavarosan is vastagodott; a csavarvonal a szűk edényekben vastagabb, mint a tág-edényekben; az áttörés létrás, a fogak vékonyak, cérna-, fonal-

<sup>1</sup> I. m.

<sup>2</sup> I. m.

<sup>3</sup> I. m.

szerűek. A bélsugarak vékony fekete vonalak, 1—3 sor vastagok, szerkezetük egyezik a mai *Tilia*-éval. A faparenchyma a szénben is jól látható. Ezeknek a histológiai tulajdonságoknak az alapján a szóbanforgó szén *Tilia*-hárs fiatalabb törzsének vagy vastagabb ágának a szene. A faj meghatározása azonban nem lehetséges, mert az egyes *Tilia*-fajok fája között nem ismeretes abszolút értékű diagnostikai különbség.

A következő táblázat szerint tehát a faszemek lelőhelyei a gödörök és mélységek szerint a következő:

Méter	D gödör	E gödör	I gödör	K gödör	N gödör
1-95	<i>Alnus</i>	—	—	—	—
2-10	—	—	<i>Quercus</i>	—	—
2-30	—	—	<i>Pirus</i>	—	—
2-50	<i>Castanea, Quercus</i>	—	—	—	—
2-60	<i>Fagus</i>	—	<i>Pirus</i>	—	—
3-00	<i>Castanea, Quercus</i>	—	<i>Pirus</i> *	—	—
3-50	<i>Fraxinus</i>	—	—	—	—
3-60	—	<i>Acer</i> *	—	—	—
4-00	—	<i>Castanea</i> *	—	<i>Corylus, Fraxinus</i>	—
4-50	<i>Quercus</i> *	—	—	—	—
5-50	—	—	—	<i>Fraxinus</i> *	—
6-00	—	—	—	<i>Fraxinus</i> *	<i>Quercus</i> * <i>Tilia</i> *

A \*-gal jelzettek műhely-tűzhelyekről valók, a többi a földben szórva volt.

A 234 m magas Avason tehát a mezolithben vegyes lombos erdőiség volt, amelynek a fáit túlnyomórészt a nedves talajt és páratelt levegőt szeretik, amire meg is volt a lehetőség, mert a Szinva nagyon megszokott áradni (1878. aug. 31.) és abban az időben nem lévén szabályozva még nagyobb volt az árterülete. A nedves talajt, páratelt, meleg levegőt tehát magában a Szinva völgyében is megtaláltak a fák, a szárazabb talajt és levegőt kedvelő faágakat pedig a hegyoldalokról hozta az ősemlék. Feltűnő ugyanis, hogy a fák között nagyon sok az olyan fa, melynek termését még ma is gyü-

mölesül használja az ember (*Castanea*, *Pirus*, *Corylus*, bizonyos mértékben *Fagus*, *Quercus*). Ezeket ágastul hozta a műhelybe és termésüket nyersen vagy sütvé elfogyasztva, az ágakat eltüzelté. A *Castanea*-nak az Avason való praehistorikus előfordulásával kétség-telenül beigazolódott a fának endemikus volta és RAPAICS R. megállapítása szerint<sup>1</sup> beleillik az északi előfordulási helyek sorába.

A *Castanea* mellett, melynek előfordulási helyei «mindenütt letelepedésre vonzották a primitív embert»,<sup>2</sup> a *Pirus*nak különböző mélységben való előfordulása; azért érdekes, mert Mondsee-ben (Felsőausztria)—igaz hogy a neolithban—a termését is megtalálták, sőt E. HOFFMANN szerint<sup>3</sup> már gyümölcstermeléssel is foglalkoztak.

A *Fagus* és *Castanea* előfordulása kölcsönösen támogatják egymást, mert a bükkösökre jellemző talaj, klíma a gesztenyéseknek is legjobban megfelel,<sup>4</sup> márpedig a bükk, melytől a hegység nevét is kapta, «az üde vagy nyirkos legalább közép-mély és meglehetősen porhanyó hegyi talaj, valamint az üledékes főveny iszap, de márgás talajon is kitűnően tenyészik.»<sup>5</sup> A gesztenye is ugyanilyen talajt kedvel, de «erdei fáink közt a legtöbb meleget kívánók egyike és hogy a klímazsűlsőségeket kerüli.»<sup>6</sup> A Szinva és Pece völgye pedig ezeknek a feltételeknek megfelelt.

A bükkel együtt azonos talajt és klímát kedvel a mogyoró is. Az *Alnus* és *Fraxinus* pedig egész biztosan a nedvességre mutat. A *Quercus*-ok előfordulása szintén nem mond ellent az említett talaj és klimatologiai tényezőknek, mert a *Quercus cercis* «a melegebb és nyiltabb helyeket keresi s ez igényében a csoportos tölgyet fölűlműlja, míg a lég és talaj nedvességére való igényei amazénál még csekélyebbek.»<sup>7</sup> A többi *Quercus* — bármelyik faj is maradt reánk — szintén nem zárja ki a völgy nedves meleg klímáját, mert ma is élnek lapályokon, dombvidékeken, sőt vizenyős talajokon is.<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Természettud. Közlöny, Pótfűzet 1930. jan.—márc.

<sup>2</sup> KOGUTOVICZ: K.: Dunántúl 250 old.

<sup>3</sup> Kosmos. 1930. 101. old.

<sup>4</sup> KOGUTOVICZ: I. m. 250.

<sup>5</sup> FEKETE—MÁGOCSY: Erdészeti növénytan. II. 243.

<sup>6</sup> FEKETE—MÁGOCSY: Erdészeti növénytan. II. 452.

<sup>7</sup> FEKETE—MÁGOCSY: Erdészeti növénytan. II. 530.

<sup>8</sup> FEKETE—MÁGOCSY: Erdészeti növénytan. II. 477.

Abból, hogy különböző szintből ugyanazon fák is előkerültek, következtethetjük, hogy az alatt az idő alatt, míg az ősemler ezeket a bányákat művelte, az erdőség összetételében nem történt változás, sőt a *Castanea*-t kivéve, ma is ugyanezek a fák az ottani erdőség elemei, a *Castaneát* pedig valószínű az ember pusztította ki a termése miatt, de pótlásáról nem gondoskodott. Ma azonban már Diósgyőr szőlőiben és gyümölcsöseiben ültetik,<sup>1</sup> bizonyosságául annak, hogy tenyésztési feltételei nemcsak a múltban, de ma is megvannak.

Amint a tószegi leletek az Alföld, úgy az avasi szenek a Bükk-hegység szélének egykori erdeiről nyújtanak képet. Nagyon kíváncsú tehát, hogy ásatáskor a fákra és faszenekre is gondot fordítsanak a kutatók, mert mint látható, nemcsak a praehistoria, az ember kultúrája, klíma, stb. hanem a növénytan szempontjából is érdekes következtetéseket vonhatunk belőlük.

---

<sup>1</sup> RAPAICS: I. m. 4. old.

## I. TÁBLA.

1. ALNUS sp.: faszén k. m. 1: 40.
2. QUERCUS CERRIS: L. faszén k. m. 1: 35.
3. CASTANEA SATIVA. Mill. faszén k. m. 1: 30.
4. FAGUS SILVATICA: L. faszén k. m. 1: 60.
5. " " " érintőirányú k. m. 1: 60.

## II. TÁBLA.

1. PIRUS sp? faszén k. m. 1: 40.
  2. " " " érintőirányú h. m. 1: 60.
  3. TILIA sp? faszén k. m. 1: 57.
  4. " " " k. m. évgyűrűhatárral 1: 57.
  5. FRAXINUS sp? faszén k. m. 1: 70.
-

# DIE PRAEHISTORISCHEN HOLZKOHLEN VOM AVAS BEI MISKOLC.

Von FRANZ HOLLENDONNER.

Bei den auf dem Avas mehrmal durchgeführten Grabungen sammelte Dr. J. HILLEBRAND auch die Holzkohlenstücke, welche er auf den Feuerherden und zerstreut gefunden hatte. Er war so freundlich, mir diese Holzkohlenstücke, mit Paraffin begossen, behufs Definition zu übergeben. Dies sind kleinere, von einer Grösse von 1—3 cm<sup>3</sup>, die man aus dem Grunde an Ort und Stelle mit Paraffin begiessen muss, damit sie getrocknet an der Luft nicht ärger zu Staube werden. Von diesen auf diese Weise konservierten Stücken, durch Erwärmen und Xylol vom Paraffin gereinigt, kann auch schon makroskopisch festgesetzt werden, dass sie Kohlenstücke der Äste sind, oft sind auch Knoten an den Ästen zu finden, welche auf den Herden am längsten brennen. Bei der mikroskopischen Untersuchung verfertigte ich die Schnitte mittels meiner Methode mit Schellakk,<sup>1</sup> die ich dann mit den carbonificierten Schnitten,<sup>2</sup> der jetzt lebenden Bäume verglich.

Es kommen die folgenden Bäume zum Vorschein: *Alnus*-Erle (Fig. 1. Taf. I). *Fagus*-Buche (Fig. 4, 5. Taf. I.) von den Eichen ist vorhanden *Quercus cerris*-Zereiche (Fig. 2. Taf. I.) auch, weil sich dessen Holz war histologisch von den anderen Eichen nicht unterscheidet, aber bekommt weniger Risse wegen Mangels an Tannin, wie das Holz anderer Eichen; *Acer*-Ahorn, und zwar wahrscheinlich *Acer campastris*; *Fraxinus*-Esche (Fig. 5. Taf. II.), aber die Art

---

<sup>1</sup> Mikrokosmos XVI. 1923. S. 126.

<sup>2</sup> Mikrokosmos XV. 1921—5. 214.

lässt sich nicht genauer bestimmen, *Corylus*-Haselnuss, *Tilia*-Linde (Fig. 3, 4. Taf. II.), *Pirus*-Birnen oder Apfelbaum (Fig. 1, 2. Taf. II.), *Castanea* geniessbare Kastanien (Fig. 3. Taf. I.).

Der Wald in der Umgebung von Avas war daher zu dieser Zeit ein gemischter Laubwald, und unterschied sich in Zusammensetzung nicht viel von dem jetzigen Walde. Auffallend ist heute der Mangel an Kastanienbaum, den wahrscheinlich der Mensch ausrottete, weil ihm der Boden und das Klima noch heute entspricht, da ja Kastanienbäume in den Weingärten und Obstgärten von Diósgyőr noch heute zu sehen sind. Das Klima ist in der Umgebung von Avas dunstvoll, hat im Sommer warme Luft, die der *Castanea* günstig ist.

Den vielen Dunst verlieh das überschwemmte Gebiet der Szinva-Pece, die zu dieser Zeit viel grösser waren, als heute. Auffallend ist weiter, dass es unter den Bäumen viel solche Bäume gibt, deren Frucht geniessbar ist (*Castanea*, *Pirus*, *Corylus*, gewissermassen *Fagus*, *Quercus*); wahrscheinlich ist es, dass der Mensch die Äste samt der Frucht hierher brachte und dieselben, nachdem er die Frucht verzehrte, verbrannte.

Die organischen Überbleibsel sind also nicht nur aus dem Gesichtspunkte der Botanik interessante Beispiele für den Endemismus, die Verbreitung der Pflanzen, sondern sind auch in klimatischer Hinsicht von Belang und geben einen Stützpunkt für die Aufdeckung der Kultur des Urmenschen und die Bestimmung der Zeitalter.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April. 1931.)



## A KŐSZEG-POGÁNYVÖLGYI LIGNIT MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATA.

HOLLENDONNER FERENC-től.

A háború befejezése után bekövetkezett gazdasági összeomlás miatt, amint a külföldön, úgy nálunk is kutatni kezdtek olyan fűtőanyagok után, melyek a gyáripár megmozdulását lehetővé tennék; Vas megyében a Kőszeg melletti Pogányvölgy ígérkezett ilyen kutatásokra alkalmasnak. 1918-ban kiadott kutatási engedély alapján találtak is némi haematitot, de eredményesebbnek ígérkezett a már 1·80 m mélységben előbukkant lignit kitermelése. 1918-ban a nagy esőzések miatt a bánya beomlott és üzemét csakhamar beszüntette. A bányatelepen 38 fúrást végeztek<sup>1</sup> és megállapítható, hogy a lignittelepek a harmadkor végére valók és több rétegben találhatóak. A Vasvármegyei Múzeum Természettudományi osztályán levő anyagból származik a vizsgálatainhoz felhasznált anyag, melyet dr. GAYER GYULA, az osztály vezetője és dr. BENDA L., a fúrások vezetője voltak szívesek rendelkezésemre bocsátani.

A múzeumi darabok külsőleg kétfélék vagy olyanok, melyeken makroszkopice is felismerhetők az évgyűrűk, ahol a fa könnyen rétegekre esik szét vagy olyanok, melyek sötétszínűek, egynemű az alapanyaguk és bennük keskenyebb, szélesebb szalagszerű fás és kéregszerű részek, tűlevelek, az ágacsok végén levő tűlevélsomók láthatók. Histológiai vizsgálatok szempontjából különösen az utóbbiak ígérkeztek eredményesnek, ha kellőleg sikerül őket feltárni.

---

<sup>1</sup> Dr. BENDA L.: Annales Musei Comit. Castriferrei sectio Hist. Nat. 1928.

A fás szerkezetű lignitnek a metszése nem okozott semmi különösebb nehézséget, mert kissé megnedvesítve úgy szabadkézzel, mint mikrotommal könnyen vágható és festhető. A második csoportba tartozó anyag feltárása a NATHORST-féle módszerrel történt,<sup>1</sup> mellyel a kéreg elemein kívül a levél szöveteit, sőt a kérgen lévő mikroszkópikus gomba spóráit és myceliumát is sikerült kipreparálni.

A tulajdonképpeni lignit feketébe hajló rozsdabarna színű, keresztmetszeten vagy törési felületen erősen fénylik, évgyűrűi igen sűrűek, kézinagyítóval azonban jól kivehetők. 1 mm-nyi sugárra 4—5 évgyűrű esik, ami a lassú növekedésre az évgyűrűk csekély görbülése pedig arra mutat, hogy a lignitül szolgáló fának hatalmas átmérőjük volt. A bélsugarak lupéval se láthatók. A hosszanti felületek homályos fényűek, finoman vonalkáztak és a radiális felületeken itt-ott a bélsugarakat lehet látni. A mikroszkópos vizsgálat mutatta meg azután, hogy a makroszkóposan olyan sűrűnek látszó évgyűrűzöttség nem pusztán a növekedésre vezethető vissza. Kétségtelen ugyanis, hogy fenyőfával állunk szemben, melyben a tracheidák szabályos, radiális sorait a lignitesedés alatt beálló nyomás megváltoztatta: a radiális sorok az oldalról ferdén ható nyomás következtében eldőlnek, de egyúttal a felülről ható merőleges nyomás következtében az évgyűrűk korai részében levő vékonyabb falú, nagyobb üregű tracheidák összelapulnak, míg a késői részben, ahol a tracheidák fala vastagabb, üregük keskenyebb, először csak a sorok elferdülése következik be, melyet csak akkor követ az összelapulás, mikor már a sejtfal elvesztette keménységét és plasztikussá válik. Az évgyűrűk korai részében a tracheidák már összelapítottak, üregük nincs, amikor a késői részben még teljesen épek (I. tábla 3.). Minden reagens és festés nélkül is feltűnik továbbá a keresztmetszetben, hogy az évgyűrű késői pászttájában itt-ott magánosan álló, párosával vagy többesével, radiálisan csatlakozó, néhol foltokat alkotó tisztaféhr falú késői szűk tracheidák vannak, melyek élesen elütnek a szomszédos és többséget képező rozsdabarna színű tracheidáktól; morpho-

<sup>1</sup> POTONIE—GOTHAN: Paläontologisches Practicum. Berlin. Borntraeger. 1913.

logiai tekintetben nem különböznek a színes tracheidáktól, ezeken is jól láthatók a tangenciális gödörkék keresztmetszete, belsejük olyan színű, mint a színes tracheidák fala és hol nagyobb, hol kisebb ez a belső rész. Különböző fehér tracheidákat összehasonlítva megállapítható, hogy először a tangenciális fal kezd színesedni, ezért némely tracheidából már csak a radiális fal fehér és szomszédjaikkal fekvő vagy álló S alakú képet adnak. Mivel a velük közvetlen szomszédságában lévő tracheidákkal szemben ilyen éles az ellentét, bizonyítja, hogy a sejtfaalak már eredetileg sem lehettek kémiaiilag azonosak, mert különben ilyen mikroszkópikus kis területen beálló lignificatiókor egyszerre és ugyanolyan módon kellett volna az elváltozásoknak beállni. Az eddigi mikrochemiai vizsgálatok szerint, melyek még nincsenek teljesen lezárva, a recens fában sem teljesen ugyanazon kémiai összetételű minden sejtfaal és lignificatiókor ez a különbség még szembetűnőbb.

A fehér foltok helyén később barna foltok lesznek, melyekben a sejtes szerkezet már nem vehető ki, könnyen kilúgozódnak, kiesnek, kimállanak. A tracheidák hosszanti falában csak udvaros gödörkék vannak, melyek a késői pásztában csak egysorosak, de olyan helyeken, hol a korai pásztából jó radiális metszetet kapunk, nemcsak ikergödörkéket találunk, hanem a fal szélességében három udvaros gödörke is állhat (I. tábla 4.), sőt a SANIO-féle lécek is megtalálhatók.

A tracheidák között megvannak azután az összenyomásnak nagyon ellenálló *hosszparenchyma-sejtek* is; faluk vékony, tartalmuk sokkal sötétebb barna, mint a környezetüké és így könnyen megállapítható, hogy nemcsak az évgyűrű határmentén, hanem szét-szórva a késői pásztában mindenütt megvannak, sőt a már összenyomott korai pásztában is feltűnnek; faluk gödörkézettsége tartalmuk miatt nem vehető ki mindenütt tisztán, de a hosszmetsetben látható (I. tábla 2.), hogy a harántfalon csomószerű a vastagodás, ami a *Taxodium*-ra jellemző.<sup>1</sup> A sejtek átmérője az összelapítottság szerint 8—20×20—40  $\mu$ , magasságuk kb. 148.  $\mu$ ; tartalmuk kisebb-nagyobb gömbös gyanta (I. tábla 2.).

<sup>1</sup> HOLLENDONNER: A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana. 34. tábla 1. kép.

A *bélsugarak* egysorosak, magasságuk 1—11 sor között változik; a magasabb bélsugarakban gyakori, hogy a középső sejtek vízszintes átmérője nagyobb, mint a hosszanti, ezért a sejtek harántirányban összenyomottak (I. tábla 1, 2.); tartalom nélküliek; csak parenchymasejtekből állnak; falukban egyszerűek a gödörkék; számuk a kereszteződési mező nagysága szerint 1—6 között változik (I. tábla 5.); a tangenciális fal vékonyabb, mint a harántfal; a sejtfa lak desorganisatiója következtében a haránt és tangenciális falak gödörkézettsége alig kivehető. Az oldalról ható ferde és a felülről bekövetkező merőleges nyomás következtében néha annyira eldőlnék a bélsugarak, hogy ugyanabban a hosszmeteszetben a bélsugarak radiális és tangenciális nézetben is láthatók (I. tábla 1. kép) 1 mm<sup>2</sup>-nyi felületen a bélsugársejtek száma 160—560 között változik, a szerint, hogy magasabbak vagy alacsonyabbak a bélsugarak és hogy mekkora az összenyomás. Már az eddig ismertetett xylotoniai tulajdonságok is teljesen elégségesek arra, hogy megállapítsuk, hogy a lignit a mocsári ciprus *Taxodium*-ból képződött; ezt a meghatározást azonban a fának más megtalált részei is igazolják. A fás részek között ugyanis maradtak olyan rétegek, melyek egyneműnek látszanak ugyan, de a már említett macerálással annyira feltárhatók, hogy belőle apró szövetdarabkák választhatók ki. Recens anyaggal való összehasonlítás után ezek között vannak teljesen ép *háncsrastok*; közöttük még láthatók (II. tábla 3.) a háncsbélsugarak is, faluk egyszerű, hasítékszerű gödörkés, összefüggő darabokon jól kivehető a rostok prozonchymás csatlakozása; vastagságuk a közepén = 32  $\mu$ ., hosszúságuk 1—1.5 mm. Más összefüggő szövetdarabkák a rhytidomában levő, nagyon összelapított, deformálódott *lágyháncs* elemeinek felelnek meg, de a sejtek morfológiája már nem állapítható meg. Nagyon jó megtartásúak azonban a kéregben levő paraszövetek sejtjei (II. tábla 2.). Alakjuk kubikus; oldaluk  $\cong$  25—30  $\mu$ . A mikrographiában (II. tábla 2.) közölt darabka a kéreg felületéről való, mert rajta fekete, többsejtű sporás *Hyphomycetes* (?) is látható és myceliuma igen gyakori az ilyen darabkákon.

Ha azután az említett darabból olyan részt macerálunk, melyen már makroszkopice is kivehető a túlevelek, akkor ebből a túlevelek szövetei is kipreparálhatók: így megtaláltam a mesophyll össze-

függő darabjait, a nagyon finom edénnyalábok egyes részeit, de legszebbek a szájnnyílások (II. tábla 1.). A macerálás és preparálás következtében a szájnnyílások legtöbbször kiesnek az epidermisből, de épek a zárósejtek és ezekből kinyúló két-két szarvacskaszerű nyúlvány a szomszéd sejtekhez való csatlakozás helyének felel meg. Morphologiailag teljesen egyeznek a recens *Taxodium* (II. tábla 5.) szájnnyílásaival, de morphologiailag ugyanilyenek a *Sequoia*-é is (II. tábla 4.), csupán méreteikben különböznek egymástól, amint ezt több mérés alapján a következő táblázat is mutatja:

Sequoia sempervirens		Sequoia gigantea		Taxodium distichum		Lignit Taxodium	
szélesség	hosszúság	szélesség	hosszúság	szélesség	hosszúság	szélesség	hosszúság
27 $\mu$	54 $\mu$	30 $\mu$	50 $\mu$	26 $\mu$	40 $\mu$	26.4 $\mu$	40 $\mu$

A macerált anyagból kipreparált mesophyllben megtalálhatók azok a helyek is, ahova a szájnnyílások be voltak illesztve, mert a légzőüregek, mint elliptikus helyek látszanak az egyébként összevissza gyúrt szövetben. Ebben a tekintetben is egyezik a lignit levélszerkezete a *Taxodium*-mal. A recens *Taxodium distichum* RICH. és *Sequoia gigantea* DC., *S. sempervirens* ENDL. ugyanis a levelek szájnnyílásait tekintve nagyságukon kívül elhelyezkedésükben is különböznek egymástól, mert amíg a *Sequoia*-k szájnnyílásai nagyobbak és hossz tengelyük a levél hossz tengelyével párhuzamos (II. tábla 4.), addig a *Taxodium* szájnnyílásainak a hossz tengelye a levél hossz tengelyével különböző, néha teljes derékszöveget zár be. (II. tábla 5.) Mikrochemiailag a recens *Taxodium* és *Sequoia*-k zárósejtjei megfásodottak, mert amíg a többi epidermis sejt malachit-zölddel nem festődik, addig a szájnnyílások zárósejtjei zöldek lesznek és zöld lesz a falnak az a kis szarvszerű része is, mellyel a segédsejtekhez csatlakoznak; nemcsak felületi, hanem keresztmetszetekben is ugyanez a színeződés következik be.

Ezt a festést a lignit szájnnyílásain nem tudtam elvégezni az anyag rendkívül nehéz kezelhetősége miatt, hisz egyes szájnnyílást kellett volna festeni.

A *Taxodium* két faja közül (*T. distichum* RICH. és *T. mexi-*

canum CARR.) az utóbbi időben többen GOTHAN,<sup>1</sup> KRÄUSEL,<sup>2</sup> SCHÖNFELD<sup>3</sup> a *Taxodium mexicanum*-t tartják a lignitek és barnaszének anyagának, mert ezideig nem sikerült pneumatophorákat találni és megkülönböztetésül a recens *Taxodium mexicanum*tól, mely nem mocsárlakó, *Taxodioxydon sequoianum*-nak nevezik a lignitek és barnaszének fáját, de nem zárkoznak el az elől, hogy *T. distichum* is lehet a lignit anyaga. Ebből a szempontból tekintve a kőszeg-pogányvölgyi lignitet nemcsak a fa, kéreg, levél histológiája, hanem a geológiai viszonyok és a fauna (I. BENDA i. m.-t) is azt mutatja, hogy ezen a helyen mocsarak voltak, melyek a *T. mexicanum*-ot kizárják és hogy pneumatophorákra nem akadtak, még mindig nem zárja ki a *T. distichum*-ot, mert kevésbé mocsaras helyeken a *T. distichum* sem hajt pneumatophorákat, amint ezt a budapesti Városligetben lévő hatalmas *T. distichum* is mutatja.

---

<sup>1</sup> Neue Ansichten über die Bildung von Braunkohlenflözen. Ber. d. d. Bot. Gesellsch. 914. 1/2 f. 76. old.

<sup>2</sup> JONAS, W. S.: Timbers, their structure and identification. Ref.: Bot. Centralbl. 1926. 133. old.

<sup>3</sup> Das *Taxodium* unserer Braunkohlenwälder. Mitth. d. d. dendrolog. Ges. 1925. 225—229. Ref.: Bot. Cbl. 1926. 139.

## I. TÁBLA.

1.	<i>Taxodium distichum</i>	lignit	h. m.	1 : 40.		
2.	«	«	«	tg. m. 1 : 53.		
3.	«	«	«	k. m. 1 : 35.		
4.	«	«	«	rad. m. 1 : 125.		
5.	«	«	«	«	«	1 : 130.

## II. TÁBLA.

1.	<i>Taxodium distichum</i>	lignit	szájnyílása	1 : 200.	
2.	«	«	«	kérgének paraszövede gombával ...	1 : 200.
3.	<i>Taxodium distichum</i>	lignit	kérgének háncsrostjai .....	1 : 125.	
4.	<i>Sequoia sempervirens</i>	ENDL.:	recens levelének szájnnyílásai .....	1 : 156.	
5.	<i>Taxodium distichum</i>	RICH.:	recens levelének szájnnyílásai .....	1 : 156.	

# MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG DES LIGNITS VON KÖSZEG-POGÁNYVÖLGY.

Von FRANZ HOLLENDONNER.

Nach Beendigung des Krieges forschte man nach Lignit auch in Pogányvölgy bei Kőszeg. Im Jahre 1918 wurde ausser Haematit in der Tat auch mehrere Schichten-bildenden Lignit gefunden. Im Jahre 1923 hörte man mit Grubenarbeit auf.

Das im Museum des Komitats Vas (Szombathely) vorhandene Material bildete den Gegenstand der Untersuchung. Es ist mir gelungen in demselben nicht nur den holzigen Teil, sondern auch das Gewebe der Rinde und des Blattes zu finden.

Der Lignit erwies sich nach Vergleich mit lebenden Material als *Taxodium distichum* RICH. auf Grund 1. der Tracheiden (Zwillings-sogar dreifache Hoftüpfel), 2. Längsparenchym (knotenartige Verdickung der Querwand), 3. der Zusammensetzung und Tüpfelung der Markstrahlen und Markstrahlzellen.

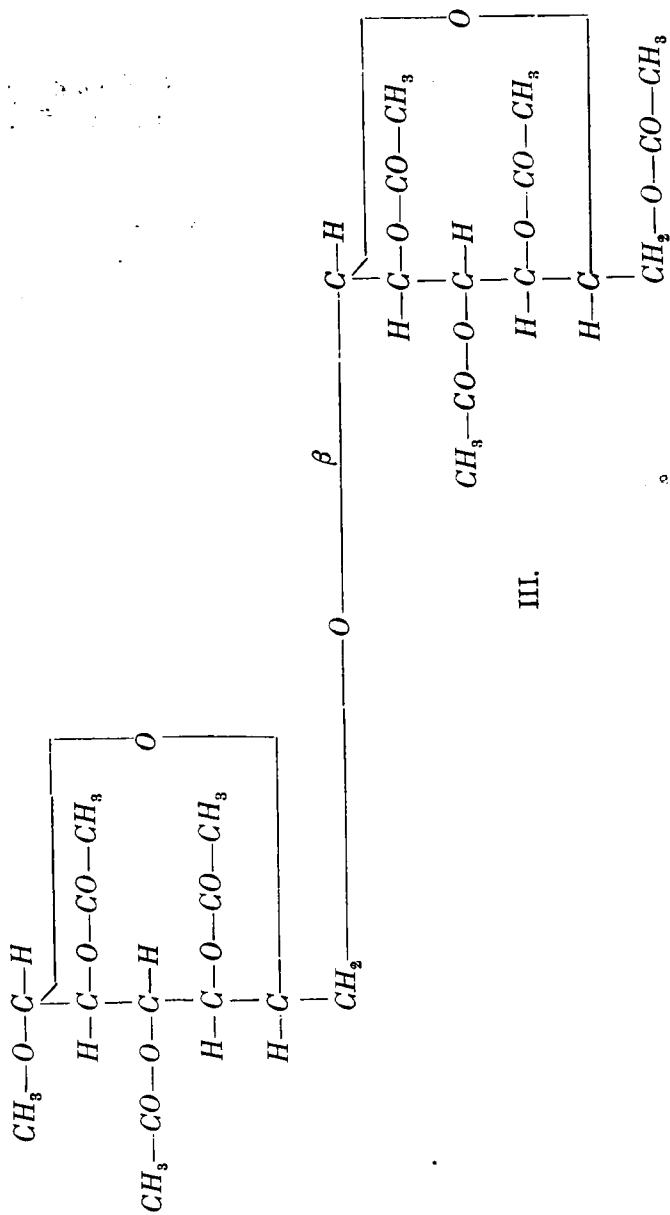
Diese Bestimmung wird auch durch die Identifizierung der Korkgewebe der Rinde, der Bastfasern, der Spaltöffnungen der Blätter und Mesophyll, — und kann also konstatiert werden, dass hier der Stoff des Lignits aus dem Ende der Tertiär *Taxodium distichum* RICH., nicht aber *Taxodium mexicanum* CARR. oder *Sequoia* bilden, wie dies mehrere deutsche Verfasser vom Lignit und der Braunkohle konstatiert haben.

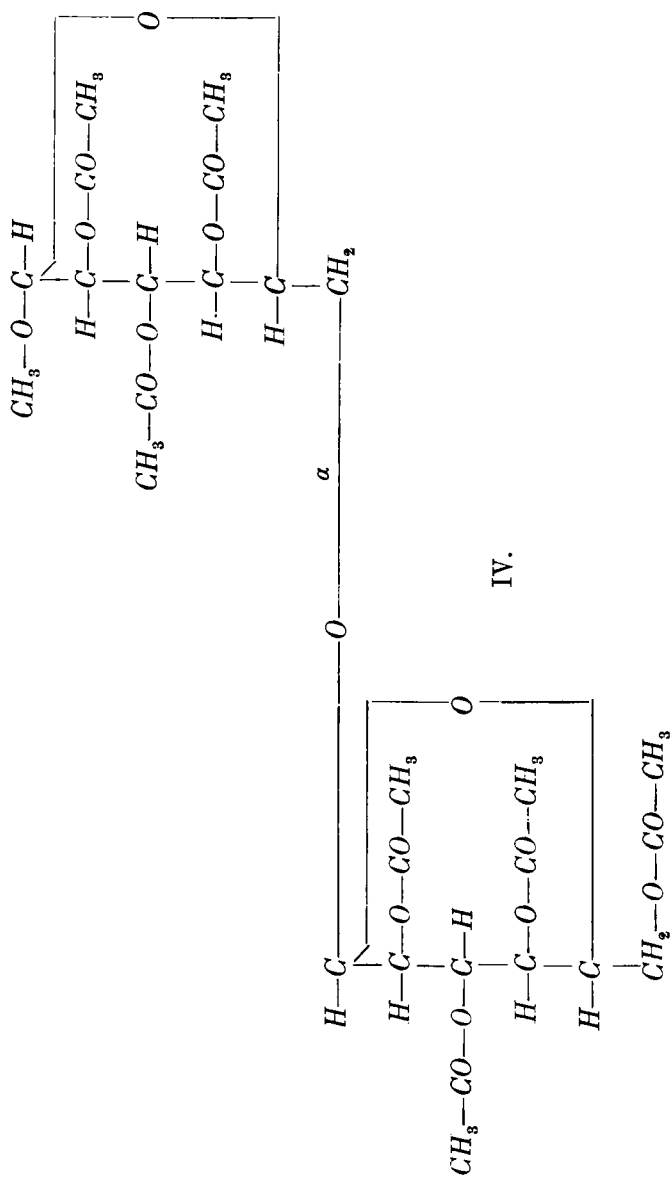
---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)









A kísérletek beigazolták, hogy a methyl-triacetyl-glükóznak 10%-nyi feleslege mellett már főtermékképpen a Heptaacetyl- $\beta$ -methyl-gentiobiozid keletkezik. Ellenben, ha a higanyacetát mennyiségét csökkentjük, akkor olyan frakciók különíthetők el, melyek főképpen a keresett és eddig még ismeretlen I- $\beta$ -Methyl-heptaacetyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóznak felelnek meg. Ezt bizonyítja a következő három kísérlet eredménye, amelynek feldolgozásmódja teljesen azonos volt és mely a következő adatokat szolgáltatta:

Kísérlet	Acetobrom-glükóz	Methyl-triacetyl-glükóz	higany-acetát	$[\alpha]_D$
I. szám — — —	4.1 g	3.52 g	1.53 g	+16.1°
II. szám — — —	4.1 g	3.52 g	1.40 g	+52.2°
III. szám — — —	4.1 g	3.52 g	1.2 g	+72.6°

Az I. számú kísérlet mintájára készült reakciókeverékekből minden nehézség nélkül ki volt nyerhető a Heptaacetyl-I- $\beta$ -methyl-gentiobióz, mégpedig 82°-nál olvadó kristályok képében és —16.99°-nyi forgatóképességgel kloroformban. Az irodalmi adatok —18.8—18.9°-nyi forgatóképességet adnak meg az acetobrom-gentiobiózból nyert készítményre<sup>1</sup> és —17°-ot a számított forgatóképességre.<sup>2</sup>

Ellenben a III. számú kísérlet szerint készült reakciókeverékekből nem sikerült eddigelé kristályokat nyerni. Ez a körülmény nem meglepő, hiszen olyan oligosaccharidok, melyekben  $\alpha$ -kötések vannak, rendszeresen rosszabbul kristályosodnak, mint az izomér  $\beta$ -kötésekkel ellátott vegyületek. Példák erre a jól kristályosodó cellobiózszármazékok, illetve a rosszul kristályosodó maltózsármazékok. Ezért megkíséreltem a nem kristályosodó terméket elszappanosítás után megbenzoylezni és a benzoyl-vegyületet kristályos állapotba hozni. A benzoyl-vegyület sajátosságai valóban lényegesen jobbak, mint az acetylterméké, meleg alkoholból átoldható és szintelen por alakjában kinyerhető, azonban kristályosodásra bírni eddig nem sikerült. Hogy valóban a keresett termékről van szó, az kivüláglík abból az összehasonlí-

<sup>1</sup> C. S. HUDSON és I. M. JOHNSON Jour. Am. Chem. Soc. 39, 1272 (1916).

<sup>2</sup> C. S. HUDSON és F. B. PHELPS Journ. Am. Chem. Soc. 46, 2591 (1924).

tásból, amelyet külön erre a célra előállított Heptabenzoyl-I-methyl-gentiobioziddal tettem. Megerősítette ezt a bizonyítást a terméknek teljes methylezése és a nagy vákuum mellett desztilláció útján megtisztított anyagnak tulajdonságai. Az előállított anyagoknak forgatóképességei a következő táblázatban vannak összeállítva:

A vegyület neve	$[\alpha]_D$
I- $\beta$ -Methyl-heptaacetyl-gentiobiozid	—16·99° kloroformban
I- $\beta$ -Methyl-heptaacetyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz	+72° „
(nyerstermék)	
I- $\beta$ -Methyl-heptabenzoyl-gentiobiozid	+2·0° „
I- $\beta$ -Methyl-heptabenzoyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz	+54·7° „
I- $\beta$ -Methyl-heptamethyl-gentiobiozid	—33·9° vízben
	—29·9° alkoholban
I- $\beta$ -Methyl-heptamethyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz	+93·1° vízben
	+95·1° alkoholban.

Fontosnak tartottam megvizsgálni, vajjon a FISCHER<sup>1</sup>-féle Izomáltóz, melyet nem régen PICTET és GEORG<sup>2</sup> is tanulmányoztak, nem azonos-e a 6- $\alpha$ -Glükozido-glükózzal. Ez az azonosság bizonyos fokig várható volt, tekintetbe véve azt, hogy a tömény sósavnak alacsony hőmérsékleten való behatására a gentiobióz keletkezését minden kétséget kizárólag megállapítani sikerült.<sup>3</sup> Pilenformán az izomér 6- $\alpha$ -glükozido-glükóznak a jelenléte is valószínűvé vált.

Előállítottam tehát lényegében a PICTET—GEORG-féle előírások alapján az acetylezett Izomáltóz-frakciót, azt elszappanosítottam és teljesen megmethyleztem. A Methylterméknek magas vákuumban való fracionálása megmutatta, hogy az Izomáltóz-frakció nem egységes. Két alacsonyabban forró párlata némi

<sup>1</sup> Berichte 23, 3687 (1890); 28, 3024 (1895).

<sup>2</sup> Helv. chem. Acta 9, 612 (1926).

<sup>3</sup> PICTET és GEORG Comptes rendus 181, 1035 (1925), H. BERLIN, Journ. Amer. Chem. Soc. 48, 2627 (1926).

hasonlatosságot mutat a teljesen methylezett 6- $\alpha$ -Glükozido-glükózzal, kb. fele a terméknek azonban mint kőkemény nem desztillálható maradék jelentkezik. Az Izomáltóz egységessége ellen szól továbbá az a régebbi megállapításom,<sup>1</sup> mely szerint az Izomáltóz kezdeti redukcióképesége csak 40%-a a glükózénak és hidrolízis után mért redukciója csak kereken 80%-a a glükózénak, kereken 100% helyett. Ez azt bizonyítja, hogy az Izomáltózban egy disaccharid vagy disaccharid-keverék mellett még jelentékeny mennyiségű magasabbrendű szénhidrát is foglaltatik.

A jelen értekezésemben leírt kutatásokat folytatom.

#### A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

##### Acetobróm-glükóz és I- $\beta$ -Methyl-2, 3, 4-triacetyl-glükóz.

*I. számú kísérlet.* 4.11 g Acetobrómglükózt, 3.52 g I-Methyl-triacetyl-glükózt és 1.53 g higanyacetátot leöntünk 50 cm. abs. benzóllal és klórkálciummal felszerelt visszacsépegő készülékben vízfürdön melegítjük. A reakciókeverék rövid időn belül homogén folyadékká alakul át. Ezután még két óra hosszat forraljuk, majd négyszer kimossuk vízzel, klórkálciummal megszáritjuk, majd csökkentett nyomás mellett bepárologatjuk és a maradékot két ízben alkoholban felvéve újból szárazra párologatjuk be. A maradékot methylalkoholból átkristályosítjuk. 1.8 g kristálytömeget kapunk, melynek tulajdonságai a következők:

*Redukcióképeség:*

0.2012 g : 0.7 cm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0.0022 g glükóz = 1.0%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = -7.356.080/0.2496.1.462 = -16.7^\circ$  kloroformban.

*II. számú kísérlet.* Az I. számú kísérletnek megismétlése azzal a különbséggel, hogy a higanyacetát mennyiségét 1.4 g-ra csökkentjük. A bepárlás maradéka 3.4 g kristályosodásra nem bírható, tulajdonságai a következők:

<sup>1</sup> ZEMPLÉN GÉZA: Mat. és Term. Tud. Értesítő. 45, 85 (1928).

*Redukcióképesség:*

0.2150 g : 2.7 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0.0086 g glükóz = 4.0%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = +7.3762.1.80/0.1734.1.466 = +52.23^\circ$  kloroformban.

*III. számú kísérlet.* A I. számú kísérlet megismétlése azzal a különbséggel, hogy a higanyacetát mennyiségét 1.2 g-ra csökkentjük. A maradék súlya 4.0 g kristályosodásra nem bírható, tulajdonságai a következők:

*Redukcióképesség:*

0.1068 g : 1.2 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0.0037 g glükóz = 3.46%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{18} = +7.365.3.97/0.2752.1.463 = +72.6^\circ$  kloroformban.

Az anyagnak újból való megacetylezése szintén nem vezetett kristályos termékhez.

**Heptaacetyl-I- $\beta$ -methyl-gentiobiozid. (III. szimbolum.)**

Az I. számú kísérlet megismétlése alkalmával nyert kristályokat újból átkristályosítjuk forró methylalkoholból. Nyerünk 1.5 g szintelen tűt 82°-nyi olvadásponttal és következő tulajdonságokkal:

*Redukcióképesség:* 0.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{20} = -14.8090.0.41/1.4809.02414 = -16.99^\circ$  kloroformban.

**Heptabenzoyl-I- $\beta$ -methyl-gentiobiozid.**

A heptaacetyl-vegyületből 3.7 g-ot feloldunk 20 ccm abs. methylalkoholban és a ZEMPLÉN-PACSU<sup>1</sup> módszer szerint nátrium-methylattal elszappanosítjuk, majd az oldatot csökkentett nyomás alatt bepárologatjuk és az abs. alkohollal való vízmentesítés után 25 ccm abs. piridinben oldjuk és hűtés közben 13.3 g benzoylkloridot adagolunk hozzá. Következő nap a reakciókeveré-

<sup>1</sup> Berichte 62, 1613 (1929).

ket 50 ccm kloroformmal felhigitjuk, vízzel többször kimossuk, klórkálciummal megszáritjuk, csökkentett nyomás mellett bepároljuk és a maradékot kétszer egymásután kloroform és alkohol elegyéből átkristályosítjuk. Előáll 4·5 g szintelen tűkben kristályosuló készítmény, melynek olvadáspontja 203° és amely a következő tulajdonságokat mutatja:

*Redukcióképesség:* 0.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = +7\cdot362\cdot0\cdot100\cdot0\cdot245\cdot1\cdot463 = +2\cdot0^\circ$  kloroformban.

### Heptaacetyl-I- $\beta$ -methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz.

A nyerstermék előállítására le van írva a III. számú kísérletben.

### Heptabenzoyl-I- $\beta$ -methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz.

A III. számú kísérletet megismételjük a másfélszeres mennyiségekkel, a nyerstermékot megacetylezük, az acetyltermékot kloroformba felvéve vízzel mossuk, megszáritjuk, majd csökkentett nyomás mellett szárazra pároljuk, elszappanosítjuk és a heptabenzoyl- $\beta$ -methyl-gentiobiozidnél leírt módon benzoylvegyületté alakítjuk. A maradékot először két ízben meleg methylalkoholból való átoldással tisztítjuk, majd még kétszer forró alkoholban oldjuk és a lehülés alkalmával kivált szintelen port különítjük el. A terméket eddig kristályokká alakítani nem sikerült. 75°-nál kezd összeesni és 85°-nál szintelen folyadékká olvad. A készítmény egyéb tulajdonságai a következők:

*Reakcióképesség:*

0·2046 g : 0·7 ccm 10/n  $KMnO_4 = 0\cdot0022$  g glükóz = 1·0%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{18} = +7\cdot3676\cdot2\cdot87\cdot0\cdot2642\cdot1\cdot464 = +54\cdot67^\circ$  kloroformban.

### Heptamethyl-I- $\beta$ -methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóz.

Először megismételjük a III. számú kísérletet a hatszoros anyagmennyiségekkel, vagyis 24·7 g. Acetobromglükózzal, 21·1 g.



I- $\beta$ -Methyl-triacetyl-glükózzal és 7·2 g higanyacetáttal 300 ccm abs. benzolban. A nyersterméket megacetylertük, az acetylterméket megtisztítottuk, csekély mennyiségű nátriummethylattal elszappanosítottuk és a csökkentett nyomás alatt szárazra párolt maradékot HAWORTH módszere szerint háromszor megmethyleztük dimethylsulfattal nátronlúg jelenlétében. A végső kloroformos kivonat maradéka 15·5 g volt. Ezt a terméket magas vákuumban való desztilláció útján több frakcióra bontottuk, melyek a következők:

I. *Frakció.* Nyomás: 0·1—0·08 mm; a forrás hőmérséklete: 68—80°; az olajfürdő hőfoka: 100—130°; kitermelés 3·5 g.

II. *Frakció.* Nyomás: 0·1—0·08 mm; a forrás hőmérséklete 75—140°; az olajfürdő hőfoka 130—200°; kitermelés 1·5 g.

III. *Frakció.* Nyomás: 0·05—0·03 mm; a forrás hőmérséklete 130—155°; az olajfürdő hőfoka 200° körül; kitermelés 7·5 g.

*Maradék:* 2·8 g.

A III. frakció tartalmazza a keresett anyagot, vagyis a Heptamethyl-I- $\beta$ -methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükózt, mint azt a következő tulajdonságok bizonyítják:

*Redukcióképesség hidrolízis előtt:* 0.

*Redukcióképesség hidrolízis után:* A hidrolízist 2·5%-os sósavval három óra hosszat tartó forralás útján hajtottuk végre. Összehasonlításképpen azok az adatok szolgáltak, melyeket annak idején a Heptamethyl- $\beta$ -methyl-gentiobiózra nézve ZEMPLÉN és BRAUN<sup>1</sup> megállapítottak.

I. 0·1572 g : 5·8 ccm  $n_{10}$   $KMnO_4$  = 0·0183 g glükóz = = 11·64%-a a glükóznak. II. 1032 g : 4·3 ccm  $n_{10}$   $KMnO_4$ , 0·0135 g glükóz = 13%-a a glükóznak; középértéke a két meghatározásnak 12·32%.

Hasonló körülmények között a teljesen methylezett  $\beta$ -Methyl-gentiobiozid a hidrolízis után a 12·1% értéket szolgáltatja.

*Methoxyl meghatározások:* I. 1·670 mg : 6·676 mg AgJ. II. 1·861 mg : 7·328 mg AgJ.

Heptamethyl-I- $\beta$ -methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükózra számított érték (454·3).

<sup>1</sup> Berichte 58, 2566 (1925).

54·63%  $CH_3O$ .Talált: I. 52·8%. II. 052·2%  $CH_3O$ .*Optikai meghatározások:*

$$[a]_D^{18} = + 4·45·4·1314/0·2354·0·821 = + 95·13^\circ \text{ alkoholban.}$$

$$[a]_D^{18} = + 4·72·5·0448/0·2550·1·003 = + 93·1^\circ \text{ vízben.}$$

## KÍSÉRLETEK IZOMÁLTÓZZAL.

Kiindultunk egy olyan Izomáltózkészítményből, amelyet a PICTET—GEORG-féle előírások szerint készítettünk és melynek teljesen megacetylezett vegyülete a következő állandókat mutatta:

*Redukcióképesség hidrolízis előtt:* 0·1979 g: 11·6 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0·038 g glükóz = 19·25%-a a glükózénak.

*Redukcióképesség hidrolízis után* 5%-os sósavval és 2 óra hosszát tartó forralással: 0·0970 g: 10·74 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 36·08%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$$[a]_D^{19} = + 2·65·10·0·2978 = + 88·99^\circ \text{ benzolban.}$$

Megjegyzem, hogy igen számos szétfracionálást végeztünk, abból a célból, hogy egységes acetylezett izomáltózfrakciót nyerjünk, azonban szemmel láthatólag mindig csak keverékekhez jutottunk el. Ezt legjobban bizonyítja a methylezés eredménye. A methylterméket olyképpen nyertük, hogy a fent megadott tulajdonságú acetylezett izomáltóz-frakciót először kloroformos oldatban nátriummethylattal elszappanosítottuk, majd a csökkentett nyomás mellett bepárologatott maradékot ugyanolyan körülmények között methyleztük meg, amint az az I- $\beta$ -Methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükóznál fent le van írva. A háromszoros methylezés után nyert kloroformos kivonatnak maradéka 6·5 g volt. Magas vákuumban való szétfracionálása a következő eredményt adta:

*I. Frakció. Nyomás:* 0·06—0·1 mm; forráshőmérséklet 155—180°; az olajfürdő hőmérséklete: 200—240°; nyertünk 1·5 g világossárga szirupot, melynek tulajdonságai a következők:

*Redukcióképesség hidrolízis előtt:* 0·1078 g, 1·1 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0·0034 g glükóz = 3·1%-a a glükózénak.

*Redukcióképesség hidrolízis után:* 25 ccm 2·5%-os sósavval 3 óra hosszat tartó forralással: 0·1168 g: 5·8 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0·0183 g glükóz = 15·6%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{20} = + 5·032 \cdot 2 \cdot 26 / 0 \cdot 1306 = + 87 \cdot 1^\circ$  alkoholban.

*Methoxylmeghatározás:* 1·895 mg: 7·76 mg AgJ. = 54·1%  $CH_3O$ .

*Oktamethyl-disaccharidra számított érték:* 54·63%  $CH_3O$ .

*II. Frakció. Nyomás:* 0·1—0·23 mm; a forrás hőmérséklete: 185—200°; az olajfürdő hőmérséklete 240—265°; nyertünk 1·5 g szirupot, melynek sajátságai a következők:

*Redukcióképesség hidrolízis előtt:* 0·1062 g: 1·3 ccm  $KMnO_4$  = 0·0041 g glükóz = 17%-a a glükózénak.

*Redukcióképesség hidrolízis után:* 0·1028 g: 5·7 ccm  $KMnO_4$  = 0·018 g glükóz = 17·5%-a a glükózénak.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = + 5 \cdot 032 \cdot 1 \cdot 75 / 0 \cdot 0950 = + 92 \cdot 7^\circ$  alkoholban.

*Methoxylmeghatározás:* 1·906 mg AgJ. = 49·8%  $CH_3O$ .

*Oktamethyl-disaccharidra számított érték:* 54·63%  $CH_3O$ .

*III. Frakció.* Nem desztillálható, szobahőfokon kemény barnásfekete tömeg. Súlya 3 g. Tulajdonságai a következők:

*Redukció hidrolízis előtt nyomokban.*

*Redukció hidrolízis után:* 0·1010 g: 6·4 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0·0203 g glükóz = 20·1%-a a glükózénak.

*Methoxylmeghatározás:* 1·571 mg: 5·307 mg AgJ. = 44·6%  $CH_3O$ .

*Oktamethyl-disaccharidra számított érték:* 54·63%  $CH_3O$ .

Ezek az adatok eléggé bizonyítják az Izomáltózfraekciónak összetett voltát. A methylezés két első frakciója a redukcióképeségek és az optikai meghatározások alapján tartalmazhatnak I- $\beta$ -Methyl-6- $\alpha$ -glükozido-glükózt. Egészen érthetetlen azonban a két első frakciónak hidrolízis előtt való redukcióképesége, melyet eddig egy methylezett disaccharidnál sem lehetett tapasztalni. Talán ez a redukció a desztilláció folyamán beállott bomlás következménye; normális esetben azonban ilyesfajta bomlás sem jelentkezik, úgy hogy e tekintetben az izomáltózfraekció egészen kivételesen viselkedik.

BRUCKNER ZOLTÁN vegyészmérnöknek, aki a kísérletek végrehajtásában ügyesen segédkezett, e helyen is köszönetet mondok.

A kutatásokat a «*Rockefeller Foundation*», a *Széchenyi Társaság*, és a *M. Tud. Akadémia* anyagi támogatásával végeztem, amiért köszönetet mondok.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. június hó 1-én tartott üléséből.)

SYNTHESE DER DERIVATE  
DER 6-GLYKOSIDO- $\alpha$ -GLYKOSE UND DIE  
ISOMALTOSE-FRAGE.

Von GÉZA ZEMPLÉN O. M.

Kondensiert man Acetobromglykose mit 2, 3, 4-Triacetyl- $\beta$ -methylglykosid mit Quecksilberacetat, so entsteht, wenn man die Menge des Quecksilberacetats möglichst niedrig wählt, das acetylierte  $\beta$ -Methylglykosid der 6-Glykosido- $\alpha$ -glykose. Da eine Identität dieser Verbindung mit der methylierten FISCHER'schen Isomaltose vermutet wurde, erfolgte ein Vergleich der beiden Substanzen. Dieser Vergleich führte zu dem Endresultat, dass die Isomaltose nicht einheitlich ist, sondern grössere Mengen hochmolekularer Körper enthält.

Die Arbeit erschien in den Berichten der Deutschen Chem. Gesellschaft. Bd. **64**, 1852—58. (1931.)

---

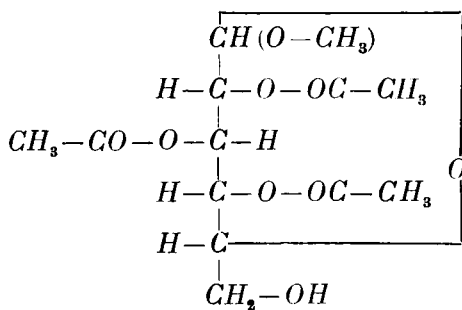
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

## EGY TETRASACCHARID-GLÜKOZID SZINTÉZISE.

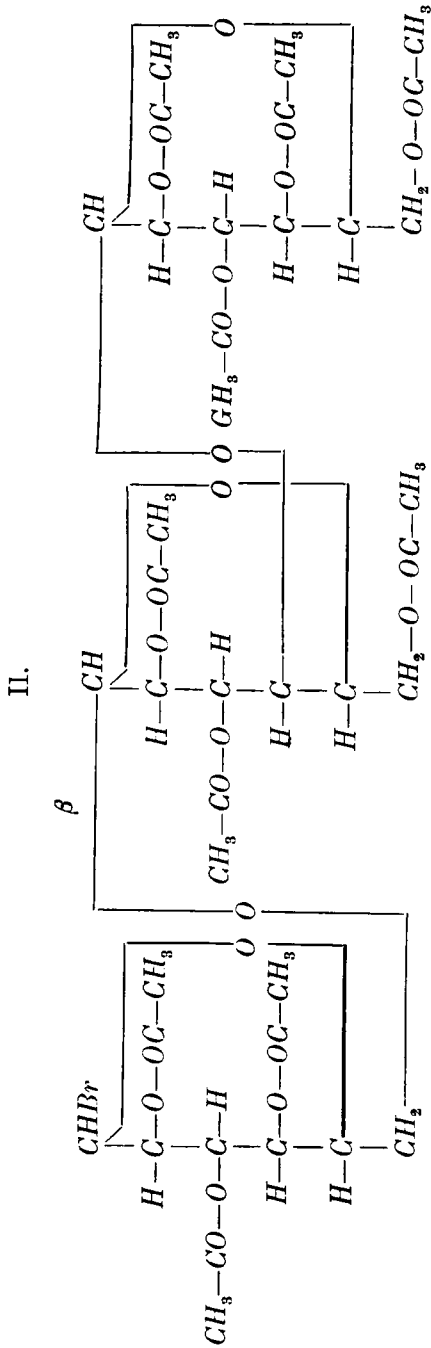
ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Egy előző értekezésemben<sup>1 2</sup> megmutattam, hogy az Acetobrómcellobióz higanyacetát jelenlétében alkalmas arra, hogy I- $\beta$ -methyl-2.3.4-triacetyl-glükózzal a kísérleti körülményeknek alkalmas megválasztása szerint két izomér trisaccharid-glükozidot szolgáltatson. Ezek a dekaacetyl-I- $\beta$ -methyl- $\beta$ -cellobiozido-6-glükóz és a dekaacetyl-I- $\beta$ -methyl- $\alpha$ -cellobiozido-6-glükóz. Ugyanezt a reakciót megkíséréltem most acetobrómcellobióz helyett a dodekaacetyl-I- $\alpha$ -bróm- $\beta$ -cellobiozido-6-glükózt (II) alkalmazva végrehajtani. Ha ezt a vegyületet higanyacetát jelenlétében a methyltriacetyl-glükózzal (I) úgy hozzuk reakcióba, hogy a glükozid 50%-nyi feleslegben legyen, akkor némi fáradsággal ugyan, de teljesen tiszta állapotban kinyerhetjük a tridekaacetyl-I- $\beta$ -methyl-6'- $\beta$ -cellobiozido-gentiobiózt (III). Ennek a vegyületnek katalitikus elszappanosítása csekélymennyiségű nátriummethyláttal<sup>3</sup> a szabad tetrasaccharid-glükozidot szolgáltatja fehér, amorf por alakjában, melyet azonban kristályosodásra bírni nem sikerült.

I.



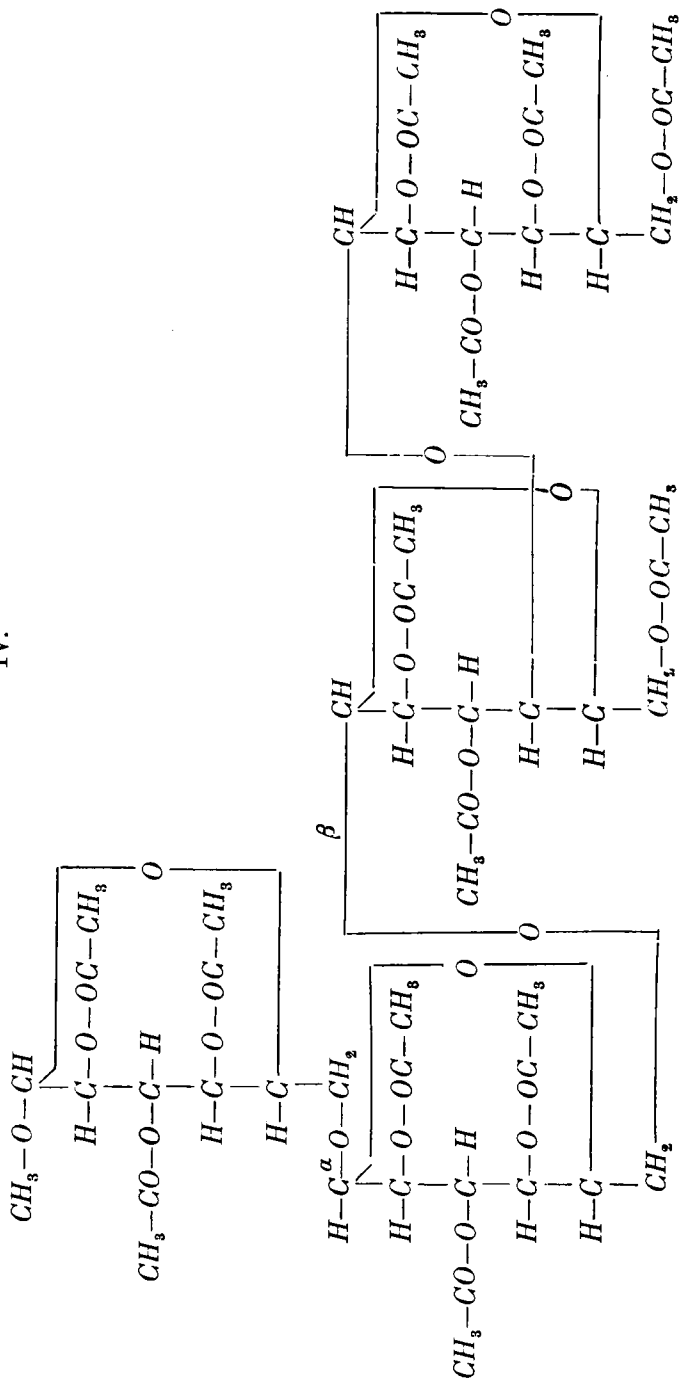
<sup>1</sup> GÉZA ZEMPLÉN u. ÁRPÁD GERECs: Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft. 64. 744 (1931). — <sup>2</sup> GÉZA ZEMPLÉN u. ÁRPÁD GERECs: Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft. 64. 1554 (1931). — <sup>3</sup> GÉZA ZEMPLÉN u. EUGEN PACSU: Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft. 62. 1613 (1929).







IV.



Hogyha a methyl-triacetyl-glükózt csak 10%-nyi feleslegben alkalmazzuk, akkor észlelhető az izomér vegyületnek, a tridekaacetyl-I- $\beta$ -methyl-6'- $\alpha$ -cellobiozido-gentiobióznak (IV) nagy mértékben való keletkezése, azonban hosszas fáradozás után sem voltam képes a vegyületet kellő tisztaságban elkülöníteni. Ez a vegyület, mint általában az  $\alpha$ -sorozatbeli származékok, sokkal rosszabbul kristályosodik, mint az izomérje, azonfelül kísérik a reakciókeverékben oldhatósági viszonyokban hozzá közelálló anyagok, amelyektől való elválasztása egyelőre nem sikerült.

A kutatásokat folytatom.

#### A KISÉRLETEK LEÍRÁSA.

##### Tridekaacetyl-I- $\beta$ -methyl-6'- $\beta$ -cellobiozido-glükóz. (III).

Visszacsepegő hűtővel és chlórcaeciumcsővel felszerelt készülékben forraljuk a következő reakciókeveréket: 19·9 gr aceto-bróm-6- $\beta$ -cellobiozido-glükóz (II), (2 mol.), 9·6 gr I- $\beta$ -methyl-2.3.4-triacetyl-glükóz (2 mol. + 50%), (I.) 2·75 gr higanyacetát, (I. mol. — 13%), 200 ccm. abs. benzol, mint oldószer. A négy óra hosszat tartó forralás alkalmával csekély zavarodás kivételével minden oldatba megy. A benzolos oldatot most négyszer kimossuk vízzel, megszáritjuk chlórcaeciummal és csökkentett nyomás alatt bepárologtatjuk szárazra, majd a benzolnak teljes elűzése céljából néhányszor abs. alkohollal lepároljuk. A maradék sárgás olajat feloldjuk 80 ccm. alkoholban és másnapig állni hagyjuk, majd a kivált kristályosodást leszivatjuk. Ez a nyers termék 18·5 gr és redukcióképesége a következő:

0·2102 gr : 3·50 ccm  $n/10$   $KMnO_4$  = 0·0109 gr glükóz = 5·19% glükózzra számítva.

A nyers terméket felfőzzük 100 ccm alkohollal, hagyjuk 40°-ra lehűlni és akkor leszivatjuk. 8 grammnyi kristálytömeg marad a szűrőn. Ennek a terméknek a tulajdonságai a következők:

Redukcióképeség: 0·2016 gr : 2·60 ccm  $n/10$   $KKnO_4$  = 0·0082 gr glükóz = 4·07%.

A nyersterméket most először 50 ccm, majd háromszor egymásután 30—30 ccm alkohollal kifőztük és a forró reakciókeveréket leszívatta, minden alkalommal 10 ccm forró alkohollal utána-mostuk a szűrőn maradt kristályokat. E közben négy anyalúgot nyertünk, melyeket  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  és  $A_4$  jelzésekkel láttuk el. A kifőzések után oldatlanul maradt kristályok a «B» jelzést nyerték. Az anyalúgokból kivált frakciókat egyenként megvizsgáltuk s akkor kiderült, hogy valamennyinek magasabb redukcióképessége és alacsonyabb forgatóképessége van, mint a «B» frakciónak. Így például az  $A_4$  anyalúgból kivált kristályoknak redukcióképessége 7·9% volt, a forgatóképessége pedig  $[\alpha]_D^{19} = +3\cdot8^\circ$  chloroformban. Utóbbi kristályoknak a mennyisége 2·2 gr volt.

A 2·8 gr-nyi «B» anyag tulajdonságai a következők voltak:

*Redukcióképesség:* 0·2004 gr:0·40 ccm  $n/10$   $KMnO_4 = 0\cdot00124$  gr glükóz = 0·62%.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = -10\cdot0\cdot46/0\cdot3026 = -13\cdot22^\circ$  chloroformban.

Az optikai meghatározásokhoz szolgáló oldatot vákuumban való bepárlás útján visszanyertük és ugyanezt végeztük a következő optikai meghatározások után is.

A «B» anyagot most 10 ccm acetonnak és 45 ccm alkoholnak forró elegyéből kristályosítottuk át, és a kristályokat egy-napi állás után leszívatta nyertünk 2·1 gr anyagot, melynek tulajdonságai a következők voltak:

*Redukcióképesség:* 0·2164 gr:0·48 ccm  $n/10$   $KMnO_4 = 0\cdot0015$  gr glükóz = 0·69%.

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{20} = -10\cdot0\cdot46/0\cdot3122 = -14\cdot75^\circ$  chloroformban.

Utóbbi anyagot kétszer egymásután kifőzzük 20 ccm alkohollal, forrón leszívattjuk és mindegyik ízben 10 ccm forró alkohollal a szűrőn maradt kristályokat kimossuk. Oldatlanul maradt 1·9 gr anyag, melynek tulajdonságai a következők:

*Redukcióképesség:* 0·2556 gr:0,45 ccm.  $n/10$   $KMnO_4 = 0,55\%$ .

*Optikai meghatározás:*

$[\alpha]_D^{19} = -10\cdot0\cdot49/0\cdot2996 = -16\cdot35^\circ$  chloroformban.

További tisztítás sem a redukcióképességet, sem pedig a forgatóképességet nem változtatja meg. Elemzés céljából az

anyagot még egyszer átkristályosítottuk 8 ccm acetonnak és 30 ccm alkoholnak forró elegyéből.

*Elemzés:*  $U$  4·060 mg : 7·51 mg  $CO_2$  és 2·1 mg  $H_2O$   
10·567 mg 1·868 mg  $AgJ$ .

$C_{51}H_{70}O_{34}$  = 1226·56-ra számított:

49·89 %  $C$ , 5·75 %  $H$ , 2·53 %  $CH_3O$ .

talált:

50·45 %  $C$ , 5·98 %  $H$ , 2·34 %  $CH_3O$ .

Az anyag szintelen, apró tűkben kristályosodik, melyek kapillárisban hevítve 236—237°-nál olvadnak. Oldhatósági viszonyai olyanok, mint a dekaacetyl-I- $\beta$ -methyl- $\beta$ -cellobiozido-6-glükózéi.

A csekélymennyiségű nátriummethyláttal való elszappanosítás a methylalkoholos oldatnak abs. alkohollal való többszörös kicsapása után szintelen, vízben könnyen oldható amorf port szolgáltatott, amely csökkentett nyomás alatt foszforpentoxid fölött 100°-on megszárítva 70°-nál kezd lágyulni és 100—110°-nál olvad meg. Az optikai meghatározás következő eredményt szolgáltatta:

$$[\alpha]_D^{21} = -5\cdot032 \cdot 0\cdot58/0\cdot0962 = -30\cdot34^\circ \text{ vízben.}$$

★

Jelen kutatásokat a «*Rockefeller Foundation*», a *Széchenyi Társaság* és a *Magy. Tud. Akadémia* anyagi támogatással mozdította elő, miért is köszönetemet fejezem ki.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. június 1.-én tartott üléséből.)

## SYNTHESE EINES TETRASACCHARID-GLYKOSIDS.

Von GÉZA ZEMPLÉN s. M.

Dodekaacetyl-1- $\alpha$ -brom- $\beta$ -cellobiosido-6-glykose lässt sich in Gegenwart von Quecksilberacetat mit 1- $\beta$ -Methyl-2, 3, 4-triacetyl-glykose zu einem Tetrasaccharid-glykosid kuppeln, das schon krystallisiert ist, und nach der Verseifung ein freies Glykosid in Pulverform liefert. Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

# AZ ARCUS ÉS AZ ISTHMUS AORTAE, VALAMINT A DUCTUS BOTALLI BELHÁRTYÁJÁNAK MILIARIS TUBERCULOSISA.

ORSÓS FERENC levelező tagtól.

8 ábrával.

Az *endangitis tuberculosával* SCHUCHART és WEIGERT 1882-ben foglalkoztak először. Az *aorta* miliaris tuberculosisát V. HANOT (1895—96.), F. LUKSCH (1903), azután J. WITTE (1904) és O. GEISSLER (1906) észlelték. A kérdés irodalmát JORES 1924-ben foglalta össze (Henke—Lubarsch: Handb. d. spez. Anatomie u. Histologie, Bd. II, 1924.). Az eddig közölt casusok felnőttekre vonatkoznak; rendszerint csak néhány intima-tuberculum észleltetett és már kölesnyi nyagyságban. Az itt ismertetendő esetben az *aorta* belhártyájának gümői igen nagy számban és keletkezésük legelső fázisában mutatkoztak. Ezen sajátságánál fogva észlelésünk alkalmas az *endaortitis tuberculosa* még vitás kérdésének tisztázására.

*Klinikai és obductiós adatok:* H. ISTVÁN 4 1/2 hónapos csecsemő meningitis basilaris tbc. diagnosissal halt meg a debreceni gyermek-klinikán (1931. III. 14.). A post mortem diagnosis: Meningitis basilaris tuberculosa. Tbc. miliaria pulmonum, hepatis, lienis, renum et tonsillarum. Focus tbc. primarius lobi sup. pulm. sin. Bronchopneumonia aspirationalis dissem. caseosa. Lymphadenitis caseosa nodulorum lymphaticorum cervicalium, mediastinalium et mesenterialium. Ulcera tbc. intestinali tenuis. Tbc. miliaria arcus et isthmi aortae atque ductus Botalli.

A szív és billentyűi különösebb elváltozást nem mutattak. Az *aorta* megnyitásánál mindjárt szembetűnt, hogy bár a vér általában csaknem folyékony volt, az arcusban és az isthmusban

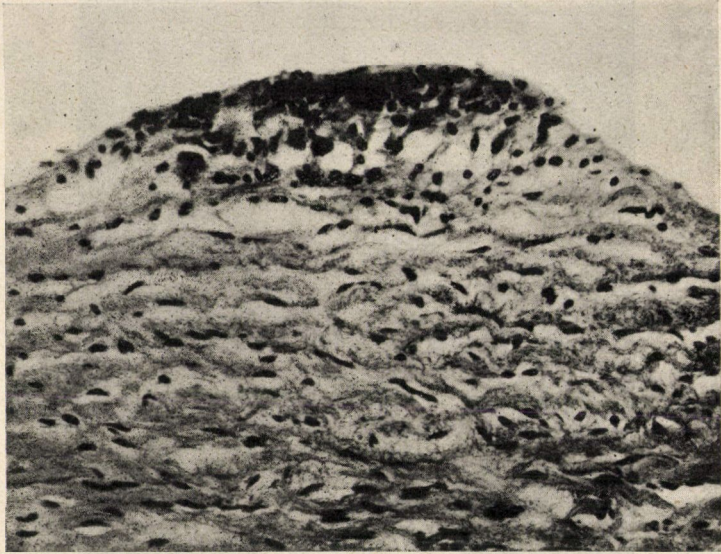


1. ábra. Az aorta ascendens, az arcus, az isthmus és az aorta thoracalis gyenge nagyítású felvétele (1 : 2), *cs* = a bal coronaria szájadéka, *a* = anonyma, *l* = ligamentum arteriosum tölcsére. Az arcusban és az isthmusban az intima kissé beivódott. Ugyanitt legjobban láthatók a nagyobb kiemelkedő és a legapróbb csillogó tuberculomok.

vörös alvadék ül, mely a szokottnál valamivel szorosabban tapad a belhártyához. Ugyanitt az intima halvány vörhenyesen beivódott és a felszín tükröztetésénél rajta számtalan porzószemnyi hólyagszerű kiemelkedés látható, a legsűrűbben az isthmuson



és az arcus szomszédos részén. Az aorta thoracalis legfelsőbb részében csak néhány tűnik szembe. A ligamentumheg tölcyszerűen behúzódott és ebben is több legapróbb átlátszó göbcsé vehető észre. Egyes kiemelkedések valamivel nagyobbak, de mákszemnél ezek is kisebbek. Az összes göbcsék átlátszók. Az 1. ábra mintegy kétszeres nagyításnál ábrázolja a vázolt képet. A fel-



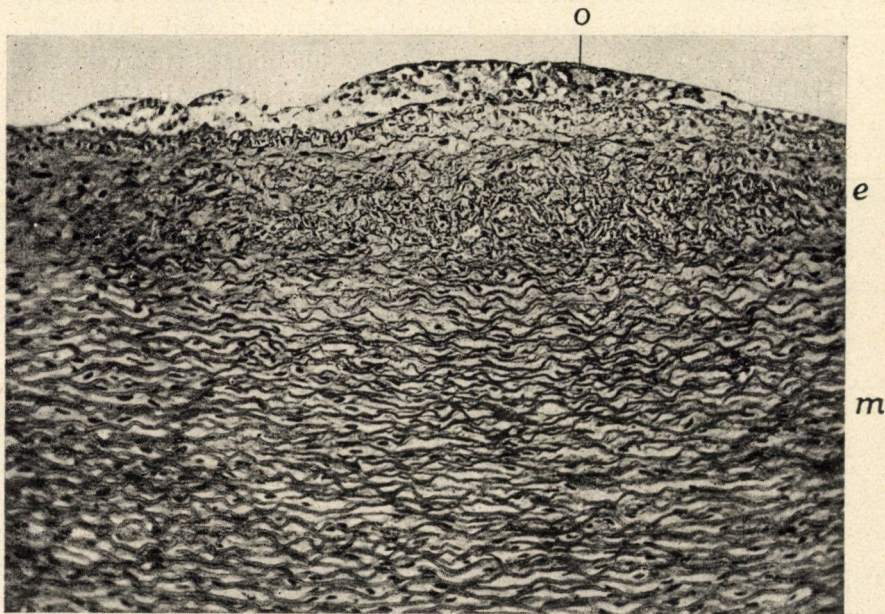
2. ábra. Harántmetszet az isthmus legalsó részéből. Subendothelialis tuberculum részben egybeolvadó sejtekkel. Haem.-eos.-festés. (4—8. Az összes felvételek 50 cm-es kamarahosszal készültek. Az első arab-szám mindenütt a Leitz-objectív, a második pedig az ocular számát jelenti.)

vételen is jól látható, hogy a kiemelkedő göbcséken kívül igen sok, alig tűszúrásnyi világosabb petty is fedezhető fel az intimában. Az isthmus homorú oldalán ülő apró nyirokcsomók sajtos gócot tartalmaznak.

Az *arcus* és az *isthmus* sorozatos mikroszkópos metszetein kétségkívül kitént, hogy az intimából kiemelkedő átlátszó göbcsék fejlődésük legfiatalabb stádiumában levő tuberculumok. Egyes harántmetszetben 6—8 tuberculum is számlálható. Ezen kívül



több helyen találhatók alig néhány lymphoid-sejtből álló subendothelialis infiltratumok, melyek a makroszkópos felvétel legapróbb, kézi nagyítóval éppen csak sejthető pettyeinek felelnek meg. A göbcsék a mikroszkópos képben általában nem annyira kiemelkedők, mint eredetileg a friss aortán voltak, ennek oka a víztelenítésen kívül abban is rejlik, hogy az aorta belhártyája a felvétel előtt



3. ábra. Subendothelialis tuberculum az isthmus alsó határán. *o* = jellegzetes Langhans-typusú óriássejt, *e* = musculolasticus réteg, *m* = media. Haem.-eos.-festés. (4—2.)

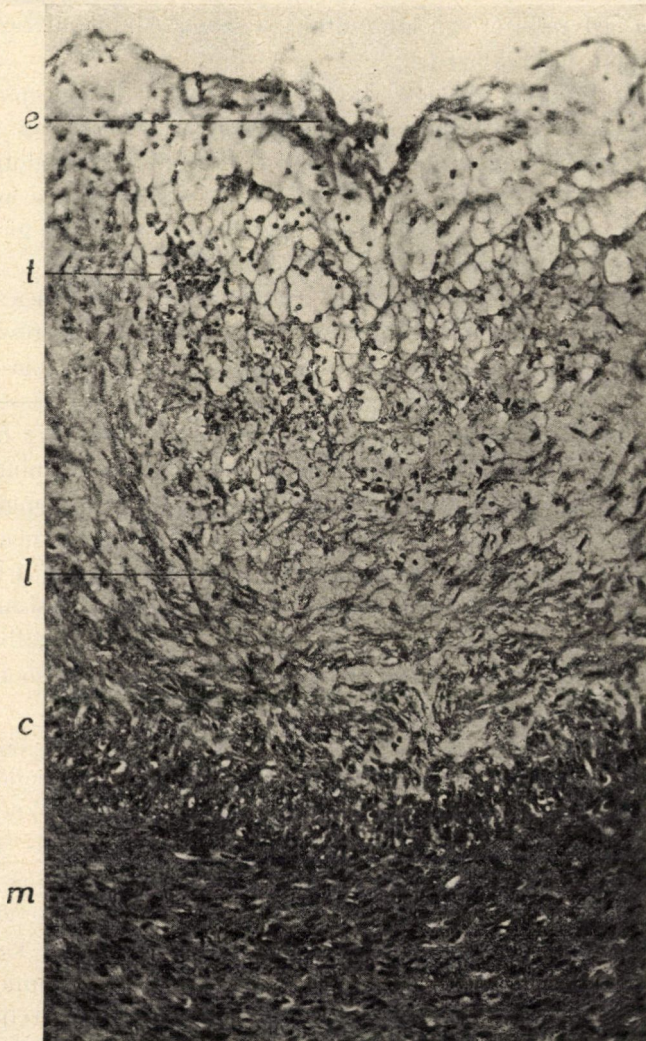
szikkadás folytán sok folyadékot veszített. Az összes tuberculumok az intimában, nevezetesen annak subendothelialis rétegében ülnek. Az 1100 metszet átvizsgálása után a mediában és az adventitiában egyetlen gümő nem volt található és az intima mélyebb rétegeiben is kizárólag a ligamentumheg tölsérében ült két infiltratum. A mediában csupán gyéren elhintett egyes lymphocyták láthatók, kivált a vasa vasorum körül. Ez a kizárólagosság kétségkívül bizonyító támpont arra nézve, hogy a gümők fejlődését megindító

bacillusok az aorta lumenéből és nem az érfal erein át jutottak be az intima nedvhezagaiba. A 2. ábra erősebb nagyításnál mutat egy ilyen tuberculomot. A reticulumsejtek, illetve a Langhans-sejtek burjánzása folytán keletkezett sejtrecében epitheloid-sejtek, lymphocyták és plasmasejtek ülnek. Az utóbbiak részben már többmagvúak. A 3. ábrán 2—3 egymással összeolvadt subendothelialis tuberculomot látunk, még egészen laza initialis szerkezettel, de *o*-nál már egy jellegzetes Langhans-typusú óriássejt alakult ki. A 4. ábrán a ligamentumheg tölsérésében ülő initialis tuberculomot látunk. A recés szerkezetű, infiltratum és granuloma határán álló képződmény itt nem emelkedik ki, inkább az intima mélyében ül. A felszínen *e*-nél az endothelsejtek syncytialis burjánzását látjuk. Valamivel mélyebben a Langhans-sejtek által alkotott laza, nedvdús szövetreceében számos lymphocyta és plasmasejt ül, melyek részben (*t*) már egybeolvadó félben vannak. A góc környezetében a nyúlványaikkal összefüggő Langhans-sejtek burjánzása mutatkozik. A szomszédság egy pontján még a ligamentum tölsérésén belül, az intima mélyebb rétegében, de a musculo-elasticus rétegen kívül, a kitégült nedvesatornáknak helyeződnek el a lymphoidsejtek és plasmasejtek csoportjai; nyilván itt is tuberculomképződés van már folyamatban. Az elsajtosodásig az intima még egyik tuberculuma sem jutott.

ZIEHL—NEELSEN szerint *tbc.* bacillus a szomszédos nyirok-csomóban gyéren, az intima tuberculumaiban pedig csak egy helyen és itt csupán a rövid, granularis formájában volt található.

Különösen figyelmet érdemel a *ductus Botalli* lelete. A 4½ hónapos kor dacára a vezeték, bár összehúzódott, még vért tartalmazó lumennel rendelkezett, csupán az aorta közvetlen szomszédságában mutatkozott teljes elzáródás, mégpedig az endothel burjánzása folytán. Az utóbbi hely metszeteiben az aorta intima-gümőihez teljesen hasonló góc volt található a ductus belhártyáján. A 6. ábrán (*t*) látjuk a kifejlődésben levő tuberculomot. Az endothel erősen burjánzott, alatta a nyúlványos reticulumsejtek hálózatában lymphocyták és plasmasejtek csoportosulnak. Az egyik következő metszetben már óriássejtképződés is észlelhető. A media belső rétege *e* helyen szemcsésen tömörödött (*b*) és vándorsejtekkel mérsékelt fokban be is szűrődött. Hasonlóképpen a media külső





4. ábra. Az isthmus harántmetszete a ligamentum szomszédságából. *e* = syncytialisan egybeolvadó burjánzó endothelsejtek, *t* = initialis reticularis tuberculum a megvastagodott intimában, *l* = nyúlványaikkal összefüggő Langhans-féle intimasejtek, *c* = musculoelasticus réteg, *m* = media. Haem.-eos.-festés. (4—2.)

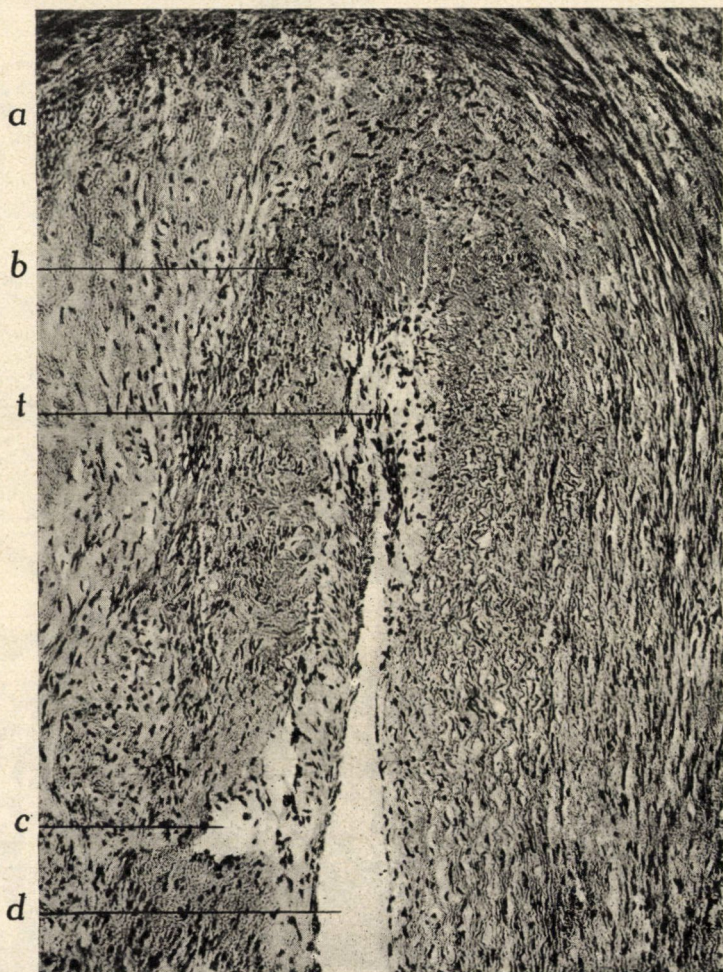
rétégenek szomszédos szakasza is (a). A tuberculum területében az intima nedvrései erősen kitágultak; a szomszédságban részben még fokozott mértékben (c).

A már teljesen záródott ductus-részlet közvetlen szomszédságában az igen keskeny lumen falát rostonyaréteg fedi, az ezen kívül eső intima és a media belső rétege mucoiddal átívódott és csak széteső sejtmagvakat tartalmaz. A ductus ezen pontja azt a benyomást kelti, hogy a részleges elzáródásban a behártya gümős folyamata működött közre.

A ductus proximalis részében szintén több, részben egészen apró, alig néhány epitheloidsejtből és lymphocytából álló, részben pedig már jól kialakult, összeolvadó epitheloidsejteket, plasma-sejteket és olykor több jellegzetes Langhans-typusú óriássejtet tartalmazó tuberculum található (l. 6. ábra A), mégpedig mindenütt a subendothelialis rétegben. Itt-ott olyan tuberculumok is mutatkoznak (l. 6. ábra B), melyek csupán közvetlenül az endothel alatt ülő jellegzetes óriássejtből és azt körülvevő néhány lymphocytából és kevés erythrocytából állanak, sőt egy helyen egyetlen nagy, homokóraalakú óriássejt feküdt az endothel alatt. Néhány hasonló intima-tuberculum végül az arteria pulmonalisnak a ductusszal szomszédos részében is volt található. A pulmonalis többi része nem vétetett vizsgálat alá.

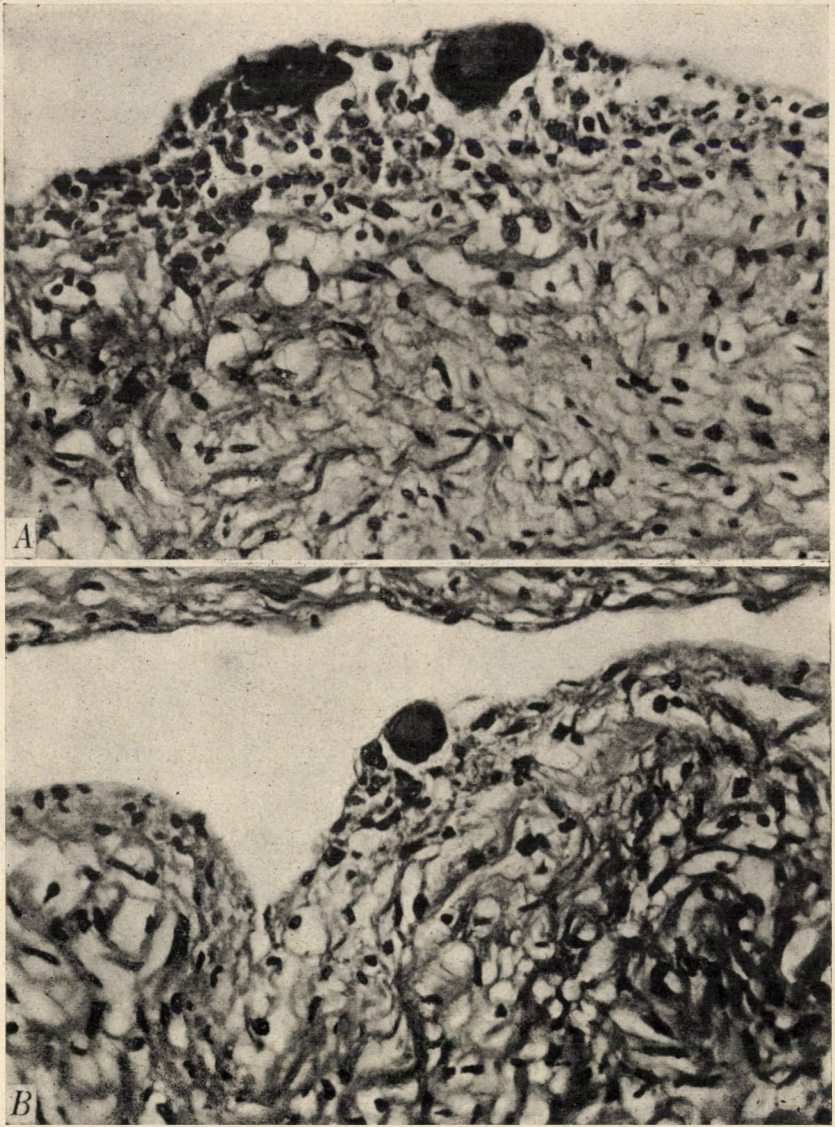
A ductus Botalli tuberculosisával kapcsolatban ezen táj elváltozását és általános jelentőségét még külön kiemelendőnek tartom. Úgy ezen, mint számos más esetben, gyermekeknél és felnőtteknél egyaránt, a ligamentum arteriosum aortalis vége körül az idegekben és erekben rendkívül gazdag periaortalis szövetben, tehát az isthmus homorulatában, apró nyirokcsomókon kívül rendszerint egy nagyobb és gyakran még néhány kisebb chromaffintestet találtam. A nagyobb chromaffintest 2 mm átmérőjű, kivételesen még nagyobb is lehet. Szerkezetében teljesen azonos a *glomus caroticum*-mal és így joggal *glomus isthmicum*-nak nevezhető. A 7. ábrán lupanagyításnál látjuk e szóbanlevő képletet, *d*-nél a ductus Botalli gümője ül, melyet a 6. ábra erősebb nagyításnál érzékeltet. *l*-nél egy kis nyirokcsomóban ülő óriássejtes tuberculum, *c*-nél pedig a sejtesen beszűrődött chromaffintest látható. *a*-nál végül egy arteria adventitiájában kicsiny





5. ábra. A ductus Botalli átmetszete az isthmus közvetlen szomszédságában. *t* = subendothelialis initialis tuberculum, *a* = a media külső sejtesen beszűrődött rétege, *b* = a media homogenizálódott, szemcsés és sejtesen beszűrődött rétege, *c* = tágult nedvcsatornák, *d* = a ductus lumene.  
Haem.-eos.-festés. (4—2.)





6. ábra. Jellegzetes tuberculomok a ductus Botalli intimájában. *A* = 2 Langhans-typusú óriássejtet tartalmazó tuberculum; az epitheloid- és lymphoidsejtek között pusztuló vörösvértestecsek is vannak. *B* = Egyetlen óriássejtből, néhány epitheloid- és lymphoidsejtből, kevés erythrocytából álló initialis tuberculum. Haem.-eos.-festés. (5—6.)



chromaffintest foglal helyet. A nagy chromaffintest fellazult septumai megvastagodottak és erősen sejtesen beszűrődtek.

A 8. sz. részletképen erősebb nagyításnál látjuk az egyik ilyen



7. ábra. Átnézeti kép a ductus Botalli aortalis végének tájáról. *i* = az isthmus harántmetszete, *d* = intima-tuberculum a ductus Botalliban, *c* = sejtesen beszűrődött chromaffintest, *l* = kicsi nyirokcsomó óriássejteket tartalmazó tuberculummal, *a* = kicsi arteria adventitiájában ülő kicsi chromaffintest. Haem.-eos.-festés. (4—2.)

septumot. A felszaporodott fiatal fibroblastok között nagyszámban láthatók lymphoidsejtek és plasmasejtek, de határozott tuberculumképződés e chromaffintest egyik metszetében sem volt észlel-

hető. Az egyik metszetben ellenben a szomszédos nyirokcsomó és az itt különösen nagy átméretű chromaffintest oly közel esnek egymáshoz, hogy a nyirokcsomó periferiáján ülő óriássejtes és sajtos közepű tuberculomot csak a sejtesen beszűrődött kettős tok választja el a chromaffintesttől.

Az isthmus adventitiájával közvetlenül határos apróbb chromaffintestek tömöttebb szerkezetűek, nagyobb septumokat nem tartalmaznak és idegekben való különös gazdagságukkal tűnnek ki. A bennük széteszló velőshüvelynélküli idegkötegek között a chromaffinsejteknél sokkal nagyobb, kevésbé differenciált dúcsejtek is találhatók. Az isthmus melletti chromaffintestek finomabb szerkezetéről más alkalommal fogok részletesebben beszámolni, itt csupán a *chromaffintest erős collateralis beszűrődését* óhajtom kidomborítani, minthogy nem tartom kizártnak, hogy éppen ezen körülmény játszhatott közre az aorta belhártyája miliaris gümőjének sajátyszerű localisatiójában.

Ismeretes, hogy WEIGERT szerint az aorta intimájának gümőit az aorta véréből az intimába befészkelődő bacillusok idézik elő, míg BENDA szerint az aortafal saját erei révén jutnak a bacillusok az intimához. Az itt ismertetett esetre nézve a WEIGERT-féle út a valószínű. A már előbb említett tény, t. i. hogy az összes gümők az 1100 metszetben kizárólag az intimában és majdnem kivétel nélkül annak subendothelialis rétegében ülnek és a mediában vagy az adventitiában egyetlen gümő sem volt található, határozottan a vasa vasorum révén létrejött intimafertőzés ellen szól. Ha tekintetbe vesszük, hogy a vasa vasorum legfinomabb végágai csak az intima belső harmadáig követhetők, továbbá hogy az intimának felszínes és mélyebb rétegeit előző dolgozataimban<sup>1</sup> ismertetett sajátyszerű csőhálózat járja át, úgy nem látunk semmi nehézséget annak felvételében, hogy miliaris tuberculosisnál, vagyis tbc-us bacteriaemiánál az aorta véréből egyes gümőbacillusok

<sup>1</sup> *Az isthmus jelentősége az embernél.* Debrecen, Tisza István Tud. Társ. XXXIX. rendes ülése, 1931. II. 20. — *A bulbus aortae és az aorta ascendens szerkezete és ennek pathologiai kihatása.* U. o. — *Die Struktur der Aorta asc. u. ihre pathologische Bedeutung.* Verhandl. d. Deutsch. Patholog. Gesellschaft 1931.





8. ábra. A tuberculoticus nyirokcsomó szomszédságában fekvő chromaffintest egyik szélesebb septuma: burjánzó fibroblastokkal, számos lymphocytával és plasmasejtekkel; *c* = chromaffinsejtfészek, *s* = lymphocytákkal és plasmasejtekkel beszűrődött septumszövet. van Gieson-festés. (4—8.)

közvetlenül az intimába hatolhassanak. Hogy az intima csőrendszere mennyire alkalmas a bacillusok megtelepedésére, illetve az általuk provokált infiltratum kifejlődésére, azt világosan érzékelteti az előbb említett, a ligamentum tölsérében ülő initialis góc, melynél az izzadmánysejtek még az intima praeformált nedvesöveiben foglalnak helyet. Az intimának, illetve endothelrétegének az aortalumen felőli permeabilitása mellett szól a migráló lymphocytáknak közvetlenül az endothel alatt való elég gyakori előfordulása, kivált pedig az endothelalatti gümőknek vörösvértestecs tartalma. A jelen esetben tehát az összes intima-tuberculumokat az aorta lumenéből közvetlenül az intimába hatolt bacillusoktól származtatom. Az ez esetben először észlelt ductus Botalli-gümő eredete, minthogy szintén az intimában foglal helyet és a ductus a gümőig még átjárható volt, hasonlóképp magyarázható. Bár a ductus falának egyes erei csaknem az intimáig hatolnak, a mediában itt sem volt egyetlen gümő felfedezhető.

Az *isthmus aortae szerepére* vonatkozó idézett vizsgálatom szerint az isthmus az aorta szomszédos részeitől eltérő, önálló szerkezettel bír, amennyiben rugalmas alaplemezei jóval kevesebb számúak és kevésbé szabályosak, mint az aorta csatlakozó részeiben és másrészt izomelemekben és kötőszövetben is gazdagabb. Ezen eltérő szerkezet kétségkívül sajátos functiót feltételez, ami elsősorban abban áll, hogy az isthmus összehúzódásával, illetve tonusával szabályozza a test felső és alsó részének vérrel való ellátását. Az isthmus közvetlen szomszédságában kimutatott aránylag nagy chromaffintest közvetlen endokrin úton vagy az idegek közvetítésével kétségkívül befolyással van az *isthmus tonusára* és ennél fogva lehetségesnek tartom, hogy az initialis belhártyagümők igen nagy számának az arcusra és az isthmusra való szorítóközése a jelen esetben összefügg a szomszédos nagy chromaffintest nagyfokú sejtes beszűródésével. A megfelelő aortaszakasz tonusának megváltozása, nevezetesen csökkenése elősegítheti az endothel, illetve az intima felduzzadását és ezáltal fokozhatja annak bacillusok iránti permeabilitását. Az aorta szóbanforgó szakaszában talált erőbben tapadó véralvadék is a belhártya előzetes fellazulására enged következtetni. Már annak-

idején, az isthmus funkciójával kapcsolatban reámutattam arra, hogy az isthmus atherosisa és atherosclerosisa izolált formában is előfordul. A jelen vizsgálat pedig arra utal, hogy az isthmus egyéb kóros folyamataiban is az aorta többi részétől eltérően viselkedhetik.



(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. jún. 1-én tartott üléséből.)

# MILIARE TUBERKULOSE DER INTIMA DES ARCUS UND DES ISTHMUS AORTAE, FERNER DES DUCTUS BOTALLI.

Von korresp. Mitgl. F. ORSÓS.

Nach kurzer Übersicht des Schrifttums teilt Verfasser den makro- und mikroskopischen Befund der im Titel genannten Gefässabschnitte eines an Miliartuberkulose und tuberkulöser Meningitis zugrundegegangenen 4 $\frac{1}{2}$  Monate alten Kindes mit. Obzwar das Blut sonst flüssig war, sass in dem *Aortenbogen* und *Isthmus* ein lockeres Gerinnsel und an der leicht imbibierten Innenfläche zeigten sich zahlreiche streusandkorngrösse und kaum etwas grössere, durchscheinende, bläschenartige Knötchen. Histologisch erwiesen sich die Knötchen als charakteristische initiale *Intimatuberkel*. Die kleinsten dieser bestanden aus wenigen epitheloiden Zellen, Lymphozyten und Plasmazellen. In den grösseren waren auch, zuweilen mehrere, charakteristische Riesenzellen vom Langhans'schen Typ vorhanden. Sämtliche Tuberkel sassen ausschliesslich in der Intima, die Media erwies sich gänzlich frei von solchen. Vollkommen ähnliche Tuberkel waren auch in dem nur an seinem distalen Ende geschlossenen *Ductus Botalli* vorhanden und wenige auch in dem sich anschliessenden Teil der Arteria pulmonalis. Auch hier sassen alle Knötchen subendothelial in der Intima selbst. Am geschlossenen Ende des Ductus zeigte sich in der Nähe der spezifischen Wucherung mucoide Durchtränkung und Kernzerfall der Media.

Die Entstehung der Intimatuberkel leitet Verf. auf direktes Eindringen der Bazillen des Aortenblutes in die Intima ab. Die Annahme dieser Permeabilität wird durch das Vorhandensein

von in die Intima eingedrungenen Erythrozyten und migrierenden Lymphozyten belegt, ferner durch die Röhrenstruktur der Intima und der muskuloelastischen Schicht der Aorta, welche Verf. in früheren Arbeiten schon bekannt gab.<sup>1</sup> Gleichzeitig wird auch die reaktive Veränderung eines in der Nähe des distalen Ductusendes ständig vorkommenden *chromaffinen Körpers (Glomus Isthmicum)* beschrieben. Das dem Glomus anliegende Lymphknötchen barg verkäsende Tuberkel in sich. Der Glomus selbst zeigte sich zellig stark infiltriert. Es scheint ein Zusammenhang zu bestehen zwischen dieser Veränderung des Glomus Isthmicum und der Lokalisation der miliaren Intimatuberkulose auf die genannten Gefäßabschnitte. Die Herabsetzung des Tonus der Aortenwand im Gebiet des Bogens und des Isthmus befördert die Auflockerung der Intima und das Eindringen der Bazillen.

---

<sup>1</sup> *Über die Bedeutung des Isthmus Aortae beim Menschen.* Wissenschaftl. Stefan Tisza Gesellschaft in Debrecen, 20. II. 1931. — *Die Struktur der Aorta Ascendens und ihre pathologische Bedeutung.* Verhandl. d. Deutsch. Patholog. Gesellsch. 1931.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

# DÉSAKNA NÉHÁNY ÁSVÁNYÁRÓL.<sup>1</sup>

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

*Désakna* ásványai közül eddig részletesebben csak a *kőso* ismeretes.<sup>2</sup>

Újabban e kevéssé feldolgozott lelőhelyről néhány, erről az előfordulásról ismeretlen ásványt, éspedig *pirit*, *kvarc*, *dolomit* és *analcim* kristályokat volt alkalmam behatóbban megvizsgálni.

Az említett ásványokat néhai FRANZENAU ÁGOSTON gyűjtötte. Sajnos, a lelőhelyre vonatkozólag — Désakna megjelölésén kívül — közelebbi adatok hiányzanak. Valószínűleg a területen fellépő tufák-ból származnak.

## **Pirit.**

Egy majdnem 0·5 mm nagyságú pirit-kristályra négy, az előbbinél jóval kisebb kristályka nőtt. A kristályok egyszerűek ; egyetlen alakjuk a hexaeder. Lapjaik igen erősen rostozottak.

## **Kvarc.**

A désaknai kvarc kristályai víztiszták, teljesen átlátszóak, igen élénk fényűek. Mindkét végükön terminális lapok fejlődtek ki. Méretük változó : 0·10—0·75 mm.

---

<sup>1</sup> A Kir. József Műegyetem ásvány-földtani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> КОСН А.: A deésaknai legújabb krystálysó előjveteléről. Földtani Közlöny. 1874. IV. p. 301.

ЛОЦКА J.: Ásványelemzések. Földtani Közlöny. 1891. XXI. p. 353.

КОСН S.: Valentinit és orientált baryt Felsőbányáról és kőso Deésaknáról. Földtani Közlöny. 1923. LIII. p. 84.

A kristályok kombinációjában mindössze az alábbi három alak vesz részt :

$$\begin{aligned} m & \{10\bar{1}0\} \\ r & \{10\bar{1}1\} \\ z & \{01\bar{1}1\} \end{aligned}$$

A prizma-lapok símák vagy vízszintesen igen finoman rostozottak.

A pozitív és negatív romboederek — a kristályok kicsinysége miatt — egymástól nem különböztethetők meg. Azokon a kristályokon, melyeken a két forma eltérő nagyságú lapokkal alakult ki, a nagyobbra fejlődöttet pozitív állásúnak vettem. A romboederlapok símák, reflexük igen jó.

A mért és számított<sup>1</sup> szögadatok a következők :

	mért	számított
$m : m = (10\bar{1}0) : (01\bar{1}0) =$	$59^{\circ}59'$	$60^{\circ}$ —
$: r = \quad : (10\bar{1}1) =$	$38^{\circ}12'$	$38^{\circ}13'$
$: z = \quad : (10\bar{1}\bar{1}) =$		
$r : z = (10\bar{1}1) : (\bar{1}011) =$	$103^{\circ}38'$	$103^{\circ}34'$

A megvizsgált kristályok között leggyakoribbak az olyan kifejlesztések, melyeknél az egyik, pozitívnak vett romboeder erősebben fejlett, mint a másik. Ezek a kristályok olykor egy prizma-lappár szerint ellapultak s ekkor e prizma-lapokhoz tartozó + és — romboederek egymással vízszintes élekben is metsződnek (1. ábra a).

A kisebb (0·10—0·25 mm) kristályoknál igen gyakran megfigyelhető, hogy a két romboeder lapjai egymással egyensúlyban alakultak ki (1. ábra b).

Olykor felismerhetők olyan kristályok is, melyek teljesen a «mármárosi gyémántok» habitusát tünteti fel (1. ábra c). A pozitív és negatív romboederek közel egyenlő nagyságúak, a prizma-lapok keskenyek.

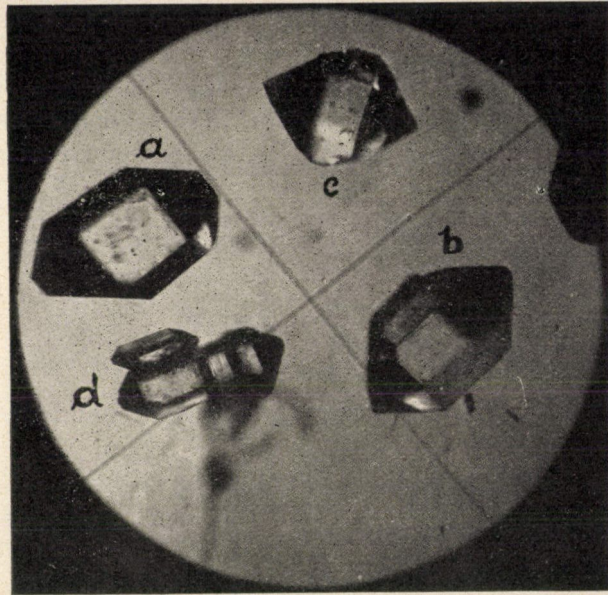
A désaknai kvarc kristályai ritkán alkotnak párhuzamos

<sup>1</sup> J. S. Dana: A system of mineralogy. — New-York. 1892. p. 84.



összenövéseket. Igen nagy ritkaságképpen találunk néhány jogaszerűen összenőtt kristályt. Ezek három vagy négy egyénből állanak. Az alsó és felső egyén habitusa többnyire egymástól eltérő (1. ábra d).

A tanulmányozott kristályok között egy olyan is fordult elő, melyet — fenntartással ugyan, de igen nagy valószínűséggel —



1. ábra.

japán ikertörvény szerint alakult ikerkristálynak minősíthetünk. Több, le nem küzdhető akadály miatt, melyek nagy részét a kristály kicsinyége okozott, az ikertörvényt mérésekkel is igazolni nem sikerült.

### Dolomit.

Désaknán a dolomit igen apró kristálykákban fordul elő. A kristályok általában 0·10 mm nagyságúak. Víziszták, átlátszók. Egyetlen kristályalak, az  $r\{10\bar{1}1\}$  határozható meg rajtuk. A kristálylapok enyhén görbültek.

Egy 0·25 mm nagyságú kristályon mért szögadat a következő:

$$r:r = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = \begin{array}{cc} \text{mért} & \text{számított}^1, 2 \\ 73^\circ 55' & 73^\circ 45' \end{array}$$

A kristályok kémiai vizsgálata szintén dolomitra utalt.

### Analcim.

Az analcim kristályok 0·25—0·50 mm nagyságúak. Részben színtelenek és áttetszők, részben fehérek és át nem látszók. Üveg-fényűek. Egyetlen kristályforma fellépése állapítható meg rajtuk és ez az  $n\{211\}$ . A kristálylapok símák, reflexük igen jó.

A mért és számított szögadatok a következők:

	mért	számított
$(211):(2\bar{1}1) =$	$48^\circ 24'$	$48^\circ 11' 24''$
$:(12\bar{1}) =$	$60^\circ$	$60^\circ$
$:(1\bar{1}2) =$	$60^\circ$	$60^\circ$
$:(11\bar{2}) =$	$80^\circ 23' 30''$	$80^\circ 24' 21''$
$:(\bar{2}11) =$	$131^\circ 31'$	$131^\circ 58' 30''$

A désaknai analcim vékony csiszolatain jól felismerhetők az  $a\{100\}$  szerinti hasadás nyomai. A kristályok optikailag anomális viselkedésűek, nem tökéletesen izotropok. Az anomális optikai sajátság általában jellemző az analcim fennött kristályaira. A désaknai analcim szintén fennött kristályokban fordul elő.

\*

A vizsgálati anyag szíves átengedéséért dr. ZIMÁNYI KÁROLY úrnak, a Magy. Nemzeti Múzeum ásványtára igazgatójának e helyen fejezem ki őszinte köszönetemet.

<sup>1</sup> J. S. DANA: A system of mineralogy. — New-York. 1892. p. 272.

<sup>2</sup> A dolomit hasadási romboederének szöge  $73^\circ 14'—74^\circ 01'$  között változik (C. HINTZE: Handbuch der Mineralogie. 1927. I. Bd. 37. Lief. p. 3252.)

## EINIGE MINERALIEN VON DÉSAKNA.

Von L. TOKODY.

Die von *Désakna* (Komitat Szolnok-Doboka, Ungarn) untersuchten Mineralien sind *Pyrit*, *Quarz*, *Dolomit* und *Analcim*. Nähere Fundortsangaben fehlen. Die Kristalle kommen mit grösster Wahrscheinlichkeit in den Tufen vor.

Der *Pyrit* bildet kleine (höchstens 0·50 mm grosse), gestreifte Hexaedern.

Die an den beiden Enden ausgebildeten, 0·10—0·75 mm grossen *Quarzkristalle* sind wasserhell, durchsichtig und zeigten die Formen :

$$\begin{array}{l} m \{10\bar{1}0\} \\ r \{10\bar{1}1\} \\ z \{01\bar{1}1\} \end{array}$$

Die Prismenflächen sind entweder glatt oder horizontal fein gestreift. Die Rhomboedern besitzen glatte und glänzende Flächen. Bei der Mehrheit der Kristalle ist der positiv bezeichnete Rhomboeder stärker ausgebildet, als der negative. Nicht selten treten beide Formen in Gleichgewicht auf. Einige Kristalle erinnern an den Habitus des Mähraroser Diamanten.

Parallele Zusammenwachsungen sind selten. Als grösste Seltenheit können wir aus drei oder vier Individuen zusammengesetzten Scepter-*Quarzkristalle* finden.

Unter den untersuchten *Quarzkristallen* wurde ein — mit grösster Wahrscheinlichkeit — nach dem Japanischen-Gesetz gebildeten *Zwilling* beobachtet.

Die 0·10—0·25 mm grosse *Dolomitkristalle* mit schwach

gekrümmten Flächen der Form  $r\{1011\}$  sind wasserhell und durchsichtig.

Der *Analcim* kommt in 0·25—0·50 mm grossen, wasserhellen, durchscheinenden oder weissen, undurchsichtigen, glasglänzenden Kristallen vor. Die einzige Form ist  $n\{211\}$ . Die Kristallflächen sind glatt und glänzend. U. d. M. im Dünnschliffe können wir die Spuren der hexaedrischen Spaltbarkeit und auf den aufgewachsenen Analcimkristalle charakteristische optische Anomalität, besonders Anisotropie wahrnehmen.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 1. Juni 1931.)

## A PIRIT MORFOLÓGIÁJA.

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

— ZIMÁNYI KÁROLY közreműködésével. —

A mult század első negyedétől kezdve az ásványtani vizsgálatok nagy része különböző ásványfajok kristály-geometriai tanulmányozása és leírása volt. Az ily tárgyú és irányú dolgozatokban vagy csak egyes lelethelyek ásványait vagy bizonyos ásványok előfordulásait ismertették kristály-geometriai szempontból. Az újabb kutatások az ásványok fizika-kémiai sajátosságainak kiderítésére törekedtek. Ezek közül különösen kiemelkedők P. NIGGLI megállapításai a kristályszerkezet és atomfelépítésről (50),<sup>1</sup> valamint V. M. GOLDSCHMIDT közleményei az elemek geokémiai eloszlásáról (18).

Mióta a röntgenometriai vizsgálatok oly széles mederben megindultak és oly gyümölcsöző módon kiderítették azokat a kapcsolatokat, melyek az ásványok belső szerkezete és a fizikai-kémiai sajátosságok között fennállnak, úgy látszott, hogy a *tisztán* morfológiai kutatások háttérbe fognak szorulni. S ekkor jelölte meg NIGGLI a kristály-morfologia új célját: a morfológia és a belső szerkezet kapcsolatának a kiderítését (52). NIGGLI szerint «Zu keiner Zeit ist das Bedürfnis nach eingehender Kenntnis der äusseren morphologischen Verhältnisse ein so grosses gewesen wie heute.» «Wollen wir die Struktur mit den Wachstumseigenschaften in Beziehung setzen, so müssen wir nicht nur über die innerstrukturellen, sondern auch über die äusserlich morphologischen Gesetzmässigkeiten völlig orientiert sein.» — Ugyancsak a

---

<sup>1</sup> A zárójelbe tett számok az irodalom megfelelő adataira vonatkoznak.

morfologiai kutatások fontosságát hangsúlyozza V. GOLDSCHMIDT akkor, midőn kijelenti, hogy a növekedési- és oldási-, valamint a formarendszerek tanulmányozása a morfológia feladata s ez semmi-vel sem kisebb jelentőségű, mint a belső szerkezet vizsgálata (17).

A szerkezeti kutatások nem zárulhatnak le azzal, hogy az egyes atomok helyzetét megadják. Szükséges, hogy a tércsoport pontos meghatározása az összetartozó koordináta-értékek, a ponthelyzetek száma, szabadságfoka, a szimmetria-követelmények leszögezése, az elemi paralelepipedonban foglalt molekulák számának megállapítása alapján a szerkezet meghatározását tökéletessé tegyék (48). A szerkezet ismerete sem elégséges azonban az ásvány ismeretéhez. Az egyéb fizikai és kémiai sajátságok mellett semmiképpen sem mellőzhetők a morfológiai adatok: az ásvány kristályalakjai, azoknak számszerinti előfordulása általában és lelőhely szerint, kifejlődésük, nagyságuk (Tracht) és végül a habitust meghatározó kombinációk. Az ásványok szerkezeti és morfológiai tulajdonságainak együttes ismerete vezet az analitikai-morfológiai vizsgálatok segélyével az ásványvilágot uraló általános — még ma is sok tekintetben homályba burkolt — törvényszerűségek és alaptörvények felismerésére.

A fenti követelmények kielégítésére irányul újabban az a törekvés, amely egyes ásványok monografikus feldolgozását tűzte ki céljául (58, 59, 71, 72, 7, 1, 38, 39, 66, 42, 62, 63, 46, 20, 21).

Természetes, hogy a nem nagy elterjedésű, továbbá formákban és kombinációkban szegény ásványfajok morfológiai bélyegeinek összeállítása sokkal könnyebb feladat, mint az ubiquista, forma- és kombináció-gazdag ásványoké. Kristály-geometriai vizsgálatokra azonban éppen az utóbbiak a legalkalmasabbak, mert ezeknél találjuk egyuttal a legérdekesebb övviszonyokat. Az egyes ásványok formáinak és a rájuk vonatkozó ábrák összeállítását megtaláljuk ugyan V. GOLDSCHMIDT «Atlas d. Krystallformen» c. hatalmas munkájában, de mivel e kiváló munka a kristályalakokon kívül csak a dolgozatokban közölt ábrák reprodukciójára szorítkozik, a rajzban fel nem tüntetett kombinációkról és lelőhelyekről belőle nem kapunk felvilágosítást.

Érdekesnek és hasznosnak látszott, hogy egy olyan nagy mértékben elterjedt, olyan forma-gazdag és kombináció-dús ásvány-

nak, mint a *pirit*, kristályalakjait, előfordulási helyeit és — lehetőség szerint — teljes irodalmát összeállítsuk. Ez a munkánk a pirit néhány általános sajátságának felismerésére vezetett. Ezekről számolunk be az alábbi összefoglalásban.

Amiként ismeretes, a pirit szerkezetében az *Fe* és *S*<sub>2</sub> oly módon helyezkednek el, mint a kőszónál a *Na* és a *Cl* (8, 12, 47, 3, 53, 56). *Fe* 000,  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ ,  $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ , *S*<sub>2</sub>  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ,  $00\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}00$ ,  $0\frac{1}{2}0$ . Az *S*-atomok súlypontjai trigyrekben fekszenek s az egyes *S*-atomok koordinátái:  $(\frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}-x, \frac{1}{2}-x)$   $(\frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}+x, \frac{1}{2}+x)$   $(x, \frac{1}{2}-x, 1-x)$   $(x, 1-x, \frac{1}{2}+x)$   $(\frac{1}{2}-x, 1-x, x)$   $(\frac{1}{2}+x, x, 1-x)$   $(1-x, x, \frac{1}{2}-x)$   $(1-x, \frac{1}{2}+x, x)$ .  $x = \frac{11}{100} \sim \frac{1}{9}$ .

A kongsbergi piriten újabban eszközölt precíziós mérések szerint (57)  $a=5\cdot414\pm 0\cdot003$ . V. M. GOLDSCHMIDT szerint a pirit szerkezete kristály-kémiai vonatkozásban egy olyan morfortrop sor tagja, melyet következőkép vázolhatunk: rutil—pirit—molekularácsszerkezet (19). Ez a szerkezet — miként látni fogjuk — nagy befolyással van a kristályalakok és övek kialakulására.

A pirit kristályalakjainak száma igen nagy s az újabb és újabb vizsgálatok folytán mindig növekszik. Ezt legjobban az alábbi táblázat (78) tünteti fel.

Szerző neve	Év	Alakok száma
STRÜVER .....	1869	54
HELMHACKER .....	1876	66
GOLDSCHMIDT .....	1890	81
DANA .....	1892	85
GOLDSCHMIDT .....	1897	67
HINTZE .....	1904	87
ZIMÁNYI .....	1912	196
GOLDSCHMIDT .....	1920	189
PARKER—KENNEDY (60) ....	1929	189

Jelen összeállítás szerint a pirit eddig (1930 év végéig) megfigyelt kristályalakjainak száma: 459. Megjegyzendő, hogy ebben a számban úgy a pozitív és negatív pentagondodekaederek, mint a pozitív és negatív diakiszdodekaederek különválasztva, önálló formaként szerepelnek, továbbá minden eddig észlelt forma, legyen az biztos, bizonytalan vagy vicinális, benne foglaltatik.



A 459 kristályalak a következőkép oszlik meg:

	Biztos	Bizonytalan és vicinális
Hexaeder .....	1	—
Rombdodekaeder .....	1	—
Oktaeder .....	1	—
+ pentagondodekaeder .....	56	84
— pentagondodekaeder .....	17	2
Triakiszoktaeder .....	17	6
Ikozitetraeder .....	30	29
+ diakiszdodekaeder .....	95	85
— diakiszdodekaeder .....	20	15
	<u>238</u>	<u>221</u>
	459	

Miként látjuk a bizonytalan alakok száma a biztosakét csaknem eléri, ez a szám azonban magában foglalja a vicinális alakokat is. A biztos és bizonytalan alakok megkülönböztetése sokszor igen nehéz, mivel a dolgozatokban olykor a bizonytalan-vicinális alakok fellépéséről, lapjaik kialakulásáról a mérési adatokon kívül semmit sem találunk. Vannak a bizonytalan alakok között elég egyszerű jelűek is, mint például: {551}, {883}, {10·1·1}, {811}, {922}, {843}, {653}, {765} stb., melyek nagy valószínűséggel újabb vizsgálatoknál más lelethelyeken biztosaknak fognak bizonyulni.

Valamely ásvány kristályformáinak statisztikai vizsgálatánál igen kitűnő szolgálatot tesznek a NIGGLI-től bevezetett perzisztencia értékek (51, 52), nevezetesen a kombinációs- és lelőhely-perzisztencia.

A pirit összefoglaló morfológiai vizsgálatánál azonban a fenti értékek szigorúan keresztülvitt alkalmazása több körülményből kifolyólag leküzdhetetlen nehézségekbe ütközik és inkább csak közelítő meghatározásokra vezethet.

A kombinációs perzisztencia számítása teljesen hamis képet adna. A piritre vonatkozó igen nagy számú közlemény legtöbb szerzője ugyanis nem közli mindenkor a megfigyelt kristályok számát s ha azt meg is adja, igen gyakran mellőzi a kombinációk teljes felsorolását. Ezt a hiányt pótolnák a kristályrajzok, de — természet-

szerűleg — minden megvizsgált kristályról nincs rajz s a közölt rajzokban — ugyancsak érthető módon — nem mindenkor van feltüntetve az illető kristályon megfigyelt összes alak. Így tehát a kombinációs perzisztencia számítása a pirit esetében a jelenlegi körülmények között többé-kevésbé céltalannak látszik. A kombinációs perzisztencia jelentősége pedig igen nagy, mert nemcsak a kombinációk kialakulásáról ad felvilágosítást, de lehetővé teszi valamely ásványfaj *általános* típusának, habitusának meghatározását is, miként az több ásvány esetében sikerült is (71, 72, 13).

A kombinációk áttekintése arra az eredményre vezet, hogy a piritnél három, esetleg négy alak jelölhető meg mint karakterisztikus vezető forma és pedig  $a\{100\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $e\{210\}$ , esetleg  $s\{321\}$ , melyek egyszersmind — az utolsó kivételével — főnövekedési alakok is. E négy alak körül és az általuk meghatározott övekben találjuk a legtöbb formát. Az említetteken kívül még igen gyakran szerepelnek az  $n\{211\}$ ,  $p\{221\}$ ,  $t\{421\}$ .

A pirit általános kombinációjára vonatkozó megállapításokat megerősítik a lelőhely perzisztencia adatai is. A pirit esetében a lelőhely perzisztencia sem vezet abszolút értékekre. Ismerünk ugyan bőségesen olyan lelőhelyeket, melyek a legrésztetesebben fel vannak dolgozva, viszont sokkal nagyobb azoknak a lelőhelyeknek a száma, melyekről beható kristálytani vizsgálatok hiányzanak s minden adat a piriten közismert és nagyon gyakori alaknak: az  $a\{100\}$ ,  $o\{111\}$  vagy  $e\{210\}$  felemlítésére szorítkozik. Tény, hogy az  $a\{100\}$ ,  $o\{111\}$  és  $e\{210\}$  alakokat feltüntető kristályoknak lelőhelyei jelentékenyen nagyobb számmal ismeretesek és így a lelőhely perzisztencia értékeit egyoldalúlag erősen befolyásolják.

A lelőhelyek és az ott szereplő kristályalakok áttekintéséből mégis néhány, a valóságot elég jól megközelítő adat birtokába juthatunk. NIGGLI nomenklaturáját (52) elfogadva, megállapíthatjuk, hogy a

karakterisztikus vezető formák	$a\{100\}$ ,	$e\{210\}$ ,	$o\{111\}$ ,	$s\{321\}$ ,		
«	mellék	«	$n\{211\}$ ,	$p\{221\}$ ,	$t\{421\}$ ,	
«	speciális	«	$d\{110\}$ ,	$m\{311\}$ ,	$h\{410\}$ ,	$f\{310\}$ ,
			$g\{320\}$ ,	$q\{430\}$ ,	$v\{650\}$ ,	

karakterisztikus kiegészítő formák  $\Sigma \{532\}$ ,  $Z \{531\}$ ,  $e' \{120\}$ ,  
 «            individuális   «   főleg + pentagondodekaederek  
                                           és + diakiszdodekaederek.

A pirit alakjai között leggyakoribb s karakterisztikus vezető formáknak minősíthető  $a \{100\}$ ,  $e \{210\}$ ,  $o \{111\}$ ,  $s \{321\}$  általában véve nagy lapokkal szerepelnek. Öveik  $[100:010=001]$ ,  $[100:111=0\bar{1}1]$ ,  $[210:111=1\bar{2}1]$  és  $[210:001=1\bar{2}0]$  igen nagy jelentőségűek. Magukba foglalják a pirit legnagyobb számmal szereplő kristályalakjait: a pentagondodekaedereket, ikozitetraedereket és diakiszdodekaedereket. Szerkezeti szempontból is kitérnek. Rajtuk találjuk az  $Fe$  és  $S_2$  súlypontokat a legnagyobb számmal. Strukturális tekintetben különösen kiválik az  $[100:010=001]$  öv, melyhez csatlakozik a  $[210:001=1\bar{2}0]$ . Ezek a pirit főnövekedési zónái s egyben az  $Fe$  és  $S_2$  súlypontok legrövidebb összeköttetési irányai. Az említett három (négy) forma tehát morfológiailag és szerkezetiileg is jelentős. Ennek megfelelően perzisztencia fokuk magas és nagy lapokkal alakulnak ki. GOLDSCHMIDT szerint a forma gyakorisága és lapjainak nagysága egymással összefügg (16) — gyakori formák lapjai nagyra fejlődnek — s ez a törvényszerűség a pirit említett alakjaira teljes mértékben érvényes. NIGGLI szerint (55) nem a rácsból, de a rácsirányok megterhelési viszonyai határozzák meg a külső, morfológiai sajátosságokat, ami — miként láttuk — a pirit esetében is felismerhető.

Az  $a \{100\}$ ,  $o \{111\}$ ,  $e \{210\}$  felülete igen gyakran rostozott és pedig az  $a \{100\}$  az  $[100:010=001]$  és  $[100:111=0\bar{1}1]$  öv, az  $e \{210\}$  az  $[100:010:001]$ , az  $o \{111\}$  a  $\{210:111=1\bar{2}1\}$  vagy  $[100:111=0\bar{1}1]$  övek irányában. Ha a kombináció egyszerűbb, akkor az  $a \{100\}$  és  $e \{210\}$  formák — CHUDOBA megkülönböztetése szerint (9) — kombinációs rostozottságot mutatnak a két alaknak alternáló fellépése következtében. Ugyanez állapítható meg az  $a \{100\}$ ,  $n \{211\}$  és  $o \{111\}$  esetében is. Ezzel szemben az  $a \{100\}$ ,  $e \{210\}$ ,  $o \{111\}$  lapjain a  $[001]$ ,  $[1\bar{2}1]$  és  $[0\bar{1}1]$  övekben öv-rostozottság észlelhető az egy zónában szereplő sok lap következtében.

Jellemzőnek mondható, hogy az  $a \{100\}$ ,  $o \{111\}$ ,  $e \{210\}$  az esetek legnagyobb részében teljes lapszámmal jelennek meg.

Feltűnő sajátosság a diakiszdodekaederek nagy száma (=215)

és pedig a pozitív állásúak jelentékenyebb mennyiségben szerepelnek ( $=180$ ), mint a negatív helyzetűek ( $=35$ ). A gyakorta szereplő diploederek általában két övbe, nevezetesen a  $[210:111=1\bar{2}1]$  és  $[210:001=1\bar{2}0]$  zónákba tartoznak. Olyan diakiszdodekaederek, melyek övekbe nem helyezhetők, ritkák.

A pentagondodekaederek sorában — éppúgy, mint a diploederek esetében — a pozitívnak vett alakok nagyobb számmal ismeretesek ( $=140$ ), mint a negatív állásúak ( $=35$ ). Ez a jelenség a szerkezet következménye, miként TERTSCH kimutatta (68); a  $\Delta$ -értékek (49) a negatív formákra nagyobbak, mint a pozitívokra. A pozitív alakok (100)-tól (210)-ig nagyobb számmal szerepelnek, mint (210)-tól (110)-ig. Ugyanígy a negatív pentagondodekaedereknél: (110)-tól (120)-ig jelentékenyebben több állapítható meg, mint (120)-tól (010)-ig.

Igen gyakoriak a deltoidokozitetraederek ( $=59$ ). Ezek között különösen gyakori a többnyire nagy lapokkal megjelenő  $n\{211\}$ .

Feltűnő a triakiszoktaederek csekély száma ( $=23$ ) és lapjaiknak alárendelt fejlettsége. E jelenség magyarázatát a szerkezet adja meg: a triakiszoktaederek atomoktól jelentősen meg nem terhelt formák és atomoktól sűrűn borított rácsirányokat sem foglalnak magukba.

A piritre vonatkozólag nagyon jellemző sajátság a vicinális formák fellépése.

A pirit — és általában a vicinális alakokról más helyen részletesen megemlékeztünk (ZIMÁNYI 79, TOKODY 14), itt tehát csak néhány sajátságukra óhajtunk rámutatni.

A vicinális formák megítélésénél a különböző szerzők fel fogása nem egységes, mert mibenlétükről és kialakulási módjukról ma is hiányzik az egyértelmű magyarázat (5, 43, 15, 75, 73, 45, 2, 6, 3, 41, 49, 67, 81, 36, 37). A piriten általában nagy számmal jelennek meg mint legelső oldási lapok. Fellépésük a biztos és bizonytalan formák kifejlődésének határterületére esik s ezért azonosíthatók gyakran egyszerűbb indexű alakokkal. A kristályszerkezettel való összefüggésük kétségtelen s ebből a szempontból jellemző rájuk a csekély atom-megterhelés és a kis rács-távolság; továbbá igen valószínű, hogy keletkezésük a szerkezeti átmeneti rétegben, a telítetlen hálósíkok rétegében történik.

A magas indexű formák — melyek esetleg egyszerűbb jelű alakokkal lehetnének azonosíthatók — nem mindenkor vicinális formák. Így pl. a piriten a  $h$  {13.7.1} vagy az  $\varepsilon$  {10.3.0} nagy, domináló lapokkal is megjelenhet. ZIMÁNYI szerint (79) az ilyen alakokat «megbízható mérések alapján önállóknak kell elfogadnunk, különösen akkor, ha a kristályon megállapítható két öv metszésében fekszenek.» TOKODY szerint (14) a vicinális alakoknak a kristályformák között való felsorolása fontos, mert egyrészt valamely ásvány vicinális formák képzésére való hajlandóságáról nyújtanak felvilágosítást, másrészt fellépésük valamely lelőhely ásványán arra az előfordulásra jellemző lehet.

A pirit vicinális formái általában három övben, nevezetesen az [100:010=001], a [210:111=1 $\bar{2}$ 1] és az [100:111=0 $\bar{1}$ 1] zónákban gyakoriak.

Az [100:010=001] öv vicinális alakjai pozitív pentagondodekaederek. Ezek különösen két alak és pedig az  $a$  {100} és  $e$  {210} környékén lépnek fel gyakrabban. A vicinális negatív pentagondodekaederek száma jelentéktelen.

A [210:111=1 $\bar{2}$ 1] övben a  $h+l=2k$  indexnek megfelelő vicinális pozitív diakiszdodekaederek gyakoriak. Negatívok igen ritkák. Feltűnő, hogy a piritnél oly fontos övben, mint a [210:001=1 $\bar{2}$ 0], melyek szintén jelentős számú diakiszdodekaeder fellépése tüntet ki, a vicinális alakok száma csekély.

Az [100:111=0 $\bar{1}$ 1] övben az ikozitetraederek vicinális formáit találjuk.

Az egyes alakok sokasága a piritet az övviszonyok behatóbb tanulmányozására kiválóan alkalmassá teszik. A következőkben csupán a főalakokból meghatározott néhány különösen lapdús övet ismertetünk röviden a *biztos* formák alapján.

[100:010=001] öv. A piritnek ezen egyik leglapdúsabb övén 75 alaknak 300 lapja fekszik. Ennek az övnek csupán 45° hosszúságú [100:110] részén 56 pozitív pentagondodekaeder fekszik, ellenben a szomszédos [110:010] részén csak 17 negatív alak. A kérdéses pozitív alakok száma még sokkal több (=84), míg a bizonytalan negatívoké csak kettő. Az oly jellemző és közönséges  $e$  {210}-n kívül még gyakoriabbak a  $h$  {410},  $f$  {310},  $g$  {320},  $\vartheta$  {430},  $D$  {540},  $\nu$  {650}, amelyek közül különösen  $g$  {320},  $\vartheta$  {430},

$\nu\{650\}$  többször nemcsak jól fejlett, nagyobb lapokkal, de uralkodóan is fellépnek. A negatív alakok közül  $e'\{120\}$  a leggyakoribb, ez után még  $g'\{230\}$  következnek.

[210: 001=120] *öv*. Ennek az övnek [210: 211] 24°06' ívnagyságú szakaszán 11 pozitív diakiszdodekaeder lapja fekszik, amelyek közül csak  $t\{421\}$  gyakori s a lapok túlnyomó része  $e\{210\}$  és  $t\{421\}$  között található. Az övnek következő, valamivel rövidebb [211: 212] 17°43' ívhosszúságú részén hat negatív diakiszdodekaeder lap van, ezek: (634), (423), (10. 5. 8), (635), (10. 5. 9) és (20. 10. 13), amelyek az  $M'\{342\}$  kivételével csak egy-egy lelőhelyről ismeretesek eddig. Végül az övnek [212: 001] szakaszán ismét 11 pozitív diakiszdodekaeder ismerhető fel, amelyek közül  $s\{213\}$  és  $t\{214\}$  a pirit közönséges alakjai, az utóbbinak (421) lapjával már az öv először említett részén találkoztunk.

A [210: 001=120] övön tehát 31 alaknak 32 lapja fekszik, melyek között a piritnek gyakori alakjaihoz tartozik az  $a\{100\}$ ,  $e\{210\}$ ,  $n\{211\}$ ,  $p\{221\}$ ,  $s\{321\}$ ,  $t\{421\}$ , a többi diakiszdodekaeder nem gyakori. A lapok sorrendje a következő: (210), (16. 8. 1), (12. 6. 1), (10. 5. 1), (18. 9. 2), (841), (631), (10. 5. 2), (24. 12. 5), (421), (632), (10. 5. 4), (211), (634), (423), (10. 5. 8), (635), (10. 5. 9), (20. 10. 13), (212), (10. 5. 11), (425), (638), (10. 5. 14), (213), (6. 3. 10), (10. 5. 18), (214), (429), (216), (217).

[210: 111=121] *öv*. Egyike a leglapdúsabb öveknek, rajta 41 alaknak 86 egyes lapja fekszik. Az alakok  $e\{210\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $e'\{120\}$ ,  $m\{311\}$ ,  $d\{110\}$ , ezeken kívül pozitív és negatív diakiszdodekaederek. Legsűrűbben sorakoznak a lapok az öv [210: 111] 39°14' ívnagyságú részén, amelyen 24 pozitív diakiszdodekaeder egy-egy lapja található. A lapok sorrendje a következő: (17. 9. 1), (13. 7. 1), (951), (741), (531), (13. 8. 3), (852), (19. 12. 5), (14. 9. 4), (321), (753), (10. 7. 4), (11. 8. 5), (15. 11. 7), (432), (975), (14. 11. 8), (543), (11. 9. 7), (654), (13. 11. 9), (876), (987), (12. 11. 10), (111), (456), (345), (234), (123), (012), (137), (125), (113), (214), (7. 3. 13), (529), (315), (416), (517), (101), (412), (311), (832), (521), (210). — A három főalakon  $o\{111\}$ ,  $e\{210\}$ ,  $d\{110\}$  kívül ebben az övben fekvők között  $s\{321\}$  és  $t\{421\}$  a legközönségesebb, továbbá a gyakori  $M\{342\}$  és  $Z\{531\}$  diakiszdodekaederek. A negatív alakok közül gyakori az  $e'\{120\}$  és  $s'\{231\}$ .

[110:001= $\bar{1}\bar{1}0$ ] *öv*. Ebben az övben 50 különböző alaknak 196 lapja fekszik. Az övnek két-két diametrálisan átellenes részén az ikozitetraederek, illetőleg triakiszoktaederek foglalnak helyet. Az előbbieket ívrészét a hexaeder, az utóbbiakét a rombdodekaeder szimmetriálisan felezik, amennyiben t. i. a két szomszédos oktánsban azonos formák lapjait találjuk.

A [001:111] övszakaszon ( $54^{\circ}44'$ ) harminc biztos ikozitetraedert, az *öv* másik [111:110] rövidebb ( $35^{\circ}16'$ ) részén 17 triakiszoktaedert figyeltek meg. Az ikozitetraederek közül az  $n\{211\}$  után még gyakoribbak az  $m\{311\}$  és  $\omega\{522\}$ , már kevésbé a  $u\{411\}$ . A közönséges  $p\{221\}$  mellett gyakran szerepel az  $r\{332\}$  és  $q\{331\}$ .

Az imént említett biztosaknak jelzett alakokon kívül még 29 ikozitetraedert és 6 triakiszoktaedert állapítottak meg, ezek azonban kérdésesek és vicinálisok. Mindazonáltal a pirit morfológiájára jellemző, hogy az ikozitetraederek száma több, mint kétszerese a triakiszoktaederek számának.

Ebben az övben néhány egyszerűbb indexű alak a kérdésesek között szerepel, mint  $\{10.1.1\}$ ,  $\{811\}$ ,  $\{922\}$ ,  $\{551\}$ ,  $\{883\}$ . Ezek újabb megfigyelések alapján valószínűleg a biztosak közé lesznek sorolhatók.

[110:011= $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ] *öv*. A két szomszédos rombdodekaeder-laptól megadott övben a tautozonális lapok száma már kisebb. Az övet a  $d\{110\}$  és  $n\{211\}$  poluspontjai  $30^{\circ}$ -os részletekre osztják. A szomszédos övrészekén két negatív, majd hat pozitív diakiszdodekaeder fekszik. Az [110: $\bar{1}\bar{1}2$ ] övrészen a következő lapokat találjuk: (110), (341), (231), (121), (374), (253), (385), (132), (143), (154), ( $\bar{1}34$ ), ( $\bar{1}23$ ), ( $\bar{1}12$ ).

A pirit gyakran alkot ikerkristályokat. Az ikertörvények száma igen nagy, így SMOLAŘ (64) 48 különböző ikertörvényt említ. A gyakoribbak: (110), (210), (310), (410), (510), (610), (710), (810), (430), (320), (520), (730), (111), (211), (221), (321), (421), (432), (543), (841) szerint alkotott ikrek. Némelykor vicinális formák, így pl. (180.1.0), (39.1.0) szerint képződött ikerkristályokat is megfigyelt. A komplikált indexű ikerlapok szerint alkotott ikerkristályok ritkák, azokat SMOLAŘ is csak egy-egy kristályon figyelte meg. Mint minden ásványnál, úgy a piritnél is, gyakran van alkal-



munk ikerkristályoknak tetsző összenövéseket, — mondhatjuk — pszeudoikerkristályokat megfigyelhetni. Az ilyen pszeudoikerkristályoknál lehetséges ugyan az ikerlapot, illetőleg ikertengelyt racionális indexekkel meghatározni, de az ily módon megállapított ikertörvények értéke igen kétséges. A SMOLAŘ-féle ikerösszenövések, ikertörvények elméletileg és lehetőségük szerint érdekesek, de gyakorlatilag igen kis jelentőségűek.

A piritnél két ikertörvény fontos és pedig a  $d\{110\}$  és  $o\{111\}$  szerinti. A  $d\{100\}$  szerint alkotott ikerkristályok penetrációs ikrek ú. n. «vaskereszt-ikrek. Az  $o\{111\}$  szerint képződött ikerkristályok juxtapozíciósak. E két törvény szerint alakult meroederes ikerkristályok igen gyakoriak. Feltűnő és a piritre jellemzőnek látszó sajáttság, hogy  $d\{110\}$  szerinti ikerkristályok legnagyobbbrészt a pentagondodekaederes kifejlődésű kristályoknál találhatók, míg a spinell-törvény értelmében képződött ikrek az oktaederes típusú kristályok között figyelhetők meg. A SMOLAŘ-tól s egyes esetekben más szerzőktől is észlelt, komplikáltabb indexű ikerlapokra vonatkoztatott ikerösszenövések inkább hexaederes kristályoknál lépnek fel. — Miként tehát látjuk, a típus és az ikertörvények között kapcsolat van. A típust megváltoztató tényezők megváltoztathatják az ikerképződést is. A típus és ikerképződés közötti összefüggés nemcsak a piritnél, de más ásványnál is erőteljesen juthat kifejezésre, pl. a földpátok esetében.

A piriten fellépő két gyakori ikertörvény közül a  $d\{110\}$  szerinti jelentősebb, mint az  $o\{111\}$  szerinti. A  $d\{110\}$  szerinti ikerkristályok ikerperzisztencia értéke (70) nagyobb, mint az  $o\{111\}$  szerint képződöttké.

A belső szerkezet és a keletkezési körülmények meghatározzák az ásvány típusát illetőleg habitusát.

A pirit az izometrikus hexaeder-típushoz tartozik (54). Az atomok közötti legrövidebb összekötő irányok a térben közel egyenlően oszlanak meg. A növekedés alkalmával szinguláris főkönák nem alakulnak ki. Azok a formák lépnek fel leggyakrabban, melyek több fontos öv metszéspontjában fekszenek, vagyis több legrövidebb atom-távolságot meghatározó iránnyal egyidejűleg párhuzamosak. Az  $[100:010=001]$  öv iránya a legfontosabb úgy szerkezetileg, mint morfológiailag. A hozzá csatlakozó övek metszés-

pontjaiban vannak a legfontosabb és leggyakoribb alakok, melyek egyben főnövekedési formáknak felelnek meg.

A pirit szerkezeténél és morfológiájánál fogva tipikusan paramorf, hexaederes izometrikus kifejlődésű ásvány. Habitusa általában hexaederes, pentagondodekaederes illetőleg oktaederes. Főnövekedési alakjai az  $\alpha\{100\}$ ,  $e\{210\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $s\{321\}$ , melyekhez az  $n(211)$ ,  $t(421)$ ,  $p(221)$  csatlakoznak. Az említett formákat — felsorolási sorrendjük szerint — magas  $F$  és  $P$  értékek jellemzik. A kombinációkban általában véve a fentebbi formák ismétlődnek. Alacsony perzisztenciájú alakok a lapdús kombinációkban lépnek fel. Ikerkristályokat többnyire egyszerűbb kombinációjú kristályok alkotnak.

A formák  $F$  és  $P$  értékét, a típust és ikerképződést tekintve, a pirit általános, legközségesebb — ideális — kombinációjának egy az  $a\{100\}$ ,  $e\{210\}$ ,  $o\{111\}$ ,  $s\{321\}$ ,  $n\{211\}$ ,  $t\{421\}$ ,  $p\{221\}$  formákból álló,  $d\{110\}$  szerint alkotott «vaskereszt» jellegű ikerkristályt jelölhetünk meg, melynél az  $aeo$  alakok egyensúlyban fejlődtek ki.

Az újabb vizsgálatok igyekeztek azt a kapcsolatot kideríteni, amely az ásvány habitusa és keletkezési körülményei, illetőleg paragenézise között fennáll (22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 7, 10, 11, 77).

A pirit a legtokéletesebben poligenetikus ásvány. Savas oldatokat kivéve, minden körülmény között keletkezik. A poligenetikus ásványok genetikai helyzetét a paragenézisből illetőleg habitusból állapíthatjuk meg. Ennél a pirit esetében igen nagy nehézségekbe ütközünk. A pirit paragenézise csak kis mértékben változó, olykor a társásványok teljesen hiányzanak. A habitus (típus) pedig általában véve állandó: hexaederes, pentagondodekaederes, oktaederes; igen gyakran, sőt legtöbbször ugyanazon lelőhely ugyanazon körülmények között keletkezett kristályainál mind a három egyidejűleg is felismerhető. Így tehát a pirit esetében az ásvány habitusa és keletkezési körülményei, illetőleg paragenézise között jól jellemezhető kapcsolatot kimutatni nem sikerül.

A pirit fizikai sajátságai közül csak egy sajátságra, úgy a szerkezeti, mint a morfológiai tulajdonságaival szorosan összefüggő étetési jelenségekre mutatunk rá.

A piriten gyakran figyelhető meg természetes étetési alakok. Ezek és a mesterséges étetés alapján a szerzők egy része (4, 40, 69,

80, 73) a piritet a szabályos rendszer diakiszdodekaederes, más részre (44, 61, 65) pedig a tetraederes pentagondodekaederes osztályba sorozza. A szerkezet alapján a diakiszdodekaederes osztály  $\mathfrak{T}_h^2$  csoportja állapítható meg. A tetraederes pentagondodekaederes osztályban a  $\mathfrak{T}^4$  csoport jöhetne tekintetbe, hasonlóan az ullmannit szerkezetéhez. Az ullmannitnál a szabadságfokkal rendelkező komplex két különböző atomsúlyú és atomrádiusú elemből áll, aminek következtében a súlyosabb és nagyobb atomrádiusú elemnek (*Sb*) közelebb kell lennie az élközéphez s így a szimmetria foka természetesen csökken. Ezzel szemben a piritnél a komplexet két egyenlő atomsúlyú és atomrádiusú elem (*S*) alkotja, ennek megfelelően a tércsoport  $\mathfrak{T}_h^2$  a diakiszdodekaederes osztályban. A pirit természetes és mesterséges étetési alakjai tehát a diakiszdodekaederes osztályra utalnak, az alacsonyabb szimmetriát mutató étetési formák anomális jelenségeknek tekintendők (69).

\*

Az előzőekben a pirit morfológiai sajátosságait igyekeztünk összefoglalni. Ez az összefoglalás bevezetése egy nagyobb dolgozatnak, mely «*Pyritformen- und Fundorte*» címen a *Zeitschr. f. Kristallographie*-ban jelent meg.<sup>1</sup> A munka hat részre oszlik. Az első fejezet tárgya a jelen értekezés. A második rész az 1930. év végéig ismert biztos-, a harmadik pedig a bizonytalan és vicinális kristályalakokat sorolja fel és pedig első megfigyelőjüknek és első lelőhelyüknek felemlítésével. A negyedik rész az összetettebb kombinációjú kristályok lelőhelyeit az ott megállapított formákkal, típusokkal és a vonatkozó irodalommal együtt *abc* sorrendben tárgyalja. Az ötödik fejezet az *a* {100}, *o* {111}, *e* {210}, *s* {321} formákból álló kristályok előfordulási helyeit és irodalmát ismerteti. A hatodik rész a pirit — lehetőség szerint teljes — irodalmát foglalja magában.

### Irodalom.

1. W. ARNOLD: Beitr. zur Kenntnis des Brookit in morphologischer u. optischer Hinsicht. *Zeitschr. f. Krist.* 1929. 71. p. 344—405.
2. H. BAUMHAUER: Untersuchung über die Entwicklung d. Kristallflächen im Zonenverbande. *Zeitschr. f. Krist.* 1904. 38. p. 628.

<sup>1</sup> *Zeitschr. für Krist.* 1931. 80. p. 255—348.

3. H. BAUMHAUER: Gesetz der Komplikation u. Entwicklung der Kristallformen. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1910. 1.
4. FR. BECKE: Aetzversuche am Pyrit. Tschermak's min. u. petr. Mitt. 1887. 8. p. 239. és u. o. 1888. 9. p. 1.
5. FR. BECKE: Ein Beitrag zur Kenntnis der Kristallformen des Dolomit. Tschermak's min. u. petr. Mitt. 1889. 10. p. 135.
6. J. BECKENKAMP: Die vizinalen Flächen u. das Rationalitätsgesetz. Zeitschr. f. Krist. 1904. 39. p. 207.
7. H. BIÄSCH: Morphologische Untersuchung am Hämatit unter besonderer Berücksichtigung des Vorkommens vom Piz Cavradi (Tavetsch). Zeitschr. f. Krist. 1929. 70. p. 1.
8. W. L. BRAGG: Die Analyse von Kristallen mit den Röntgenstrahlenspektrometer. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 1915. 90. p. 255.
9. K. CHUDOBA: Über Streifung u. Riefung der Kristalle. V. GOLDSCHMIDT-Festschrift. Heidelberg. 1928. p. 81.
10. K. CHUDOBA—K. OBENAUER: Über Baryt aus dem Carbon der Grube Friedrichsthal (Saargebiet). Centralbl. f. Min. 1930. Abt. A. p. 244.
11. K. CHUDOBA: Zur morphologischen Typisierung der verschiedenen Kristalltrachten. Centralbl. f. Min. 1930. Abt. A. p. 334.
12. P. P. EWALD—W. FRIEDRICH: Röntgenaufnahmen von kubischen Kristalle, insbesondere Pyrit. Ann. d. Phys. 1914. 44. p. 1183.
13. FRANZENAU Á.—TOKODY L.: Binnentali pirit és barit. Math. és Természettud. Ért. 1930. 47. p. 553.
14. FRANZENAU Á.—TOKODY L.: Kristálytani megfigyelések magyarországi ásványokon (Sajtó alatt.).
15. V. GOLDSCHMIDT: Ueber Entwicklung der Krystallformen. I. Zeitschr. f. Krist. 1897. 28. p. 7.
16. V. GOLDSCHMIDT: Über Grösse u. Häufigkeit der Flächenarten. Beitr. zur Kryst. 1923. 2. p. 98.
17. V. GOLDSCHMIDT: Zur kristallographischen Systematik. Centralbl. f. Min. 1930. Abt. A. p. 177.
18. V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze der Elemente. I—VIII. Vid. Akad. Skr. Math. naturw. Kl. Oslo. 1923—1927.
19. V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze der Elemente. VIII. Vid. Akad. Skr. Math. naturw. Kl. Oslo. 1927. No 8. p. 100.
20. J. HEILMAIER: Über Zinnerz (Zinnstein). N. Jahrb. f. Min. Beil. Bd. 61. p. 403.
21. FR. HOLZGANG: Zur Morphologie von Fluorit, Scheelit u. Brookit. Schweiz. min. petr. Mitt. 1930. 10. p. 374.
22. G. KALB: Kristalltracht, Vorkommen u. Bildungstemperatur der Mineralien. Centralbl. f. Min. 1923. p. 420.
23. G. KALB: Die Kristalltracht des Kalifeldspates in minerogenerischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1924. p. 449.
24. G. KALB: Kritische Bemerkungen über die Untersuchungs-

methoden der Tracht der natürlichen Kristalle. Centralbl. f. Min. 1927. Abt. A. p. 130.

25. G. KALB: Typische Kristallgrundgestalten u. Kristalltrachten. Centralbl. f. Min. 1927. Abt. A. p. 159.

26. G. KALB: Charakteristische Eigenschaften der typischen harmonischen Kristallgrundgestalten. N. Jahrb. f. Min. 1928. Beil. Bd. 57. Abt. A. II. p. 817.

27. G. KALB: Die Bedeutung der als Spaltformen möglichen Flächenformen als Wachstumsformen bei natürlichen Kristallarten. Centralbl. f. Min. 1928. Abt. A. p. 271.

28. G. KALB: Die minerogenetische Bedeutung der Vizinalfiguren des Quarzes. Centralbl. f. Min. 1928. Abt. A. p. 324.

29. G. KALB: Die Kristalltracht des Kalkspates in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1928. Abt. A. p. 337.

30. G. KALB: Die Kristalltracht des Apophyllit in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 105.

31. G. KALB: Bemerkungen zu den minerogenetischer Kristalltypen des Kalkspates. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 137.

32. G. KALB—L. KOCH: Die Kristalltracht des Olivin u. Chrysoberyll in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 169.

33. G. KALB—L. KOCH: Die Kristalltracht des Apatit u. Beryll in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 267.

34. G. KALB—L. KOCH: Die Kristalltracht des Flusspates u. Bleiglanzes in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 308.

35. G. KALB—L. KOCH: Die Kristalltracht der Zinkblende in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1929. Abt. A. p. 353.

36. G. KALB: Abhängigkeit der Gestalt der Vizinalpyramiden von der Trachtausbildung der Kristalle. Zeitschr. f. Krist. 1930. 74. p. 469.

37. G. KALB: Vizinalerscheinungen auf den Hauptflächen isoharmonischer Kristallarten. Zeitschr. f. Krist. 1930. 75. p. 311.

38. KOCH S.: Magyarország kristályosodott rhodochrositjai. Ann. Mus. Nat. Hung. 1924. 21. p. 67.

39. G. KOCH: Phosgenit von Monteponi. N. Jahrb. f. Min. 1929. Beil. Bd. 59. p. 97.

40. E. H. KRAUS—J. D. SCOTT: Über interessante amerikanische Pyritkristalle. Zeitschr. f. Krist. 1908. 44. p. 151.

41. ST. KRENTZ: Über die Vizinalflächen. Akad. Wiss. Krakau. 1915. 55. p. 25.

42. K. MAHL: Zur Morphologie des Bittersalzes. N. Jahrb. f. Min. 1929. Beil. Bd. 59. p. 273.

43. H. MIERS: Eine neue Methode der Kristallmessung u. deren

Anwendung auf die Bestimmung des Oktaederwinkels am Kalium- u. Ammoniumalaun. Zeitschr. f. Krist. 1897. 27. p. 105.

44. H. MIERS—E. G. T. HARTLEY—A. DICK: Mitt. aus dem min. Lab. d. Univers. Oxford. 3. Ein Pyritkristall mit tetraedrisch-pentagondodekaedrischer Symmetrie. Zeitschr. f. Krist. 1899. 31. p. 584.

45. H. MIERS: Untersuchung über die Variation den an Kristallen beobachteten Winkel speziell von Alaunen. Zeitschr. f. Krist. 1904. 39. p. 220.

46. K. MÜLLER: Calcit von Andreasberg u. dessen Akzessorien auf Basis u. Prisma. N. Jahrb. f. Min. 1930. Beil. Bd. 60. p. 397.

47. P. NIGGLI: Eine Tabelle der regulären *Schoenflies'schen* Raumgruppen. Centralbl. f. Min. 1916. p. 502.

48. P. NIGGLI: Geometrische Kristallographie des Diskontinuums. Leipzig—Berlin. 1919.

49. P. NIGGLI: Beziehungen zwischen Wachstumsformen u. Struktur der Kristalle. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 1920. 110. p. 55.

50. P. NIGGLI: Kristallstruktur u. Atombau. Zeitschr. f. Krist. 1921—22. 56. p. 12. és 167.

51. P. NIGGLI: Anwendungen der mathematischen Statistik auf Probleme der Mineralogie u. Petrologie. N. Jahrb. f. Min. 1922. Beil. Bd. 48. p. 167.

52. P. NIGGLI: Kristallisation u. Morphologie des rhombischen Schwefels. Zeitschr. f. Krist. 1923. 58. p. 490.

53. P. NIGGLI: Lehrb. d. Mineralogie. 2. Aufl. Bd. I—II. Berlin 1924—26.

54. P. NIGGLI: Baugesetze kristalliner Materie. Zeitschr. f. Krist. 1926. 63. p. 49.

55. P. NIGGLI: Beziehungen zwischen Struktur u. äusserer Morphologie am Quarz. Zeitschr. f. Krist. 1926. 63. p. 308.

56. P. NIGGLI: Krystallographische u. strukturtheoretische Grundbegriffe. Handb. d. Experimentalphysik. Leipzig. 1928. p. 228.

57. J. OFTEDAL: Über die Kristallstrukturen der Verbindungen  $RuS_2$ ,  $OsS_2$ ,  $MnTe_2$  u.  $AuSb_2$ . Zeitschr. f. phys. Chemie. 1928. 135. p. 291.

58. R. L. PARKER: Zur Kristallographie von Anatas u. Rutil. Zeitschr. f. Krist. 1923. 58. p. 522. és 1924. 59. p. 1.

59. R. L. PARKER: Studien am Apatit vom St. Gotthard. Zeitschr. f. Krist. 1926. 64. p. 224.

60. R. L. PARKER—W. Q. KENNEDY: Beobachtungen an einem Pyritkristall von Traversella. Schweiz. min.-petr. Mitt. 1929. 9. p. 200.

61. V. PÖSCHL: Beitr. zur Kenntnis d. Minerale d. Pyrit-Markasitgruppe. Zeitschr. f. Krist. 1911. 48. p. 572.

62. N. SENN: Über Topas. N. Jahrb. f. Min. 1929. Beil. Bd. 59. p. 369.

63. M. SETTELE: Über Natronsalpeter u. seine Aufwachsungen auf Calcit. N. Jahrb. f. Min. 1930. Beil. Bd. 61. p. 227.

64. G. SMOLAŘ; Die Pyritzwillinge. Zeitschr. f. Krist. 1913. 52. p. 461.
65. G. SMOLAŘ; Ein Skelettkrystall von Pribramer Pyrit. Zeitschr. f. Krist. 1913. 52. p. 502.
67. H. TERTSCH; Wachstumsfragen bei Kristallen. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 1924. 136. p. 203.
68. H. TERTSCH; Lösungsfragen bei Kristallen und die Bedeutung der Pyritstruktur. Tschermak's min. u. petr. Mitt. 1925. 38. p. 39.
69. TOKODY L.; A pirit szimmetriája étetési kísérletek alapján. Földt. Közl. 1921—22. 51—52. p. 64.
70. TOKODY L.; Über zwei neue Persistenzwerte. Zeitschr. f. Krist. 1926. 64. p. 160.
71. TOKODY L.; A magyarországi cerusszitek kristálytani monográfiája. Math. és Term. tud. Közlemények. Budapest, 1926. 35. 4. füzet.
72. TOKODY L.; Magyarországi stefanitok. Math. és Term. tud. Ért. 1927. 46. p. 296.
73. TOKODY L.; A menyházai limonit-pszeudomorfozák pirit után. (Kézirat.)
73. C. VIOLA; Beziehung zwischen Cohäsion, Capillarität u. Wachstum der Krystalle. Zeitschr. f. Krist. 1902. 36. p. 558.
74. C. VIOLA; Grundzüge der Kristallographie. Leipzig. 1904. p. 12—20.
75. G. WULFF; Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums u. der Auflösung der Kristallflächen. Zeitschr. f. Krist. 1901. 34. p. 449.
76. G. WULFF; Zur Theorie der Kristallhabitus. Zeitschr. f. Krist. 1908. 45. p. 433.
77. O. ZEIDLITZ; Trachtstudien an Kupferlasurkristallen verschiedener Paragenesen der Tsumebmine, Südwestafrika. Zeitschr. f. Krist. 1929. 71. p. 1.
78. ZIMÁNYI K.; Új alakok a piriten és az eddig ismert összes alakjai. Földt. Közl. 1912. 42. p. 724.
79. ZIMÁNYI K.; A Szepes—Gömöri Érchegység néhány kristályodott pyritjéről. Math. és Természettud. Ért. 1918. 36. p. 434.
80. ZIMÁNYI K.; Kristálytani vizsgálatok Krassó-Szörény vármegye pyritjein. Math. és Természettud. Közlemények. 1927. 35. 5. füzet. p. 31.
81. J. J. P. VALETON; Wachstum u. Auflösung d. Kristalle. I—III. Zeitschr. f. Krist. 1925. 59. p. 135., p. 335., 60. p. 1.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. június 1-én tartott üléséből.)



## MORPHOLOGIE DES PYRITS.

Von L. TOKODY.

— Unter Mitwirkung von K. ZIMÁNYI. —

Die vorige, in ungarischer Sprache mitgeteilte Abhandlung ist die Einleitung einer grösseren Arbeit, welche unter dem Titel *Pyritformen- und Fundorte* in *Zeitschrift für Kristallographie* 1931. 80. p. 255—348. vollinhaltlich erschien.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1-ten Juni 1931.)

## A MAGYARORSZÁGI SEMSEYITEK.

KOCH SÁNDOR-tól.

A semseyit, ez az érdekes magyar ásvány, Hazánkból három lelőhelyről ismert és pedig a szatmár-megyei Felsőbánya,<sup>1</sup> valamint Kisbánya<sup>2</sup> riolitekkal, illetve andesitokkal kapcsolatos hydrothermál eredetű teléreiből és a szolnok-doboka-megyei Óradnának<sup>3</sup> szintén andesitokkal kapcsolatos, mészkőben fekvő metasomatikus érc-törmzseiből.

Felfedeztetési helyén, Felsőbányán, fordul, úgy látszik leggyéribben elő; KRENNER idézett dolgozatában említett Óradnán gyakoribb, de a legbőségesebben Kisbányán találják.

A felsőbányai előfordulást KRENNER dolgozataiból már úgy kristálytani, mint chemiai szempontból jól ismerjük, a kisbányai semseyit összetételéről LOCZKA dolgozata világosít fel, az óradnai semseyitekről azonban, KRENNER rövid jegyzetén kívül, semmit sem tudunk.

Dr. FÜLÖPP BÉLA és KUPÁS GYULA urak szívességéből sikerült óradnai, illetve kisbányai semseyitekből vizsgálati anyaghoz jutnom, s így módomban áll e két érdekes hazai előfordulást is bővebben ismertetni. Az anyag analizését dr. ENDRÉDY E. és FINÁLY I. kollégáim végezték a M. K. Földtani intézet laboratoriumában. Nevezett uraknak e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki.

*Felsőbánya.* A semseyit apró táblácskái corrodált galeniten,

<sup>1</sup> KRENNER JÓZSEF: Egy Felsőbányán talált új ólomércről. A Magyar Tudományos Akadémia Értesítője. 15. köt. 1881. 111 o.

<sup>2</sup> LOCZKA JÓZSEF: Ásványelemzések. Math. Term. tud. Értesítő. XLII. köt. 1926. 6. o.

<sup>3</sup> Lásd az 1. idézetet.



illetve galenit mellett diaphorit, sphalerit és bournonit társaságában fordulnak elő. Az érceket, mint náluk fiatalabb képződésű ásvány, barnapát kíséri. A kristálykákat, melyeknek képét KRENNER hátrahagyott rajzai alapján nemrég közölte ZIMÁNYI,<sup>1</sup> a következő formák lapjai építik fel:

$$a (100), c (001), s (113), p (111), q (221), t (\bar{1}13).$$

A mindég lapostáblás kristályok legnagyobb része a *b* tengely irányában nyult meg.

Az anyagot SIRÓCZ L. elemezte a következő eredménnyel:

	Mol. viszonyok :		
<i>Pb</i> . . . . . 53·16 %	}	1·16	9·28
<i>Fe</i> . . . . . 0·10 %		1	8
<i>Sb</i> . . . . . 26·90 %		2·74	21·92
<i>S</i> . . . . . 19·42 %			
		99·58 %	

Az elemzés adatai alapján a felsőbányai semseyit összetétele tehát a  $Pb_9Sb_8S_{22}$  illetve  $9PbS \cdot 4Sb_2S_3 + S_1$  képlettel fejezhető ki legmegfelelőbbben.

*Kisbánya.* (Herzsahegy.) A legelső innen kikerült semseyit-darabok a jelentős ezüst-tartalma miatt már lefejtett Makavé-telérből származtak. Ez a telér szolgáltatta a legtöbb kisbányai semseyitet. A semseyit-kristályok vagy közvetlenül a pyrit-szemeket tartalmazó mellékkőzetben (agyagpala), vagy az ezt vékonyabban vastagabban bevonó rágott galeniten ülnek, quarz, feketés sphalerit, fizélyit és barnás-szürke, gömbös dolomit kíséretében. A galenit rovására keletkezett semseyit fiatalabb a quarz és sphaleritnél, ellenben idősebb mint a fizélyit és a dolomit.

Az e telérről származó semseyitek, a fizélyitekkel együtt, úgyiszlóván kivétel nélkül sötétszürke színűek, fénytelenek. Egyes kristályokat nem igen találunk, sokkal gyakoribbak a vékony, *c* szerint táblás kristálykák által felépített legyező- vagy rozettaszerű halmazok. A táblás kristályok hypoparalell nőnek össze a *c*

<sup>1</sup> † JOSEF KRENNER: Mineralogische Mitteilungen aus Ungarn. 19. Semseyit von Felsőbánya. Centralblatt f. Mineralogie etc. 1930. S. 161.

tengely irányában, s az egymásután következő kristályok *b* tengelye az előzőéhez képest néhány fokkal elhajlik; ily módon állanak elő a legyezőszerű halmazok. Mivel a Makavé telért már teljesen leművelték, ez a semseyit előfordulás teljesen kimerült.

Újabbán két telérről kerültek elő semseyitek: a régiek által ezüsttartalmáért nagyrészt már szintén lefejtett Klementina-telérből, melynek csekély maradékát a mult években ütötték meg a legmélyebb szinten és a mostani főtelérről, a Salán-telérből.

A Klementina-telér semseyitjei az alapközeten ülő pyrit, galenit, sphalerit alkotta ércömegre telepedett, apró, részben fényes táblák. A táblák egyesével vagy gyakrabban legyező alakú csoportokban fennőve fordulnak elő, kíséretükben kevés fizélyit található. Az ércekre kicsi romboederes calcitkristályok telepedtek. Egyes darabokat, mint legfiatalabb képződmény, rendkívül finom, sötétszürke, porszerű heteromorphit von vékonyabban-vastagabban be.

A Salán-telérben, melynek érce túlnyomórészt galenit és sphalerit, de a keleti részén jelentős mennyiségű pyrrhotint és pyritet is tartalmaz, a semseyit kétféle-képpen fordul elő. Pyritre vagy pyrrhotinra telepedett vékony galenit-réteget kérgez be vékonyabb-vastagabban vaskos semseyit s ezen nőttek fenn a kicsiny lemezek alkotta kristályhalmazok. A kristályokat ismét egy rendkívül finom szálak alkotta vagy porszerű, sötétszürke ásvány vonja néhány milliméter vastagon be. Ez ásvány oly erősen tapadó bevonatot képez, hogy tőle a semseyit, valamint a vele egyes darabokon együtt előforduló fizélyit huzamosabb kefélés, mosás által sem szabadítható meg teljesen. Az 1 cm vastagságot is elérő vaskos semseyit-réteg rideg, egyenetlen törésű, a törési felületeken előcsillannak az (111) szerinti jó hasadási lapok. Friss állapotban élénk fémfényű, ólomszürke színű (anal. I.).

Másik előfordulási módja e teléren a semseyitnek, midőn pyrit, galenit, esetleg pyrrhotin és sphalerit alkotta ércmasszák vagy tisztá sphalerit üregeinek falán fennőve ülnek fényes, táblás kristálykái. Az érceket barnás dolomit kéreg vonja vékonyan be. A kristályok világos ólomszürkék, erős fémfénnyel, közöttük a 2—3 milliméteresek a gyakoribbak, de különösen a kristálycsoportokat alkotók centiméteren felüli nagyságot is elérhetnek. Egyes táblá-

kat, valamint hypoparalell- és rendszertelenül összenőtt csoportokat egyformán ismerünk e helyről. Innen származik az a pompás, pyrrhotinon fennőtt, 1 centimétert is elérő kristályok alkotta gazdag kristálycsoport, melyet FIZÉLY SÁNDOR ajándékából a Magyar Nemzeti Múzeum őriz.

A kristálytanilag megvizsgált kristályok a Klementina- és a Salán-telérből származnak. A kristályok vékonytáblások a *c* lap szerint s rendszeren a *b* tengely irányában megnyultak. Rajtuk kivétel nélkül a *c* lap fejlett uralkodólag, az összes többi formák lapjai keskeny sávok. Összesen hét forma lapjait sikerült rajtuk észlelnem és pedig:

$$\begin{array}{ll} a(100) & (112) \\ c(001) & p(111) \\ s(113) & q(221) \\ & (\bar{1}11) \end{array}$$

Az uralkodó, fényesen ragyogó *c* lap többé-kevésbé mindig görbült; lapismétlődések rajta igen gyakoriak. A (*hkl*) prizmák közül a ( $\bar{1}11$ ) lapjai fejlettek legjobban, de rendszeren homályosak. A pozitív (*hkl*) prizmák lapocskái igen keskeny, görbült, rostozott sávok, igen rossz reflexekkel. Az *a* lap oly erősen rostozott, hogy alig, vagy egyáltalában nem mérhető. A kristályok habitusa teljesen megegyezik a KRENNERTŐL ábrázolt felsőbányai kristályokéval. Az elemzett kristályok (anal. II.) a Salán-telérből származnak.

A gondosan válogatott anyagon megejtett analizisek eredményét a következőkben adom s egyben közlöm, összehasonlítául, LOCZKA eredményeit is:

	I.	II.	III.
	Vaskos. Salán t.	Kristályok. Salán t.	Kristályok.
Analizálta:	FINÁLY I.	Dr. ENDRÉDY E.	LOCZKA J.
<i>Ag</i> .....	0·25 %	0·56 %	0·13 %
<i>Pb</i> .....	54·27 %	51·88 %	52·49 %
<i>Cu</i> .....	—	0·11 %	0·06 %
<i>Fe</i> .....	—	nvom	0·06 %
<i>Sb</i> .....	26·17 %	27·20 %	28·34 %
<i>S</i> .....	18·99 %	19·73 %	18·93 %
Oldhatatlan <sub>2</sub>	0·01 %	1·15 %	0·21 %
	<u>99·69 %</u>	<u>100·63 %</u>	<u>100·22 %</u>

A. molekulaviszonyok a következők:

	I.		II.		III.	
Pb .....	1·23	9·84	1·163	9·30	1·084	8·672
Sb .....	1	8	1	8	1	8
S .....	2·76	22·08	2·754	22·03	2·50	20·00

Az analizisek eredményeként levezethető képletek tehát:

I.	II.	III.
$Pb_{10}Sb_8S_{22}$ ill.	$Pb_9Sb_8S_{22}$ ill.	$Pb_9Sb_8S_{20}$ ill.
$10PbS \cdot 4Sb_2S_3$	$9PbS \cdot 4Sb_2S_3 + S_1$	$9PbS \cdot 4Sb_2S_3$

Kérésemre FINÁLY I. megelemezte a vaskos semsyiten fennőtt kristályokat bevonó sötétszürke, finomszálás ásványt is. Elemzésének eredménye:

		Molekulaviszonyok:	
Ag .....	0·51 %		1·44      2·88
Pb .....	55·15 %		
Sb .....	22·76 %		1          2
S .....	21·24 %		
Oldhatatlan	0·05 %		
	<u>99·71 %</u>		

Az ásvány képlete lesz tehát  $Pb_3Sb_2S_7$  ill.  $3PbS \cdot Sb_2S_3 + S_1$ . Kénben itt is felesleg mutatkozik.

Az ásvány összetétele a WEBSKYTÓL<sup>1</sup> elemzett, a sziléziai Altenbergből származó, «epiboulangerit» összetételéhez áll legközelebb.

Óradna. Az óradnai semseyitekről KRENNER idézett dolgozatában a következőket írja: «Ugyan ezt az ásványt észleltem rodnai ércdarabokon is. Itt is hasonlólag, mint az előbbeni helyen, többnyire galenitkristályokon ül, melyek erősen megmarva, gömbszerűek lettek. A galenit kristályai tudniillik legömbölyödnek, annál inkább, amennyire több táblácskák képződnek a mi ásványunkból, míg utóvégre ezek a galenitet egészen betakarják. Sőt ismeretesek olyan példák, hol a galenit az új ásvány rovására egészen felemésztetett, tehát valódi pseudomorphosis áll elő.»

Ennyi az egész, amit Óradna ezen érdekes ásványáról tudunk.

A semseyit Óradnán a Nepomuki pyrrhotinos tömzsnek a

<sup>1</sup> WEBSKY: Ueber Epiboulangerit, ein neues Erz. Zeitschrift d. Deutschen Geol. Ges. Bd: XXI (1869) S. 749.

Teréz-szint keleti vágatával feltárt részein fordul elő. A Nepomuki tömzs anyaga pyrrhotines pyrit, mely a Teréz-szint magasságában kb. két méter vastagságban, három méter magasságban és 1—2 méter szélességben egy, számtalan kisebb-nagyobb üreggel telt, galenit-pyrit-sphalerit szemcsék alkotta ércconglomerátba megy át. Az üregeket ezen conglomerátumból álló keskeny falak szelik keresztül-kasul át, s ezen összekötő falaknak a mészkő fedüvel való érintkezési pontjain fordulnak elő a kissé mart galeniten fennőtt semseyit kristálycsoportok. A jellegzetes óradnai fekete sphalerit pompás kis kristályai, pyrit pseudomorphosák pyrrhotin után, többé-kevésbé mart galenit kristályok, arsenopyrit, plumosit, calcit és dolomit kísérik ez előfordulást. A sphalerit, pyrit, galenit idősebbek, a másik két érc fiatalabb a semseyitnél. A sulfidokat burkoló carbonátok a legfiatalabb képződmények.

Egyedül álló semseyit kristályok ritkák. Méreteik jóval alatta maradnak a kisbányai kristályokénak, amennyiben rendszeren csak 1—2, nagy ritkán 3—4 milliméteres nagyságot érnek el. A leggyakoribbak itt is a legyezőszerű kristálycsoportok. Színük világos ólomszürke, élénk fémfénnyel, nagy ritkán kékesen futtatottak.

A kristályok habitusa megegyezik a felsőbányai és kisbányai kristályokéval, itt is a *c* lap fejlett uralkodólag, a többi formák lapjai keskeny sávok. Összesen nyolc forma jelenlétét sikerült az igen nehezen mérhető, görbült és részben rostozott lapu kombináción megállapítanom:

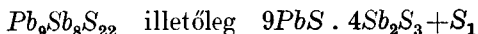
<i>a</i> (100)	(223)
<i>c</i> (001)	<i>p</i> (111)
<i>s</i> (113)	<i>q</i> (221)
(112)	( $\bar{1}$ 11)

A gondosan válogatott fényes kristályokat dr. ENDRÉDY E. a következő eredménnyel elemezte:

	Molekulaviszonyok:	
<i>Pb</i> . . . . .	53·21 %	1·161    9·288
<i>Cu</i> . . . . .	nyom	
<i>Sb</i> . . . . .	26·95 %	1        8
<i>S</i> . . . . .	19·90 %	2·805    22·40
Oldhatatlan	0·08 %	
Összesen . . .	100·14 %	



Az analysis eredményeül tehát a



képletet nyerjük.

A magyarországi semseyitek kristályairól tehát összesen 9 formát ismerünk

	(100)	(001)	(113)	(112)	(223)	(111)	(221)	( $\bar{1}13$ )	( $\bar{1}11$ )
Felsőbánya	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kisbánya	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Óradna	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Uralkodó mindég a (001), mellette mint keskeny sávok igen gyakoriak az (100), (113) és (111) formák lapjai, gyakran szerepel a (221) is, a többi formák csak gyéren jelennek meg.

A c laphoz mért és számított (H. SMITH) hajlásszögeket a következőkben adom:

	mért	számított
001 : 100	—	74°14'
113	22°18'	21°59'
112	30°34'	30°16'
223	37°18'	36°54'
111	46°20'	46°28'
221	60°50'	60°23'
$\bar{1}11$	59°38'	60°00'

A magyarországi semseyitek összetételére vonatkozólag vizsgáljuk meg a három lelőhely kristályain végzett, 100 %-ra átszámított analysisek eredményeit:

	Számított 9PbS.4Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Felsőbánya (SIPÓCZ)	Óradna (ENDRÉDY)	Kisbánya (ENDRÉDY)	Számított 7PbS.3Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Pb .....	53·29 %	53·39 %	53·18 %	52·15 %	54·05 %
Ag .....	—	—	—	0·57 %	—
Fe .....	—	0·10 %	—	0·11 %	—
Sb .....	27·47 %	27·01 %	26·93 %	27·34 %	26·85 %
S .....	19·24 %	19·50 %	19·89 %	19·83 %	19·10 %
	<u>100·00 %</u>	<u>100·00 %</u>	<u>100·00 %</u>	<u>100·00 %</u>	<u>100·00 %</u>

FINÁLY vaskos anyagon végzett és LOCZKA valószínűleg kissé hibás analysisének eredményét nem használtam itt fel.

A fenti táblázatból látható, hogy hazai semseyitjeink összetétele a két szélén közölt számított érték közé esik s a kettő közül is inkább a  $9PbS \cdot 4Sb_2S_3$  képlettel kifejezhető összetételhez áll közelebb. Feltűnő a mind három analysisben aránylag magas kéntartalom. Nem lehetetlen, hogy a fölös mennyiségű kén mint szilárd oldat szerepel a kristályokban. Budapest, 1930. Pázmány P. Tud. Egyetem ásv.-kőzettani intézete.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. ápr. 28-án tartott üléséből.)

## DIE SEMSEYITE UNGARNS.

Von ALEXANDER KOCH.

Von Ungarn kennen wir den Semseyit aus drei Fundorten, u. zw. von Felsőbánya, Kisbánya und Óradna. Am häufigsten kommt er in Kisbánya vor, hier wird er auch derb gefunden, inzwischen in den anderen zwei Fundorten sind nur Kristallen zu finden. Die immer nach die *c*-Fläche tafelige, nach die Hauptachse hypoparallel angewachsenen Kristalle, von denen wir die Fläche von Felsőbánya 6, von Kisbánya 7 und von Óradna 8 Kristallformen (siehe S. 806) kennen, bilden im allgemeinen fächerartige Gruppen. Dominierend ist immer die *c*-Fläche ausgebildet, die Flächen der anderen Formen sind nur schmale Streifen.

Die Zusammensetzungen der kristallisierten Semseyiten von Ungarn (siehe die Analyse im ungarischen Text) sind noch am besten mit der Formel  $9PbS \cdot 4Sb_2S_3 + S_1$  ausdrückbar; die des derben Semseyites von Kisbánya aber mit der Formel  $10PbS \cdot 4Sb_2S_3$ . Die Zusammensetzung des an dem Kisbányaer Salangang vorkommenden, auf den derben Semseyit aufgewachsene Semseyit-Kristalle enthüllenden, feinpulverigen, dunkelgrauen Minerals,  $3PbS \cdot Sb_3S_2 + S_1$ , steht am nächsten zu dem von WEBSKY beschriebenen und von dem silesischen Altenberg stammenden Epiboulangerits. (Siehe S. 804.)

Der Semseyit ist immer jünger als der mit ihm zusammen vorkommende Pyrit, Galenit und Sphalerit, aber älter als der Fizelyit, Heteromorphit, Epiboulangerit (Kisbánya) und Arsenopyrit, Phimosit (Óradna).

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 28. April. 1931.)

## BARNASZÉNKÁTRÁNY SZEKUNDÉR-BENZIN KATALITIKUS HIDROGÉNEZÉSE.<sup>1</sup>

VARGA JÓZSEF-től.

HASLAM és RUSSEL<sup>2</sup> részletesen ismertetik az olajpárlatok nagy nyomáson megvalósított hidrogénezésének munkamenetét s reámutatnak arra, hogy milyen olaj-elbontó, illetve finomító műveletekre alkalmas — meg nem nevezett katalizátorok jelenlétében — a nagy nyomású hidrogén. Ismertetésükben többek között megemlítik, hogy a «krakk»-benzinek telítetlen vegyületei a benzín «gum-test»-jének megjavulása közben telített vegyületekké hidrogénezhetők. A hidrogénfogyasztásról nem tesznek közlést sem a szekundér-benzin, sem a gázolajok hidrogénezésének ismertetésénél. «Egy amerikai mérnök közlései nyomán» — L. FOSTER<sup>3</sup> — említi csak meg, hogy 100 font (kerekén 45 kg) barnaszénkátrány, vagy gázolaj hidrogénezéséhez közelítő pontossággal 3·6 kg hidrogén szükséges, ami 1 kg kátrány (vagy gázolajra) számítva 896 l (kerekén 900 l) hidrogénfogyasztásnak felel meg. Szekundér-benzinek hidrogénezésénél a hidrogénfogyasztásnak a megadott értéknél kevesebbnek kell lennie.

Szekundér-benzinek hidrogéneződését tanulmányozandó olyan magyarországi eocénkorú barnaszén kátrányából gőzfázisban, nagy hőmérsékleten «krakkolt» benzint tettünk vizsgálat tárgyává, amely az előállítás különlegessége folytán több mint 50 % telítetlen vegyületet tartalmazott. A benzin hidrogéneződés lefolyását annál

---

<sup>1</sup> Az Országos Természettudományi Alap támogatásával készült dolgozat.

<sup>2</sup> Industrial and Engineering Chemistry. 1930. No. 10.

<sup>3</sup> National Petroleum News. 1930. No. 33. 27. old.

is érdemesebb volt tanulmányozni, mert a nyersanyag a sok telítetlen vegyület mellett 3·8 %-ként is tartalmazott.

A vizsgálatokhoz 4·5 l térfogatú, forgatható vasautoklávot használtunk, amelybe minden egyes kísérlethez 300 köbcm. 0·800 fajsúlyú, a 4. táblázatban feltüntetett adatok szerint desztilláló krakkbenzint és 5 gr molibdénsavat helyeztünk; az autoklávba 80 atm. nyomású hidrogént nyomattunk bele. Célunk az volt, hogy a benzin átalakulását és az azzal kapcsolatos hidrogénfogyasztást különböző hőmérsékleteken figyeljük meg s ezért a bomba egyenletes felfűtésére súlyt vetettünk. Miután négyféle hőmérsékleten: 380, 400, 420 és 440 C°-on hidrogéneztük a benzint, ügyeltünk arra, hogy az autokláv 380 °-ig mind a négy kísérletnél 65—68 perc alatt hevüljön s minden további 20 C°-os hőemelkedést — 440 C°-ig — hat percenként érjen el. Amikor a thermoelem a választott hőmérsékletet mutatta, a hevítést megszüntettük. A reakció időtartamát pontosan tehát nem adhatjuk meg, mert a lehülés folyamán is végbemehetett hidrogéneződés.

A lehült autoklávban maradt gázt gázmérő órán és két gázolajjal töltött mosótornyon át bocsátottuk le s elemzéshez háromszor vettünk mintát belőle; a gázmintákat utólag egyesítettük. A gázlebocsátást igen lassú ütemben hajtottuk végre (20—24 óra alatt), hogy minél kevesebb mosóolajjal nyelthessük el a benzingőzőket. Az olajjal visszatartott gázbenzin mennyisége egy kísérletnél sem volt több 2 köbcm-nél.

A gázt JAEGER módszere szerint elemeztük s a szénhidrogének «szénszámát» is meghatároztuk. A benzint és a hidrált termékeket ENGLER szerint desztilláltuk s a telítetlen és aromás vegyületek mennyiségét RIESENFELD és BANDTE<sup>4</sup> módszerével állapítottuk meg. A paraffin és hidroaromás szénhidrogéneket az «anilinpont» segítségével számítottuk. A kéntartalom meghatározására kalori méter-bombát használtunk. A «gum» tartalmat (a rézcsészében bepárolt benzin szuokszerűen polimerizálódó vegyületeinek mennyisége) az amerikai előírás<sup>5</sup> szerint csiszolt vörösrézcsészében határoztuk meg.

<sup>4</sup> RIESENFELD és BANDTE: Erdöl u. Teer. 1927. 139. o.

<sup>5</sup> Kansas City Testing Laboratory: Handbook of Petroleum. Asphalt and nat. Gas. 1928. 686.

A kísérletek eredményeit öt táblázatban foglaljuk össze. Ezek áttekintése után megállapíthatjuk, hogy a vizsgálat tárgyává tett szekundér-benzint 420 és 440 C°-on lehetett a leghatásosabban hidrogénezní: a telítetlen és kénvegyületek mennyisége ezeken a hőmérsékleteken csökkent a legnagyobb arányban.

1. Táblázat.

	Nyers- anyag	380°	400°	420°	440°
Fajsúly (20 C°) _ _ _ _ _	0·8000	0·7750	0·7600	0·7440	0·7392
Hidrált termék, cm <sup>3</sup> _ _ _ _ _	—	280·0	280·0	277·0	265·0
“ “ g _ _ _ _ _	—	217·0	212·8	206·1	195·9
Termelés, térfogat % _ _ _ _ _	—	93·3	93·3	92·3	88·3
“ súly % _ _ _ _ _	—	90·4	88·6	85·8	81·6
A termékek kéntartalma %-ban _ _	3·84	2·69	1·29	0·07	0·02
«Gum-test» mg _ _ _ _ _	21·4	4·4	4·0	2·8	—
Telítetlen szénhidrogének térf. %	52·5	28·5	20·0	4·0	1·5
Aromás szénhidrogének “ “	19·4	27·8	28·0	28·7	29·5
Hidroaromás szénhidrogének “ “	13·3	15·4	17·8	19·2	20·7
Paraffin szénhidrogének “ “	14·8	28·3	34·2	48·1	48·3

Az 1. táblázat a hidrogénezett termékek mennyiségének és chemiai összetételükre jellemző adatoknak a hőmérséklet nagyobodásával végbemenő változását tünteti fel. Minél nagyobb hőmérsékleten hidrogéneztek a 300 köbcm-nyi nyersanyagot, annál kisebb térfogatú és súlyú hidrál termék lett belőle. A kéntartalom csak 420 C°-on és e felett lévő hőmérsékleten távozott el jelentős mennyiségben a nyersanyagból, amelyben a 400 C°-on végrehajtott hidrogénezés után még mindig 1·29 % kén marad. Fel-tűnő, hogy a «gum»-tartalom már a 380 C°-ig való hevítés hatására is mennyire — 21·4 mg-ról 4·4 mg-ra — megcsökkenik. A poli-merizálódó vegyületek e nagyarányú csökkenése a mellett tanuskodik, hogy a vizsgált benzin telítetlen vegyületei közül elsősorban azok hidrogéneződtek (telítődtek), amelyek leginkább hajlamosak szu-rokká alakulni. Amíg a «gum»-tartalmat illetően már a 380 C°-on végzett hidrogénezés is megfelelő terméket ad — 10 mg «gum»

Amerikában a repülőgépek benzinjében is megengedett<sup>6</sup> — addig a kénszennyezés eltávolítása végett olyan hőmérsékleten — 420 C°-on — kellett a benzint hidrogéneztetni, melyen a telítetlen vegyületek mennyisége már 4 %-ra csökkent. 420 C°-on már csak 0·07 % kén maradt a benzinben, olyan mennyiség, amely az amerikai benzinekre jellemző határértékek<sup>7</sup> (0·01—0·25 %) közé esik. 380 C°-on a nyersanyag kéntartalmának csak 36·7 %, 400 C°-on 70·2 %-a, 420 C°-on 98·5 %-a, 440 C°-on pedig 99·6 %-a távolodott el. (2. táblázat.) A kátrány-krakkbenzint tehát 420 C°-nyi hőmérsékleten csaknem tökéletesen sikerült kénteleníteni.

2. Táblázat.

	Nyers- anyag	380°	400°	420°	440°
A termékek kéntartalma %-ban — — —	3·84	2·69	1·29	0·07	0·02
A benzinnel bemért S mennyisége g —	9·21	9·21	9·21	9·21	9·21
A kén mennyisége a hidrált termékben g	—	5·83	2·74	0·14	0·04
Az eltávolított kén mennyisége g — —	—	3·38	6·47	9·07	9·17
A bemért kénnek eltávolított %-a — —	—	36·7	70·2	98·5	99·6

A telítetlen szénhidrogének mennyiségének a hőmérséklet növekedésével való (az 1. táblázatban feltüntetett) változását figyelve megállapíthatjuk, hogy a vegyületek egyrésze már 380 C°-nál kisebb hőmérsékleten, a másik része pedig 400—420 C° között telítődik. Ha ugyanebben a táblázatban az aromás, hidroaromás és paraffinszénhidrogének mennyiségének változását feltüntető adatokat figyeljük, azt állapíthatjuk meg, hogy a telítetlen vegyületek elsősorban paraffin szénhidrogénekké hidrogéneztődtek, mert ezeknek mennyisége nagyobbodott meg 14·8 %-ról 48·3 %-ra. A telítetlen kötések telítődése következtében aromás és hidroaromás vegyület csak kevés keletkezett.

Azon a hőmérsékleten, amelyen már csak 0·07 % kén és

<sup>6</sup> W. Mc. VITTY: Zentralbl. 1931. I. 2144. old. (Probleme der Luftkraftstoffe).

<sup>7</sup> Kansas City Testing Laboratory: Handbook of Petroleum. Asphalt and nat. Gas. 1928. 386. old.

4·0 % telítetlen vegyület maradt a hidrált termékben (420 C°-on) a nyersanyag átalakulása 92·3 térfogatszázalékos és 85·8 súlyszázalékos hasznosítással ment végbe.

3. Táblázat.

	Nyersanyag	380°	400°	420°	440°
Forrás kezdete C°	62°	52°	48°	46°	42°
70°-ig forr %	1·0	4·0	5·0	14·0	15·0
70—80° « «	5·0	11·0	14·0	24·0	27·0
80—90° « «	21·0	24·0	28·0	40·0	42·0
90—100° « «	42·0	41·0	45·0	57·0	57·0
100—110° « «	61·0	60·0	62·0	70·0	70·0
110—120° « «	75·0	78·0	75·0	80·0	82·0
120—130° « «	86·0	88·0	84·0	88·0	88·0
130—140° « «	94·0	91·0	92·0	93·0	93·0
140—150° « «	97·0	94·0	94·0	95·0	95·0
A forrás vége.....	170°=98·5	199°=98·0	194°=98·0	192°=98·0	190°=99·0

A hidrogénezett termék desztillációs adatait a nyers benzinnel összehasonlítva (3. táblázat) megállapíthatjuk, hogy a hidrogénezés legnagyobb arányban a kis, illetve legkisebb hőmérsékleten forró párlatok mennyiségét szaporította meg. Minél magasabb hőmérsékleten hatott a hidrogén a benzinnre, annál kisebb lett a hidrált termékek kezdeti forráshőmérséklete s egyúttal annál több kis hőmérsékleten forró párlat is keletkezett. Amíg a nyersanyag 1 %-nyi 70 C° alatt forró párlata 440 C°-on megtízszereződött, a 70—80 C°-ig forró rész megötszöröződött, a 80—90 C°-ig forró pedig megkétszereződött, addig a magasabb hőmérsékleten forró párlatok mennyisége a hidrogén hatására fokozódóan kisebb arányban nagyobbodott, sőt a 130 C° felett forró párlatok mennyisége már kevesebb is, mint volt a nyersanyagban. A benzin telítetlen vegyületei tehát legnagyobbbrészt 100 C° alatt forró telített vegyületekké hidrogéneződtek.

A 4. táblázat adataiból megállapíthatjuk, mennyi hidrogén szükséges a vizsgált benzin 1 kg-jának (vagy 1 literének) hidro-



4. Táblázat.

	380°	400°	420°	440°
Bemért hidrogén, liter (760 <sup>mm</sup> 0°) 80 atm=	276·0	284·0	284·0	282·7
Nyomás lehülés után atm. — — — — —	67·0	65·0	60·0	55·0
Kibocsájtott gáz, liter (760 <sup>mm</sup> 0°) — — — —	238·5	232·1	214·1	196·4
A gáz hidrogéntartalma % — — — — —	94·6	93·0	91·0	89·8
Az el nem használt H <sub>2</sub> mennyisége liter — —	225·6	215·8	194·8	176·4
300 cm <sup>3</sup> benzín hidrogénezéséhez elfogyott H <sub>2</sub> , l	50·4	68·2	89·2	106·3
1 l krakk-benzín hidrogénezéséhez szükséges H <sub>2</sub> , l	168·0	227·0	297·0	354·0
1 kg „ „ „ „ „	210·0	284·0	371·0	443·0
1 l hidrogénezett benzín előállításához kell H <sub>2</sub> , l	180·0	243·0	321·0	400·0
1 kg „ „ „ „ „	232·0	320·0	432·0	542·0

génezéséhez, avagy mennyi hidrogén szükséges 1 kg, vagy 1 liter hidrált termék előállításához. A fogyasztott hidrogén mennyisége a hatásos hidrogénezés hőmérsékletén, 420 és 440 C°-on, nyersanyag kg-onként 371, illetve 443 l, vagyis 1 kg hidrált benzín előállításához 432, illetve 542 l hidrogén szükséges.

L. FOSTER említett közleménye szerint 1 kg barnaszénkátrány mintegy 900 l hidrogénnel hidrálható, tehát a vizsgált krakk-

5. Táblázat.

	380°	400°	420°	440°
H <sub>2</sub> S % — —	0·8	1·7	2·7	3·0
C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub> „ — —	0·5	0·5	0·1	—
O <sub>2</sub> „ — —	0·2	0·2	0·2	0·2
CO „ — —	0·5	0·4	0·4	0·5
H <sub>2</sub> „ — —	94·6	93·0	91·0	89·8
C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub> „ — —	0·5	1·0	2·3	2·9
N <sub>2</sub> „ — —	2·9	3·2	3·3	3·6
Szénszám „ — —	2·40	2·20	2·16	2·00

benzinhez csaknem félannyi hidrogén fogy el, mint amennyivel közvetlenül a kátrányt hidrálhatjuk.

Az 5. táblázatban feltüntetett gázelemzési adatok szerint a hőmérséklet nagyobbodásával a gázból eltűnnek a telítetlen vegyületek, a szénhidrogének száma pedig fokozatosan csökken.<sup>8</sup>

### Összefoglalás.

Forgatható autoklávban 300—300 köbcm barnaszénkátrányból gőzfázisban való krakkolással előállított, több mint 50 % telítetlen és 3·8 % kénvegyületet tartalmazó benzint  $\text{MoO}_3$  katalizátor jelenlétében 80 atm. kezdeti nyomású hidrogénnel hidrogéneztünk. 380 C°-on a kénvegyületeknek 36·7 %-a, 400 C°-on 70·2 %-a, 420 C°-on 98·5 %-a, 440 C°-on pedig 99·6 %-a távolodott el. A telítetlen vegyületek túlnyomórészt alifás és csak kis mennyiségben aromás ill. hidroaromás vegyületekké telítődtek. 440 C°-on 1 kg krakk-benzin 443 l hidrogént fogyasztott; az ezen a hőmérsékleten hidrogéneztett termék 0·02 %-ként, 1·5 % telítetlen vegyületet tartalmazott, fajsúlya a nyersanyagénál kisebb volt, 100 C° alatt forró párlata pedig megnagyobbodott; a 440 C°-on hidrogéneztett benzin rézcsészében bepárolva «gum»-öt nem adott. A hidrogénezés 420 C°-on 92·3, 440 C°-on 88·3, térfogat százalékos hasznosítással ment végbe.

---

<sup>8</sup> A kísérletek elvégzésében dr. MAKRAY IMRE vegyész-mérnök volt segítségemre, akinek köszönetet mondok.

## KATALYTISCHE HYDRIERUNG VON KRACKBENZIL.

Von J. Varga.

Im rotierenden Autoklaven wurden je 300 ccm eines Benzins, das durch Kracken in der Dampfphase aus Braunkohlenteer gewonnen wurde und neben 3·8 % Schwefel mehr als 50 % ungesättigte Verbindungen enthielt in Gegenwart von  $\text{MoO}_3$  — Katalysator bei 80 Atm. Wasserstoff-Anfangsdruck hydriert. Bei 380° C. wurden 36·7 % der Schwefelverbindungen, bei 400°: 70·2 %, bei 420°: 98·5 % und bei 440°: 99·6 % entfernt. Die ungesättigte Verbindungen wurden grösstenteils in aliphatische und nur in geringem Masse in aromatische und hydroaromatische Verbindungen übergeführt. Bei 440° C. wurden zur Hydrierung des Krackbenzins pro Kg. 443 L. Wasserstoff verbraucht; bei dieser Temperatur verblieben im hydrierten Produkt 0·02 % Schwefel und 1·5 % ungesättigte Verbindungen. Das spezifische Gewicht wurde vermindert, die Menge der bis 100° C. siedende Teile vergrössert. Der «Gum»-gehalt des Rohkrackbenzins verminderte sich schon bei der 380° C. ausgeführten Hydrierung von 21·4, mg auf 4·4 mg. Das bei 440° C. hydrierte Benzin ergab schon beim Verdampfen aus einer Kupferschale kein «Gum». Die Hydrierung verlief mit einer Ausbeute von 92·3 Vol. % bei 420° C und 88·3 Vol. % bei 440° C.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

## A SZÁJFENÉK MELLÉKSZERVEIRŐL.\*

ZIMMERMANN GUSZTÁV-tól.

Négy képpel.

Több emlősállatfaj, közöttük patások, húsevők, rágcsálók, szájfenekének nyelvfékelőtti részében apró csökevényes szervek találhatóak, melyek aránylag kevés figyelemben részesültek. ACKERKNECHT EBERHARD zürichi anatomus fedezte fel azokat 1912-ben<sup>1</sup>, ezért róla Ackerknecht-féle szerveknek is nevezik. Egyik féleségük az alsó első metszőfog ( $I_1$ ), az ú. n. fogófog mögött foglal helyet, mások az éhszemölcs körül fordulnak elő. Felfedezőjük patásokon és húsevőkön mutatta ki. Utána KELLER<sup>2</sup> szöveti szerkezetüket behatóbban vizsgálta és azokat elülső nyelvvalatti nyálmirigynek, glandula sublingualis anterior, ismerte fel. ACKERMANN<sup>3</sup> vizsgálatait több emlősrendre terjesztette ki (Marsupalia, Insectivora, Chiroptera, Xenarthra, Rodentia, Carnivora, Ungulata, Simia) és a hanyatló átalakulás különböző fokozatait állapította meg. EBERLE<sup>7</sup> az Ackerknecht-féle szerv fejlődését tanulmányozta macska, kutya és emberi embryokon (hol 15 közül kettőn találta meg nyomait), TANNER<sup>12</sup> juhembryokon vizsgálta, mindkét vizsgálat arra az eredményre jutott, hogy e csökevényes szerv a haladó korral nem tart lépést növekedésében, hanem aránylag korán visszamarad fejlődésében. COEBERGH<sup>6</sup> újabban lajháron vizsgálta és állapította meg az Ackerknecht-féle szerv előfordulását.

A fentebbiekben röviden ismertetett gyér irodalmi adatok szerint a szájfenek mellékszerveinek előfordulása, alakja, szerkezete

---

\* A m. kir. állatorvosi főiskola anatómiai intézetében készült dolgozat.

és ennek megfelelően jelentősége is nem teljesen egyező, ezekről sokan alig vettek tudomást, ezért célszerűnek látszott e szerveket nagyobb anyagon újabb vizsgálat alá venni a leírások kiegészítése, részben helyesbítése céljából.

\*

Vizsgálataim *anyaga* a patások közül ló (12), marha (6), juh (6), kecske (3), szarvas, *Cervus elaphus* L. (3), sertés (12), a húsevők közül kutya (12), macska (6), nyérc, *Foetorius lutreola* L. (3), a rágcsálók rendjéből a házinyúl (12) családjára, illetőleg fajára terjed, legnagyobb része makroszkopos vizsgálaton kívül mikroszkopos, szövettani vizsgálat alá is került. Több embryo is szolgált vizsgálat tárgyául. A legtöbb hullát friss állapotban vizsgáltam, a leleteket részben *intra vitam* is megfigyeltem. A makroszkopos anyag egy része 4 %-os formalinoldatban rögzítve állandósítottam. Szövettani vizsgálatra SCHAFFER és ZENKER szerint fixált és celloidinba és paraffinba ágyazott anyag került, festésre haematoxylin-eosin, vashaematoxylin, VAN GIESON, MALLORY, CALLEJA, BIONDI eljárása szolgált.

\*

Az emlős állatok szájfenekének legnagyobb részét a *nyelv* foglalja el, mely közönséges helyzetében teljesen befedi a fogak (és a foghíjas szél) által körülfogalt szájfeneket. A nyelv hegyének felemelése után tűnik elő a szájfeneknek az a része, a *cavum sublinguale*, melyben a szájfenek mellékszervei találhatók.

A szájfenek nyálkahártyája a középvonalban kettőzet vagy redő, a nyelvfelek, *frenulum linguae*, alakjában a nyelv ventralis felületére tér. A nyelvfelek két oldalán emelkedik ki kissé elmosódott határokkal a nyelv alatti redő, *plica sublingualis* (l. az 1. és 2. képen), melyben a nyelv alatti nyálmirigy, *glandula sublingualis*, foglal helyet és domborítja a *cavum sublinguale*-ba a szájfenek nyálkahártyáját; rajta nyílnak a *Rivini-féle vezetékek*, az apró csövű nyelv alatti nyálmirigy, *glandula sublingualis parvicanalaris* v. *polystomatica*, kivezető csövei. A nyelv alatti redő szemölcsszerűen kiemelkedő elülső vége az éhszemölcs, *caruncula sublingualis* (l. az 1. és 2. képen), melyben a *Warthon-vezeték*, az állalatti nyálmirigy, *glandula submaxillaris* kivezető csöve és a *Bartholin-vezeték* a nagy-

csövű nyelvalatti nyálmirigy, *glandula sublingualis grandicanalaris v. monostomatica*, nyílik. A szájfenekét ventralisan a két mandibula teste között övszerűen elterülő *musculus mylohyoideus* rekeszti el (*diaphragma oris*), melybe a *m. geniohyoideus*, *m. digastricus* és *m. genioglossus* rostjai sugárzanak be.

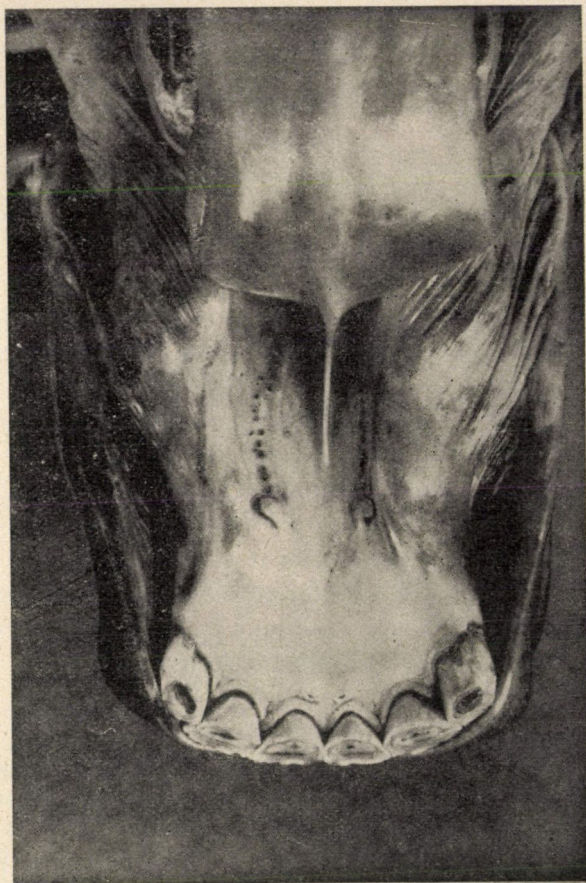
A szájfenek elülső, apicalis felében az első metszőfog mögött helyet foglaló ACKERKNECHT-féle szerv a vizsgált állatfajok szerint többféleképen alakult.

A ló szájfenekén az alsó fogófogak lingualis felületének tövében a nyálkahártyán szimmetriásan, csak nagyon kivételesen asszimmetriásan enyhén ívelt két apró rész vehető észre, melynek széle kissé párnaszerűen kiemelkedik, (l. az 1. képen), de sohasem annyira, mint a metszőfogak gingivalis szegélye. Egyebütt a szájfenek szomszédos praefrenularis része síma, míg hátrább a nyelvfelek körül lazább és különösen idősebb lovakon ráncos. A jelzett két rész, az ACKERKNECHT-féle szervek nyílásai a fogakhoz közelebb vagy távoljabb eshetnek, úgyszintén az egymástól, illetőleg a középvonaltól való távolságuk is kisebbfokú individualis különbségeket tüntethet fel. Nagyságuk, szélességi átmérőjük 1·5—3·5 mm között váltakozik, a metszőfogaktól való távolságuk 2—5 mm, az állat életkora, nagysága, neme és a méretek között összefüggés nem állapítható meg. Csikóembriókon is kisebb-nagyobb méretek fordulnak elő. De ugyanazon ló szájfenekén is kisebb lehet az egyik rész, egészen pontszerű és esetleg közelebb eshet a középvonalhoz, mint ellenkező oldali társa.

Az éhszemölcs a ló szájfenekén legfeljebb lencsenagyságú, kerekded lapos, rendszerint nedvdús, pettyhüdt kiemelkedés, mely többnyire kissé a lateralis oldalra hajlik (l. az 1. képen), az oldalt hajló felületén található a WARTHON-vezeték nyílása. Az éhszemölcs körül kisebb porusok, apróbb nyílások különböztethetők meg.

A nyelvalatti nyálmirigyeket magukban foglaló nyelvalatti dudorok vagy redők, *plicae sublinguales*, az éhszemölcsök előtt, a foghíjas szél kezdetén indulnak ki, az éhszemölcs felé növekednek, nagyjában párhuzamosan haladnak és végül fokozatosan megszűnnek. A nyálkahártyaredőkön, részben közvetlen tőszomszédságukban is apró nyílások, porusok sorozata vehető észre (l. az 1. képen).

A *marha* ACKERKNECHT-féle szerve az alsó fogófogak mögött, a harántirányban erősebben szétterülő szájfeneék kissé párnaszerűen laposan beemelkedő nyálkahártyáján, élesen elhatárolódó hosszanti,



1. kép. Ló szájfeneke. Az első (fogó) metszőfogak mögött az Ackerknecht-féle szerv. A nyelvfelek két oldalán az éhszemölcs és a belőle kiinduló redő porusokkal.

de hátrafelé, lingualisan széjjeltérő apró rések alakjában különböztethető meg, melyek krátterszerűen bemélyednek. A rendelkezésemre állott nagyobb embryonalis anyag vizsgálatánál kitént, hogy

a 62 cm hosszú borjúembryó szájfenekén megjelenik az a duzzanat, melyen az ACKERKNECHT-féle szerv fejlődik ki, a 82 cm hosszú embryón pedig már a sagittalis rés is fellelhető. Az éhszemölcs lapos, oldalt hajlik, a WARTHON-vezeték a caruncula oldalsó hajlásában nyílik. A nyelv alatt dudorok a szájfenek magasabb, patkóalakú szélső övének belső határán terülnek el, egész hosszukban a lateralis oldalra hajlanak, számos porussal, különösen fiatalabb példányokon, embriókban és a hátrább eső részleteiken.

A juh és a kecske szájfenekén az  $I_1$  mögött két egymáshoz közel eső, szinte egymás mellett helyeződő, sekély hosszanti apró mélyedés alakjában különböztethető meg az ACKERKNECHT-féle szerv, mely azonban a fogaktól aránylag távolabb esik, mint a többi patás állaton. Az árokszerű mélyedésben kecskén pontszerű nyílás látható. A kétoldali szerv között barázda húzódik a középvonalban. Az éhszemölcs a juliféléken jól elkülönül, oldalt hajlik. A nyelv alatt redők párhuzamosak, a kecskén bemetszésektől csapszerű részekre tagoltak, fiatalokén porusokkal, míg idősebb példányokon ilyenek nem találhatók.

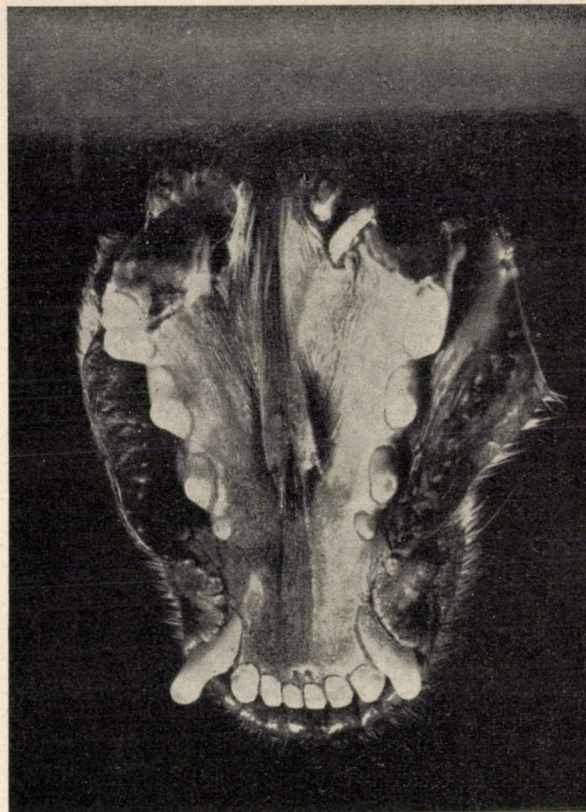
A szarvas ACKERKNECHT-szerve a metszőfogakhoz közelebb foglal helyet, úgyszintén a mediánsíkhöz is közelebb esik. Apró, hosszantovalis nyílása körül egy esetben túszurásnyi porusok voltak észrevehetőek. Az éhszemölcs hegyesebb, a plicák hosszabbak, porusok kisebb számban találhatók.

A sertés szájfenekének nyálkahártyája sima, redői nincsenek. Az ACKERKNECHT-féle szerv egészen elől a fogófogak,  $I_1$  között, az ínyhúson két apró pontszerű nyílás alakjában különböztethető meg, néha az egyik vagy mindkét oldalon is párosával, esetleg assymetriásan, többször sáncszerű duzzanattal körül foglaltva. A sertésnek éhszemölcse nincs. A plica sublingualis a nyelvfelek két oldalán gyengén fejlett, alacsony.

A kutya szájfeneke aránylag nagy; apicalis része téglalap alakú, hátulsó része a széjjeltérő zápfogak közé esik, itt vannak az éhszemölcsök és redőik. Az ACKERKNECHT-féle szerv a nyálkahártya gyakran erősebb pigmentációja miatt nem tűnik elő élesen. Nyílása az első metszőfogak, a fogófogak mögött található, hol a két oldalt caudalis irányban V-alakban összetérő rövid barázda sekély kerek mélyedésbe megy át; körülötte dudoros párnázottság tűnik szembe



(1. a 2. képen). Itt többféle variatio fordul elő, hosszabb rés, magasabb dudorok, távolabb eső rések, stb., melyek azonban sem a koral, sem a fajtával nem hozhatók összefüggésbe. Az éhszemölcs élesen kiemelkedik, mozgékonyabb és lágyabb, mint az Ungulatáké.



2. kép. Kutya szájfeneke. Az első metszőfogak mögött az Ackerknecht-féle szerv, hátrább az éhszemölcs és a belőle kiinduló redők.

Az éhszemölcstől előre alacsonyabb, hátrafelé magasabb redők indulnak ki, (1. a 2. képen), melyeken apró, nehezen megkülönböztethető porusok vannak.

A *macska* apró alsó fogófogai mögött éles pontszerű nyílások alakjában tűnik fel az ACKERKNECHT-féle szerv, tőle két sekély

sagittalis árok, illetőleg barázda húzódik az éhszemölcsöz, mely bunkószerűen kiemelkedik a barázda végén, rajta lupeval porusok és a WARTHON-vezeték nyílása vehető észre. Az éhszemölcs után következő redő oldalhajlik, körülötte kevés porus található.

A *nyérc* szájfenekét a középvonalban húzódó barázda felezi, ezenkívül még más hosszanti és harántbarázdáktól is egyenetlen. Az ACKERKNECHT-féle szerv közvetlenül az  $I_1$  mögött két hosszanti sáv, gödör vagy árok alakjában különböztethető meg, a jól kiemelkedő éhszemölcs caudalisan hosszú, magas plicába megy át, mely messze hátra nyúlik.

A *házinyúl* alsó két metszőfogának lingualis felületére a szájfenek nyálkahártyája párnázatosan reálhúzódik. ACKERKNECHT-féle szervet KELLER-nek<sup>8</sup> nem sikerült kimutatni, KRAUSE R.<sup>9</sup> a házinyúl mikroszkopos anatómiájáról szóló újabb művében sem említi, ezzel szemben ACKERMANN<sup>10</sup> megtalálta és nekem is volt alkalman közvetlenül a metszőfogak mögött aránylag hosszú, de keskeny, apicalisan kissé széjjeltérő barázdák alakjában e szervet feltalálni. Éhszemölcsse nincs a házinyúlnak, a WARTHON-vezeték a nyelvfelek két oldalán nyílik. Hiányzik a nyelvvalatti dudor is, a nyelvvalatti nyálmirigy a szájfenekén a szájzug síkjáig terjed, polystomaticus, a RIVINI-vezetékek a mirigy felső szélén nyílnak a szájfenekbe apró pontszerű nyílásokon.

Az ezekben vázolt *makroszkopos vizsgálati leletek* szerint az ACKERKNECHT-féle szerv a vizsgált tíz állatfaj mindegyikén előfordul az alsó első metszőfogak mögött különböző távolságban található változatos alakú és nagyságú árok, gödör vagy barázda alakjában, de nemcsak állatfajok szerint, hanem individualis különbségek is gyakoriak, melyek azonban nem hozhatók az életkorral vagy a testnagysággal összefüggésbe.

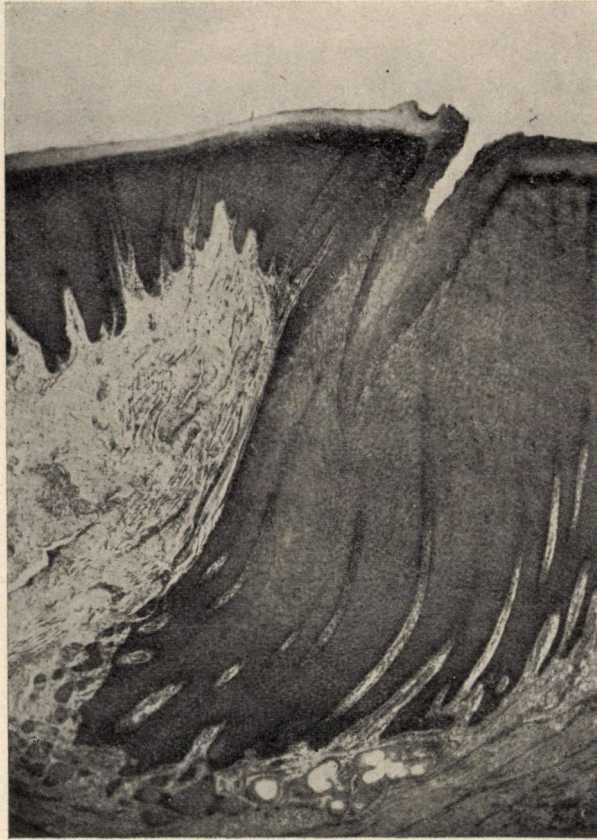
\*

A szájfenek mellékszerveinek *szövetani vizsgálata* az egyes állatfajok között lényegesebb különbségeket nem derített ki, ezért az ezekre vonatkozó leleteket együttesen ismertetem.

Az ACKERKNECHT-féle szervén a szájfenek cutan-jellegű nyálkahártyája beöblösödik. A nyílás egy vakon végződő szűkülő résbe vezet, melyet vastos többrétegű lapos hám bélel ki (l. a 3. és 4.



képen), ugyanitt az elszarusodott hámréteg is terjedelmesebb. A vakzsákszerű beöblösödés lingualisan, ferdén hátra és lefelé irányul, alsó vége többé-kevésbé élesen lekerekített, felső végén,



3. kép. Ló Ackerknecht-szervének hosszanti metszete. A hámréteg betűródésében elszarusodott sejtek. Ötvenszeres nagyítás.

kiindulása helyén a szomszédos papilláktól mély bemetszések különítik el. A mély hámbelsőződést fokozatosan kisebbedő papillák veszik körül. A szerv üret részben hagymalevélyszerűen elrendezett, koncentrikusan rétegezett elszarusodott hámsejtek töltik ki, fölöttük egynemű váladék található, néhány levált hámsejttel. A hám-



betűródés körüli kötőszövetben sok a hajszálér és elszórtan lymphás szövet is található körülötte (1. a 3. képen).

A hámréteg különösen nagy terjedelemben szarusodott el a kérődzők szájfenekén, ami az eosinnal festett készítményeken erősebben ötlik szembe, míg a húsevőkön az elszarusodás gyengébb. A fog felé eső oldalon is nagyobbfokú az elszarusodás, a nyelv felé eső részen ellenben vékonyabb a szarúréteg. Marha, de juh ACKER-



4. kép. Sertés Ackerknecht-szervének hosszanti metszete. A hámréteg betűródésének ürét részben elszarusodott sejtek töltik ki. Százsoros nagyítás.

KNECHT-szervén is nem ritkán előfordúl, hogy csupán a felülete mélyed be tölcésrszerűen, egyébként teljesen kitölti a hámréteg szarúréteg. A borjúembryók szájfenekéből készített metszeten a centralis sejtek nagy hólyagos sejtek, a peripheriasak laposabbak, ezek után tüskés sejtek, majd basalis egyrétegű germinatív réteg következik. A juh és a húsevők gyakran és erősebben pigmentált szájfenekén az ACKERKNECHT-szerv hámrétege pigmentben szegény, sőt a juhé pigmentnélküli is lehet. A sertés ACKERKNECHT-féle

szerve többnyire nem lekerekítetten végződik, hanem hegyes csúcban, lumene rendszerint elszarusodott hámsejtekkel kitöltött (l. a 4. képen), ugyanígy a kutyaé is, de ennek vége inkább bunkószerű. Valamennyi ez irányban vizsgált állatfaj ACKERKNECHT-szerve jól elhatárolódik a szomszédságától.

Az ACKERKNECHT-féle szerv a leírtak szerint a szájfenek hámrétegének betűrődéseként tűnik fel szöveti szerkezetében, mint hámcsap nyomul be a nyálkahártya saját rétegébe, tunica propria-jába, kötőszövetébe.

Az éhszemölcsön a hámréteg kevésbé szarusodott el, a nyálkahártya szemölcei apróbbak és ritkábbak, a WARTHON-vezeték nyílása körül karcsúbbak; a kötőszöveti hálózatban több rugalmas rost található, a rostok az éhszemölcs tengelyével párhuzamosan irányulnak. A kötőszövetben dús érálózat és néhány ideg, az éhszemölcs tövében kisebb idegfonat látható. A szemölcs éle felé, a WARTHON-féle vezeték nyílása körül fejlettebb nyirokszövet szigetenként fordul elő. A WARTHON-vezeték is többretegű lapos hám béleli.

Az éhszemölcs hámrétege valamennyi vizsgált állatfajban vékonyabb, hámsejtjei kisebbek és laposabbak, a papillaris réteg alacsony hullámos lefutású. A kutya WARTHON-vezetékének az éhszemölcsön túl következő részét kétrétegű hengerhám béleli, fala körül sok a nyirokszövet.

Végül a *nyelvalatti dudor, plica sublingualis v. caruncularis*, szintén gyengébben fejlett többretegű lapos hámmal borított, papillái kisebbek, zömökebbek, kötőszöve lazább szerkezetű. A vérerek körül sok benne a nyirokszövet, mely egyes helyeken behatol a hámrétegbe, a lymphocyták erősebb felhalmozódása következtében e helyeken a hámréteg folytonosságában megszakad, mire a nyirokszövet a porusok alakjában a felületen jelenik meg. A porusokkal szomszédos papillák azután rendszerint jobban megnyúlnak, erősebbek lesznek. A kötőszöveti rostok a felülettel párhuzamosak. A plica bőven ellátott vérerekkel, főképpen hajszálerekkel, a kötőszövetbe elvéve harántesikós izomrostok is behúzódtak a diaphragma oris felől. Az ACKERKNECHT-féle szervvel szemben a nyelvvalatti redők hámja vékony és alig szarusodott el, adott esetben a RIVINI-féle vezetékekbe is folytatódik.

A nyelvvalatti dudorra nyirokszövetben való gazdagsága jellemző, mely egyes helyeken halmazokban jelenik meg és tűszök keletkezésére vezet.

\*

Ami már most a szájfénéknek ezekben ismertetett mellékszerveinek *jelentőségét* illeti, úgy szerkezetük, valamint az összehasonlító anatómiai adatok figyelembe vételével közelfekvő az a gondolat, hogy azok egyfelől az emésztés szolgálatában állhattak, másfelől úgy, mint a mandolák, a fertőzés elleni védekezésre szolgálhattak.

Az ACKERKNECHT-féle szerv a szájfénék hámjának betűródése. Ennek mechanikai feladata, szerepe alig lehet, ennek ellene szól alakja, üreges szerkezete, csekély nagysága, terjedelme, ami inkább azt a gondolatot kelti fel, hogy valamely *csökevényes szerv* áll előttünk, melynek eredeti, ősi alakja az idők, illetőleg a fejlődés folyamán elmosódott, működése pedig megszűnt. Erre az emlősök szervezetében nem egy példát találunk, különösen a nemi szervek között. A szervek alkalmazkodása a megváltozott viszonyokhoz, létfeltételekhez a fejbél területén is több helyen kimutatható. Közismert a fogak alakulása a táplálék szétdarabolásának érdekében. De nemcsak progresszív, hanem regresszív irányban is történhet ez a változás. Egyes szervek fejlődése megindul ugyan, de azok nem fejlődnek ki teljesen, hanem fejlődésük korai szakában megállapodnak és fejletlen, kezdetleges, működésre nem alkalmas állapotban maradnak meg. Ilyen csökevényes szerv, rudimentum lehet az ACKERKNECHT-féle szerv is.

A szájfénéken a nyelv alatt nyálmirigyek találhatóak, melyek a szájból ektodermájának tömött csapszerű besarjadzásából fejlődnek, bennök másodlagosan úr keletkezik, mely az ektoderma felületén nyílik. A borjú- és sertésfetusokon végzett vizsgálataim éppen úgy, mint EBERLE<sup>7</sup> és TANNER<sup>12</sup> erre vonatkozó vizsgálatai is (júh-, illetőleg ember-, kutya- és macska-embryokon) azt állapították meg, hogy az ACKERKNECHT-féle szerv tisztán ektodermás eredetű, apró hámsarjából mirigyek módjára fejlődik, a hámsapokban később axialis és peripheriás zóna különül el, úr áll elő, míg papillák benne nem, hanem csupán szomszédságában jelennek meg. Az

ACKERKNECHT-féle szerv kezdeménye már a fejlődés korai szakában, a 65 cm hosszú embryóban mutatható ki, de már ekkor is különböző alakban és nagyságban mutatkozik, lekerekített bunkó-szerű vagy elhegyesedő véggel, kétoldalt assymetriásan, sőt egy esetben mellékággal. A nagyobb (82 cm hosszú) embryon e szerv nem nő a testnagysággal arányosan, visszamarad azonban fejlődésében is, szerkezete változatlan, ily módon csökevényes szervvé lesz.

Az ACKERKNECHT féle szerv ezek szerint a nyálmirigyekhez hasonlóan indul fejlődésnek. Az emlősök három, illetőleg négy nagyobb nyálmirigyn kívül (*glandula parotis, submaxillaris, sublingualis*, NUHN- vagy BLANDIN-féle *gl. lingualis anterior*) több kisebb nyálmirigy is vált ismertté (OPPEL)<sup>10</sup>, melyek részben a szájfeneken foglalnak helyet. A *hüllőkön* ugyanazon a helyen, ahol az ACKERKNECHT-féle szerv található, a fogak mögött felületesen a középvonalban a *glandula sublingualis anterior* jelenik meg, mely azután hátrafelé a nyelv irányában két szárra válik szójjel. Kivezető csövei elől kétoldalt a középvonal mellett nyílnak. A fejlődés hasonlósága mellett tehát a topographiai viszonyok is ama feltevés mellett látszanak szólni, hogy az ACKERKNECHT-féle szerv a *glandula sublingualis anterior* elülső részének felel meg, mely a leírt állatfajokban feleslegessé vált a többi nyálmirigy hatalmas fejlődése következtében, működése megszűnt, a szerv csökevényes alakban maradt meg. A *gl. sublingualis anterior* e hanyatló átalakulására emlékeztet egy másik nyálmirigy hasonló esete. Több emlősön, de az emberen is a phylogeniai fejlődés korábbi szakaiban egy *parotis primitiva* fordult elő, melynek BROMAN<sup>8</sup> és STRANDBERG<sup>11</sup> szerint az emlős (és ember-)embryókon a fültömirigy mögött ma is mutakozó CHIEVITZ-féle szerv felel meg, e szerv a haladó korról sorvad és teljesen elmúlik. Az ember szájfenekén az ACKERKNECHT-féle szerv is csak embryonális korban található (EBERLE<sup>7</sup> 15 7-6—62 mm hosszú embryo közül két esetben állapította meg), később nyomtalanul eltűnik.

A fejlődéstani és összehasonlító anatómiai vizsgálatok alapján az ACKERKNECHT-féle szerv csökevényes nyálmirigynek, a *glandula sublingualis anterior* maradványának, rudimentumának minősíthető. Sokkal inkább helytálló és elfogadható e feltevés, mint KELLER<sup>8</sup> ama másik nézete, mely szerint a fog mögött való helyeződése és

különösen a benne észlelhető elszarusodás mechanikai szerepére, jelentőségére enged következtetni, e szerint a felvett táplálék felaprózásánál, a rágásnál működne közre, szilárdabb, ellentállóbb alapul szolgálna a feldaraboláskor ; ez utóbbi művelet talán inkább a mirigyves működés megszüntetésénél játszott közre.

Az éhszemölcs és a nyelv alatt redők egyfelől a submaxillaris és sublingualis nyálmirigyekkel állnak szoros összefüggésben, e mirigyek kivezető csövei, a WARTHON-, illetőleg a BARTHOLIN- és RIVINI-féle vezetékek, továbbá a nyelv alatt nyálmirigy befogadása útján, másfelől azonban azok nyálkahártyájának szöveti szerkezete, nevezetesen nyirokszövetben való gazdagsága más irányú jelentőségükre is enged következtetést vonni. Úgy az éhszemölcs, mint a vele összeköttetésben álló redők nyálkahártyájában a nyirokszövet nemcsak elszórtan, diffuse fordul elő, hanem a mandolákhoz hasonló elrendeződésben és alakban ; ez utóbbi részletek a szájfenék felületén porusokban nyílnak ACKERKNECHT<sup>1, 2</sup> ezeket az éhszemölcsön és nyálkahártyaredőin, továbbá ezek közvetlen szomszédságában előforduló, krátterszerűen bemélyedő árkokkal a felületre jutó nyirokszövet-halmazokat *tonsilla sublingualis*-nak nevezte el. Valóban a mandolákra emlékeztet külső megjelenésük és szöveti szerkezetük, de fejlődésük is, amennyiben ezek is eredetileg hámképződmények, az előbb ismertetett glandula sublingualis anterior csökevényéhez hasonlóan itt is a hám tömött csapokban nő be az alatta levő kötőszövetbe és csak utólag hatolnak be és infiltrálják fehér vérsejtek.

A szájfenék mellékszervei közül az első két metszőfog, a fogfogok mögött található hámbetürődés, az ACKERKNECHT-féle szerv az összehasonlító anatomiai és fejlődéstani vizsgálatok adatai szerint egy az emlős állatokon elmaradt nyálmirigynek, a *glandula sublingualis anterior*-nak csökevénye, rudimentuma, az éhszemölcsön és a vele összeköttetésben álló redőkön előforduló nyílások, porusok, pedig *tonsilla sublingualis*-nak felelnek meg.



## Irodalom. — Literatur.

1. ACKERKNECHT E.: Ein eigenartiges Organ im Mundhöhlenboden der Säugetiere. Anatomischer Anzeiger 41. 1912.
2. ACKERKNECHT E.: Zur Topographie des präfrenularen Mundhöhlenbodens vom Pferde. Archiv für Anatomie. 1913.
3. ACKERMANN O.: Neues über das Vorkommen des Ackerknecht'schen Organs in der Säugetierreihe. Anatomischer Anzeiger 57. 1924.
4. BROMAN I.: Über Chievitz' Organ und dessen Bedeutung nebst Bemerkungen über die Phylogenese der Glandula parotis. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte 22. 1916.
5. CHIEVITZ I. H.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Speicheldrüsen. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung 9. 1885.
6. COEBERGH H.: Das Organ von Ackerknecht bei Bradypodidae. Anatomischer Anzeiger 69. 1930.
7. EBERLE W.: Zur Entwicklung des Ackerknecht'schen Organs. Anatomischer Anzeiger 60. 1925.
8. KELLER E.: Über ein rudimentäres Epithelialorgan im präfrenularen Mundboden der Säugetiere. Anatomischer Anzeiger 95. 1922.
9. KRAUSE R.: Mikroskopische Anatomie in Einzeldarstellungen. I. Das Kaninchen. Leipzig, 1901.
10. OPPEL A.: Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. III. Teil. Jena, 1900.
11. STRANDBERG A.: Beitrag zur Kenntnis des Chievitz'schen Organs. Anatomischer Anzeiger 51. 1918.
12. TANNER C.: Die Entwicklung des Ackerknecht'schen Organs beim Schaf. Anatomischer Anzeiger 61. 1926.
13. WEBER M.: Die Säugetiere. I/II. Jena, 1927.
14. ZIMMERMANN Á.: Fejlődéstan. II. k. Budapest, 1922.
15. ZIMMERMANN Á.: Háziállatok anatómiája. II. k. Budapest, 1923.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. június 1-én tartott üléséből.)

# ÜBER DIE NEBENORGANE DES MUNDBODENS.

Von GUSTAV ZIMMERMANN.

Die von E. ACKERKNECHT beschriebenen, teils rudimentäre Nebenorgane im Mundboden der Säugetiere wurden bei zehn Tierarten (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Edelhirsch, Schwein, Hund, Katze, Nerz, Kaninchen) einer eingehenden makroskopischen und histologischen Untersuchung unterworfen, ausserdem ihre Entwicklung, Herkunft und Bedeutung abzuklären versucht.

Bei sämtlichen untersuchten Tierarten konnte man das ACKERKNECHT'sche Organ als eine paarige, mehr-minder symmetrische, kleine grubige Vertiefung in der Schleimhaut des Mundbodens dicht hinter der ersten Schneidezähne ( $I_1$ ) feststellen. Ihre Form und Grösse weist individuelle Schwankungen auf. Sie verlaufen schräg nach hinten und unten teils als solide Epithelsprossen, doch kommen auch vielfach hohle Formen als blindsackartige Einstülpungen vor, deren Lumen meist von verhornten Zellen ausgekleidet ist. Die Anlage, Form, Ausbildung, der Bau deuten darauf hin, dass das ACKERKNECHT'sche Organ ein *Rudimentärorgan* sei, das der *Glandula sublingualis anterior* entspricht, frühzeitig auftritt, aber auf einer primitiven Entwicklungsstufe stehen bleibt und als Rudiment keine funktionelle Bedeutung besitzt.

An und neben der Hungerwarze, sowie bei den Schleimhautfalten, die mit ihr in Zusammenhange stehen, finden sich kleine Poren vor, die zu in der Schleimhaut gelegenen lymphoiden Gewebekomplex führen und in ihrer Gesamtheit als *Tonsilla sublingualis v. paracaruncularis* bezeichnet werden sollen. Diese Mandelbildung geht aus Epithelsprossen hervor, ebenso wie die Drüsenanlage, doch wandern nachher massenhaft Lymphzellen ein. Die *Tonsilla sublingualis* dient zum Schutze gegen Infektionsgefahr.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

# KONVEX FELÜLETEK CENTRÁLIS FELÜLETE.

SZ. NAGY GYULÁ-tól.

## 1. Bevezetés.

Egy  $F$  konvex felület  $q$  irányu húrjai közül a legnagyobbat vagy, amennyiben több ilyen legnagyobb van, a legnagyobbakat  $q$  irányu *nagyhúr*nak, *átmérő*nek vagy *nagyhúrok*nak, *átmérők*nek fogjuk nevezni.<sup>1</sup> Az  $F$  konvex felület lehet szögletes vagy görbe felület. Ha az  $F$  felület nagyhúrait párhuzamosan úgy toljuk el, hogy felezőpontjaik a térnek egy fix  $O$  pontjával összeessenek, akkor az így eltolt nagyhúrok végpontjai egy középponttal bíró  $F^*$  felületet határoznak meg. Ezt a felületet az  $F$  konvex felület *centrális felületének* vagy röviden *centrálisának* nevezzük. Középponttal bíró konvex felület centrálisa önmagával kongruens.

Főcélunk kimutatni a következő tételt :

*Egy konvex felületnek centrálisa szintén konvex felület. A konvex felületnek és centrálisának bármely síkra való orthogonális projekciója két egyenlő kerületű konvex görbe.*

Ennek a tételnek kimutatása végett előbb konvex síkgörbékre bizonyítunk be néhány, részben ismert tételt. Ezeknek kimutatását annál kevésbé tarthatjuk feleslegesnek, mivel súlyt helyeztünk arra, hogy szemben a főleg analitikus úton nyert eredményekkel

---

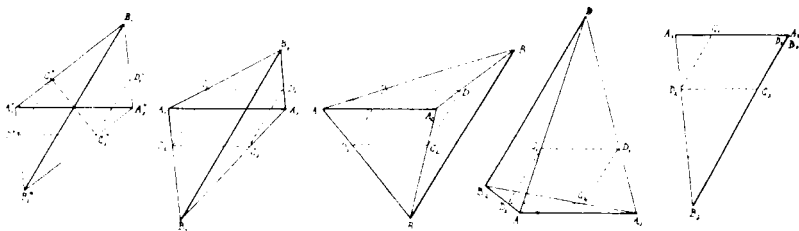
<sup>1</sup> Bármily  $q$  irányhoz egyértelműleg is rendelhetünk egy nagyhúrt. Ez a nagyhúr abban a  $q$  irányban, amelyben több egyenlő nagyságú legnagyobb húrja van a konvex felületnek, az ezen legnagyobb húrok által alkotott párhuzamos sáv vagy henger súlyvonala. Lásd K. ZINDLER: Über konvexe Gebilde III., Monatshefte f. Math. u. Physik 32. köt. (1922), 113. old.

a lehető legegyszerűbb eszközökkel, szemléletes geometriai formában állapítsuk meg azokat.<sup>1</sup>

## 2. Egy planimetriai és stereometriai segédtétel.

Nevezzük az  $A_1B_1A_2B_2$  négyszög átlós parallelogrammáinak mindazokat a parallelogrammákat, amelyeknek oldalai a négyszög  $A_1A_2$  illetve  $B_1B_2$  átlóival párhuzamosak, szögpontjai pedig a négyszög oldalain vannak, akkor kimondhatjuk a következő tételt:

Ha az  $A_1^*B_1^*A_2^*B_2^*$  szögpontokkal bíró  $N^*$  parallelogrammának és az  $A_1B_1A_2B_2$  szögpontokkal bíró  $N$  négyszögnek  $A_1^*A_2^*$  és  $A_1A_2$  illető-



leg  $B_1^*B_1^*$  és  $B_1B_2$  átlói egyező irányúak és egyenlő nagyságúak, akkor az egyik négyszög minden egyes átlós parallelogrammájával van a másik négyszögnek (párhuzamos oldalakkal bíró) kongruens átlós parallelogrammája és viszont.

Az  $N$  négyszög lehet akármilyen síknégyszög, de lehet térbeli négyszög is. Magából a tételből is következik, hogy a tétel akkor is áll, ha az  $N^*$  négyszög nem parallelogramma. Mi azonban a tételt csak abban az esetben fogjuk alkalmazni, amikor az  $N^*$  négyszög parallelogramma.

<sup>1</sup> K. JORDAN és R. FRIEDLER: a) Contribution a l'étude des courbes convexes fermées et de certaines courbes qui s'y rattachent, Paris (1912), Hermann et fils.

b) Courbes Orbiformes, Archiv der Math. u. Phys. III. 21. köt. (1913), 226—235. old.

c) Zárt konvex görbéekkel kapcsolatos görbékről, Math. és Phys. Lapok 24. köt. (1915), 207—228. old.

A tételt először arra az esetre bizonyítjuk be, amikor az  $N$  négyszög síkbeli négyszög, amely különben lehet konvex, konkáv, önmagát metsző, de átmehet háromszögbe is, amikor a két átlónak egy-egy végpontja közös. (Lásd az ábrát.)

Ha  $C_1^*C_2^*$  az  $N^*$  paralelogramma középpontján átmenő tetszőleges húrja, amelynek  $C_1^*$  illetőleg  $C_2^*$  végpontja az  $A_1^*B_1^*$  illetőleg  $A_2^*B_2^*$  oldalon van, akkor a  $C_1^*$  és  $C_2^*$  ponton át az  $A_1^*A_2^*$  átlóval párhuzamos egyenesek a paralelogramma másik két oldalát olyan  $D_1^*$  illetőleg  $D_2^*$  pontban találják, hogy a  $C_1^*D_1^*C_2^*D_2^*$  négyszög az  $N^*$  négyszögnek átlós paralelogrammája. Ha  $a$  illetőleg  $b$  jelöli az  $A_1^*A_2^*$  és  $A_1A_2$  illetőleg  $B_1^*B_2^*$  és  $B_1B_2$  átlók hosszát és ha

$$B_1^*C_1^* : C_1^*A_1^* = \lambda_1 : \lambda_2 \quad \text{és} \quad \lambda_1 + \lambda_2 = 1 \quad (\lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0),$$

akkor nyilvánképen

$$B_1^*C_1^* : C_1^*A_1^* = B_1^*D_1^* : D_1^*A_1^* = B_2^*C_2^* : C_2^*A_2^* = B_2^*D_2^* : D_2^*A_2^* = \lambda_1 : \lambda_2$$

és

$$C_1^*D_1^* = C_2^*D_2^* = \lambda_1 \cdot a, \quad C_1^*D_2^* = C_2^*D_1^* = \lambda_2 \cdot b$$

Ha az  $N$  négyszög oldalain olyan  $C_1, D_1, C_2$  illetőleg  $D_2$  pontot veszünk fel, hogy

$$B_1C_1 : C_1A_1 = B_1D_1 : D_1A_1 = B_2C_2 : C_2A_2 = B_2D_2 : D_2A_2 = \lambda_1 : \lambda_2,$$

akkor a  $C_1D_1C_2D_2$  nyilvánvalóan az  $N$  négyszögnek átlós paralelogrammája és

$$C_1D_1 = C_2D_2 = \lambda_1 \cdot a \quad \text{és} \quad C_1D_2 = C_2D_1 = \lambda_2 \cdot b$$

A  $C_1^*D_1^*C_2^*D_2^*$  és a  $C_1D_1C_2D_2$  négyszögek kongruenciájából következik síkbeli négyszögekre a kimondott tétel.

Ha az  $N$  négyszög térbeli, akkor négy oldala és két átlója egy  $T$  tetraédernek hat éle. Ebből a tetraéderből az olyan és csak az olyan síkok metszenek ki az  $A_1A_2$  és  $B_1B_2$  éllel párhuzamos oldalu négyszögeket, amelyek e két éllel párhuzamosak. Ezek a síkok metszik ki tehát az  $N$  négyszög átlós paralelogrammáit. Az  $N$  négyszögnek egy olyan síkra való derékszögű projekciója, amely az  $A_1A_2$  és  $B_1B_2$  éllel párhuzamos, olyan  $N'$  négyszög, amelynek átlói az  $N$  négyszög átlóival párhuzamosak és egyenlők. Ez a projekció az  $N$  négyszög átlósparalelogrammáit az  $N'$  négy-

szög kongruens átlós paralelogrammába viszi át és megfordítja. Ebből most már térbeli négyszögekre is következik a kimondott tétel.

### 3. Konvex görbékről és centrálisukról.

Egy  $G$  konvex síkgörbe  $q$  irányú *nagyhúrja* vagy *átmérője* a  $q$  irányú húrok közül a legnagyobb vagy egyik a legnagyobbak közül.

*Egy konvex görbe egy nagyhúrjának végpontjain keresztül mindig húzhatunk párhuzamos támaszegyenespárt, egynél többet azonban csak akkor, ha a nagyhúrnak mindkét végpontja szögpontja a görbének.*

Legyen  $AB$  a  $G$  konvex görbének egy nagyhúrja és jelölje  $a$  és  $b$  az  $A$  illetőleg  $B$  ponton átmenő két támaszegyeneset, vagy, ha ilyen több van, azt a két szélső támaszegyeneset, amely az  $AB$  nagyhúrnak az egyik oldalán az  $AB$  nagyhúrral a legkisebb összegű belső szögeket alkotja. Állítjuk, hogy az  $a$  és  $b$  egyenesek az  $AB$  nagyhúr felvett oldalán nem tarthatnak szét. Ha ugyanis széttartának, akkor lehetne az  $A$  és  $B$  pontokból az  $AB$  nagyhúr felvett oldalán kiinduló olyan  $a_1$  és  $b_1$  félegyeneseket húzni, amelyek az  $a$  és  $b$  egyenesek közé esnek, de még széttartanak. E két félegyenesnek azonban volna darabja a  $G$  görbén belül és így lehetne az  $AB$  húrhoz elég közel olyan párhuzamos egyeneset húzni, amely az  $a_1$  és  $b_1$  félegyeneseket a görbén belül metszené. Ez az egyenes azonban a görbéből az  $AB$  nagyhúrnál nagyobb hűrt metszene ki. Ebből az ellentmondásból következik az állítás és vele a kimondott tétel igazsága, mivel a bizonyítás az  $AB$  nagyhúr másik oldalán legjobban összehajló két támaszegyenesre is áll.

Ha *támaszpontnak* vagy *támaszpontoknak* nevezzük egy támaszegyenesnek a  $G$  konvex görbével való közös pontját vagy pontjait, *támaszegyenespárnak* a görbe két párhuzamos támaszegyenesét, *támaszpontpárnak* egy támaszegyenespár két egyenesén fekvő egy-egy támaszpontból álló pontpárt, akkor nyilvánvaló az előbb kimutatott tételnek következő megfordítása :

*Egy konvex görbe támaszpontpárjait összekötő egyenes vonaldarabok mind nagyhúrok.*

Ha egy  $G$  konvex görbe nagyhúrjait párhuzamosan úgy toljuk

el, hogy azok felezőpontjai egy  $O$  pontba essenek, akkor azok végpontjai a  $G$  görbe  $G^*$  centrálisát határozzák meg.

*Egy konvex görbe centrálisja mindig konvex görbe.*

Ha  $A_1^*$  és  $B_1^*$  a  $G^*$  görbe két tetszőleges pontja és  $A_2^*$  illetőleg  $B_2^*$  e két pontnak az  $O$  középpontra vonatkozó tükörképe, akkor a tétel igazolása végett azt kell kimutatnunk, hogy az egész  $A_1^*B_1^*$  vonal darab, sőt az  $A_1^*B_1^*A_2^*B_2^*$  szögpontokkal bíró egész  $N^*$  parallelogramma hozzátartozik a  $G^*$  görbe által határolt csillagtartományhoz. A tétel tehát ki van mutatva, ha bebizonyítjuk, hogy az  $N^*$  parallelogramma  $O$ -n átmenő tetszőleges  $C_1^*C_2^*$  húrjával van a  $G$  görbének párhuzamos és legalább akkora húrja.

A  $G$  és  $G^*$  görbék közötti vonatkozás miatt a  $G$  görbének van az  $A_1^*A_2^*$  és  $B_1^*B_2^*$  húrokkal egyező irányú és egyenlő nagyságú  $A_1A_2$  illetőleg  $B_1B_2$  nagyhúrja, amelyek az  $A_1B_1A_2B_2$  szögpontokkal bíró  $N$  négyszögnek átlói.

A  $C_1^*C_2^*$  az  $N^*$  parallelogramma egy átlós parallelogrammájának átlója. A segédtétel szerint van az  $N$  négyszögnek ezzel az átlós parallelogrammával párhuzamos oldalu kongruens átlós parallelogrammája. Ez utóbbi átlós parallelogramma az  $N$  négyszöget magában foglaló legkisebb konvex tartománnyal együtt benne van a  $G$  görbe által bezárt konvex tartományban. A  $G$  görbének tehát van a  $C_1^*C_2^*$ -vel párhuzamos és legalább is akkora húrja.

Ezzel kimutattuk, hogy a  $G^*$  centrális görbe konvex. A tételnek egyszerű következménye a következő tétel:

*Egy konvex görbe centrálisának középpontján átmenő húrok mind nagyhúrok. Egy konvex görbe és centrálisja párhuzamos nagyhúrainak egyenlők.*

Ha ugyanis a  $G^*$  centrális görbének  $P_1Q_1$  húrja nagyobb volna, mint a középponton átmenő párhuzamos  $A_1A_2$  húrja, akkor a  $P_1Q_1$  húrnak a középpontra vonatkozó  $P_2Q_2$  tükörképe is húrja volna a  $G^*$  görbének, de ekkor a görbe nem lehetne konvex, mert  $A_1$  és  $A_2$  pontjai a  $P_1Q_1P_2Q_2$  parallelogramma belsejébe esnének. Ebből az ellentmondásból következik a tétel első, s abból a második fele.

A bizonyításból egyszersmind következik, hogy a  $G^*$  görbe párhuzamos nagyhúrjainak végpontjai két párhuzamos egyenesen vannak, s e két egyenes a görbe e párhuzamos nagyhúrjainak végpontjain keresztül menő egyedüli támaszegyenespár.



Ha az  $A_1A_1$  és  $A_1^*A_2^*$  pontpár egy konvex görbén illetőleg centrálisán megfelelő támaszpontpár, (vagyis ha a két görbe  $A_1A_2$  illetőleg  $A_1^*A_2^*$  húrjai párhuzamos nagyhúrok), akkor a két támaszpontpár közül akármelyiken áthaladó támaszegyenespárok a másikon áthaladó támaszegyenespárokkal párhuzamosak.

Először azt mutatjuk ki, hogy az  $A_1A_2$  támaszpontpáron áthaladó  $a_1a_2$  támaszegyenespárral az  $A_1^*A_2^*$  támaszpontpáron keresztül párhuzamosan húzott egyenespár a  $G^*$  centrális görbére nézve támaszegyenespár. E célból az  $A_1A_2$  nagyhúr felezőpontját választjuk a  $G^*$  görbe középpontjának, amikor az  $A_1^*A_2^*$  nagyhúr összeesik a  $G$  konvex görbe  $A_1A_2$  nagyhúrjával. Mivel a  $G$  görbe teljesen az  $a_1$  és  $a_2$  egyenesek alkotta párhuzamos sávba esik, azért egy húrja se lehet nagyobb, mint a hűrt tartalmazó egyenesnek a sávba eső darabja. Ebből következik, hogy a  $G^*$  görbének sem lehet a párhuzamos sávon kívül pontja, s így az  $a_1$  és  $a_2$  egyenesek a  $G^*$  görbének is támaszegyenesei. Ezzel a tétel első része be van bizonyítva.

Most kimutatjuk, hogy a  $G^*$  görbe  $A_1^*$  pontján átmenő  $a_2^*$  támaszegyenesével az  $A_1$  ponton át párhuzamosan húzott  $a_1$  egyenes a  $G$  görbének támaszegyenesese. Ennek kimutatása végett szerkesztjük meg  $A_2$  körül mint középpont körül a  $G^*$  centrális görbét és azután a középponttól a görbe pontjaiig mért távolságok kétszeresre nyújtásával a  $G^*$  görbéhez hasonló és hasonlófekvésű  $\Gamma$  konvex görbét. A két görbe helyzetéből következik, hogy a  $G^*$  görbe  $a_1^*$  támaszegyenesével az  $A_1$  ponton párhuzamosan húzott  $a_1$  egyenes a  $\Gamma$  görbének támaszegyenesese. A  $\Gamma$  görbe egy  $P$  pontját az  $A_2$  középponttal összekötő  $PA_2$  vonal darab a szerkesztés miatt a  $G$  görbe vele párhuzamos nagyhúrjával egyenlőhosszú, s így nem lehet kisebb, mint a  $G$  görbének a  $PA_2$  egyenesre eső húrja. Ebből következik, hogy a  $G$  görbe a  $\Gamma$  konvex görbe belsejébe esik és így, mivel az  $A_1$  pont a  $G$  és  $\Gamma$  görbék közös pontja, a  $\Gamma$  görbe  $a_1$  támaszegyenesese a  $G$  görbének is támaszegyenesese. Ebből most már következik a tétel második fele is, mert az  $a_1$  és  $a_1^*$  egyenesek párhuzamosak.

Ha egy konvex görbe  $q$  irányú szélességén az erre az irányra merőleges két támaszegyenesnek egymástól való távolságát értjük, akkor az előbb kimutatott tételből következik a következő :

*Egy konvex görbének és centrálisának szélessége bármely irányban egymással megegyezik.*

Ha ugyanis  $A_1A_2$  a  $G$  konvex görbének egy nagyhúrja és  $a_1a_2$  az  $A_1A_2$  pontokon átmenő egy támaszegyenespárja, akkor a  $G^*$  görbének az  $A_1A_2$ -vel párhuzamos  $A_1^*A_2^*$  nagyhúrja végpontjain az  $a_1a_2$  egyenespárral párhuzamosan húzott  $a_1^*a_2^*$  egyenespár a  $G^*$  görbére nézve támaszegyenespár. Minthogy az  $A_1A_2$  és  $A_1^*A_2^*$  nagyhúrok egyenlőhosszúak és az  $a_1a_2$  és  $a_1^*a_2^*$  egyenesekkel egyenlő szögeket alkotnak, azért a két egyenespár egyeneseseinek egymástól való távolsága ugyanaz.

A  $G$  és  $G^*$  görbék támaszegyenespárjainak ebből a tulajdonságaiból következik a  $G^*$  görbe következő tangenciális szerkesztése :

*Ha egy konvex görbe támaszegyenespárjait párhuzamosan úgy toljuk el, hogy azok középvonalai egy fix  $O$  ponton menjenek át, akkor az így eltolt támaszegyenespárok a konvex görbe  $O$  középpontú centrálisát burkolják.*

A centrális görbe kétféle értelmezéséből következik a következő tétel :

*Ha egy konvex görbének és egy középponttal bíró másik konvex görbének ugyanolyan irányú szélességei egyenlők, akkor párhuzamos nagyhúrjaik egyenlőhosszúak.*

A legegyszerűbb konvex görbe a háromszög. Ennek centrálisja olyan hatszög, melyben a szemközt fekvő szögpontokat összekötő átlók egymást felezik és a háromszög oldalaival rendre párhuzamosak és egyenlőhosszúak. A hatszög szemközt fekvő oldalai páronként párhuzamosak a háromszög oldalaival és azok felével egyenlőhosszúak.

Az  $ABC$  háromszögnek minden nagyhúrja ugyanis keresztül-megy legalább egy szögpontra. Az  $A$  szögpontra átmenő nagyhúrok a  $BC$  oldal pontjait  $A$ -val összekötő vonalrészletek. Ezek felezőpontjait egy pontba eltolva a párhuzamosan eltolt nagyhúrok végpontjai a  $BC$  oldallal párhuzamos és annak felével egyenlő hosszú két vonalrészletre esnek. Ebből most már következik a kimondott tétel. Egyszerűsége miatt beláthatjuk azt is, hogy az  $ABC$  háromszögnek és centrálisának kerülete ugyanakkora.

Egészen általánosan igaz a következő tétel :

*Egy konvex görbének és centrálisának kerülete egyenlőhosszú.*

Ezt a tételt először poligonokra bizonyítjuk be.

Ha  $a$  a  $G$  konvex poligonnak egyik oldala és  $A$  az  $a$  oldaltól legtávolabb fekvő szögpontja a  $G$  poligonnak, akkor a poligonnak azok a nagyhúrai, amelyek az  $a$  oldalnak egy  $P$  pontjából indulnak ki, mind az  $A$  szögpontban végződnek, mert az  $a$  oldalt tartalmazó egyenes és vele az  $A$  ponton húzott párhuzamos a poligonnak támaszegyenespárja és mert a  $P$  pontokon más támaszegyenes nem megy keresztül. A  $G^*$  centrálisán az  $AP$  nagyhúrokkal párhuzamos nagyhúroknak végpontjai két egyenlő, együttvéve az  $a$  oldal hosszával egyenlő egyenes vonalдарabon vannak.

Ha a konvex poligonnak  $a$  oldalától egynél több legtávolabb fekvő pontja van, vagyis a konvex poligonnak van az  $a$  oldalával párhuzamos  $b$  oldala, akkor e két oldal egyik pontjából kiinduló nagyhúrok a másik oldalon végződnek. Könnyű belátni, hogy a  $G$  poligon ezen nagyhúrjaival párhuzamos nagyhúrok végpontjai a  $G^*$  centrális ábrán az  $a$  és  $b$  oldalakkal párhuzamos  $\frac{a+b}{2}$  hosszúságú két egyenes vonalдарabra esnek, a kettőnek együttes hossza tehát  $a+b$ .

A  $G$  poligon egy olyan oldalának tehát, amellyel a poligonnak nincs párhuzamos oldala, centrálisának ugyanolyan hosszúságot kitevő két darabja felel meg, két párhuzamos oldalnak pedig a  $G^*$  centrális ábrán a két oldal összegét kitevő két egyenesdarab felel meg. Ha a  $G$  poligon valamennyi oldalának belsőpontjaiból és végpontjaiból kiinduló nagyhúrokat számbavettük, akkor a poligon valamennyi nagyhúrját megkapjuk. Ebből következik, hogy a  $G$  és  $G^*$  poligonok egyenlőkerületűek.

Tetszőleges  $G$  konvex görbére a tételt úgy mutatjuk ki, hogy a  $G$  görbét megközelítjük a bérrható konvex  $P_1, P_2, \dots$  poligonoknak egy konvergens sorozatával. A  $G$  görbén felveszünk bizonyos számú nagyhúrt, s ezeknek végpontjait választjuk az első konvex poligon szögpontjainak, más szóval: az első konvex poligon a felvett nagyhúrokat magában foglaló legkisebb konvex poligon. A további megközelítő poligonok újabb nagyhúroknak a régiekhez csatolásával és így újabb szögpontoknak a meglévőkhöz való hozzászámítással nyerhetők. Abból az elemi tételből, hogy egy konvex

poligon kerülete kisebb, mint bármely azt közülfogó egyszerűen zárt görbe kerülete, következik, hogy a  $P_1, P_2, \dots$  poligonsorozat kerületei monoton növé (vagy legalább is nem fogyó) sorozatot alkotnak. Ez a sorozat egyszersmind korlátos is, mert valamennyi poligon kerülete kisebb, mint a  $G$  görbe kerülete és kisebb mint a  $G$  görbét magában záró akármilyen  $\bar{P}$  konvex poligon. A  $G$  görbébe beírható ilyen poligonok alkalmas sorozatával a görbe kerületét tetszőleges pontossággal meg lehet közelíteni.

A  $G$  görbét megközelítő  $P_1, P_2, \dots$  konvex poligonok centrális  $P_1^*, P_2^*, \dots$  ábrái nyilvánképen olyan konvex poligonok, amelyek közül akármelyik a következő poligonokon belül van, valamennyi a  $G^*$  centrális görbének és a  $G^*$  görbével együtt a  $\bar{P}$  poligon  $\bar{P}^*$  centrálisának belsejében fekszik. Akármelyik  $P_k^*$  ( $k=1, 2, \dots$ ) poligonnak van azonban közös pontja a  $G^*$  görbével, mert a  $G$  görbének a  $P_k^*$  poligont származtató nagyhúrjaival a  $G^*$  görbe középpontján átmenő párhuzamos nagyhúrok a  $P_k^*$  poligonnak is nagyhúrai.

Ilyen  $P_k^*$  poligonokkal pedig tetszőleges pontossággal meg lehet a  $G$  görbe kerületét közelíteni. Ha ugyanis a  $P_m$  poligon a  $G$  görbe kerületét a kívánt pontossággal megközelíti, de a  $P_m^*$  centrális poligon a  $G^*$  görbe kerületét még nem, akkor a  $G^*$  alkalmas nagyhúrjainak a  $P_m^*$  poligonhoz való csatolása által a  $G^*$  görbe kerületét a kívánt pontossággal megközelítő  $P_n^*$  konvex poligont kaphatunk. Ha a  $G$  görbének a  $G^*$  most felvett nagyhúrjaival párhuzamos egy-egy nagyhúrját a  $P_m$  konvex poligonhoz csatoljuk, olyan  $P_n$  konvex poligont kapunk, hogy ez a  $G$  görbének,  $P_n^*$  centrális pedig a  $G^*$  görbének kerületét legalább is a kívánt pontossággal megközelíti.

Ebből következik a kimondott tétel igazsága, mivel bármely konvex poligon centrálisával egyenlőkerületű.

Azok a tételek, amelyek a  $G^*$  görbének a  $G$  görbével való összefüggését fejezik ki,<sup>3</sup> érvényesek a  $G^*$  görbe és egy más  $G'$  konvex

<sup>3</sup> JORDAN K. és FIEDLER R. (idézett helyeken) a  $G^*$  centrális görbét azzal a tulajdonságával jellemzik, hogy szélessége bármely irányban a  $G$  görbe szélességével egyezik. A  $G$  és  $G^*$  görbék közötti összefüggéseket: a  $G^*$  görbe konvex voltát konvex  $G$  görbe esetén, a két görbe párhuzamos nagyhúrjainak, átmérőinek egyenlőségét, továbbá kerületük egyezését támaszszögfüggvényekkel (első és második differenciálhányadosokkal és integráljukkal) analitikusan igazolják.

görbe között is, ha ennek is  $G^*$  a centrális ábrája, ennél fogva a  $G$  és  $G'$  görbék között is állanak fenn ilyen összefüggések. Így tehát igaz a következő tétel is :

*Mindazoknak a konvex görbéknek, melyeknek párhuzamos nagyhúrjaik egyenlőhosszúak, ugyanazon irányú szélességeik is megegyeznek és megfordítva: ha a konvex görbék ugyanazon irányú szélességei egyenlőhosszúak, akkor párhuzamos nagyhúrjaik egyenlők. Az ilyen görbék egyenlőkerületűek.*

Az olyan konvex görbék, amelyeknek centrális kör, állandó szélességű görbék, mert szélességük bármely irányban ugyanaz. Az állandó szélességű görbéknek viszont kör a centrális görbójük. Az állandó szélességű görbékre az előző tételből következik az ismert BARBIER-tétel :

*Az állandó szélességű görbék kerülete az ugyanazon szélességű kör kerületével egyenlő.*

#### 4. Konvex felületek centrális felülete.

Az olyan egyenes, amely a végesben fekvő  $F$  konvex felületen belül fekvő pontok közül egyen sem megy keresztül, de amelynek van közös pontja a felülettel, *támaszegyenes*. Az  $F$  felülete egy pontján keresztülmenő olyan sík, amelynek a felület egy oldalán fekszik, *támaszsík*. A felületnek a támaszsíkra eső pontja vagy pontjai *támaszpontok*. A konvex felület pontjai kétfélek: közönséges és kivételes vagy szinguláris pontok. Közönséges pontokban a felületnek csak egy támaszsíkja van, amelybe bele esnek az illető ponton átmenő összes támaszegyenesek. A kivételes pontok ismét kétfélek: élpontok és szögpontok. Egy élponton átmenő támaszsíkok mind egy síksorhoz tartoznak és a síksor két síkja által határolt kettőséket töltenek ki, amelynek két éke közül azt, amelyben a felület fekszik, *támaszék*nek nevezzük. Egy szögponton átmenő támaszsíkok egy síknyalábhöz tartoznak, s a szélső támaszsíkok egy konvex kettőskúpot érintenek, amelynek két egyszerű kúpja közül azt, amelyben a felület fekszik *támaszkúp*nak nevezzük. A kivételes pontokon átmenő sugárnyalábot a támaszék vagy a támaszkúp bontja két csoportra. A sugárnyaláb azon egyenesei, sőt félegyenesei, amelyek a támaszékbe vagy támaszkúpba behatol-

nak, keresztülmennek olyan pontokon is, amelyek az  $F$  konvex felületen belül fekszenek, s így metszik a felületet. A sugárnyaláb többi egyenese támaszgyenes. A támaszgyeneseket a metsző egyenesektől elválasztó szélső támaszgyenesek félegyenesei a támaszék két határfélsíkjaiba esnek vagy a támaszkúpnak alkotói.

Kapcsolatban a konvex görbékre bevezetett elnevezésekkel egy konvex  $F$  felület egy *támaszsíkpárján* a felület két párhuzamos támaszsíkját, egy *támaszpontpárján* a felületnek olyan nem egy támaszsíkon fekvő két pontját fogjuk érteni, amelyeken keresztül-megy legalább egy támaszsíkpár. A nagyhúr és a felület centrálisának fogalmát már a bevezetésben ismertettük.

A konvex görbékre vonatkozó megfelelő tétellel analog a következő tétel :

*Egy konvex felület bármely nagyhúrjának végpontjain keresztül mindig vezethető legalább egy támaszsíkpár, egynél több azonban csak akkor, ha a nagyhúr mindkét végpontja a felületnek kivételes pontja. Bármely támaszpontpárt összekötő egyenes vonaldarab a konvex felületnek nagyhúrja, akármelyik nagyhúr két végpontja támaszpontpár.*

Ezt a tételt a konvex görbékre vonatkozó tétel bizonyításától különböző módon fogjuk igazolni.

Legyen  $AB$  az  $F$  konvex felületnek egy tetszőleges nagyhúrja. Toljuk el párhuzamosan az  $AB$  nagyhúr hosszával az  $AB$  irányában az  $F$  konvex felülettel összeeső helyzetéből az  $F$  felülettel kongruens felületet. Az eltolás után kapott  $F'$  felületnek az az  $A'$  pontja, amely az eltolás előtt  $A$ -val összeesett, a  $F$  felület  $B$  pontjával fog összeesni, de az  $F$  és  $F'$  felületek közül egyiknek sem lesz pontja a másiknak belsejében, mert az  $F$  felületnek  $AB$ -vel párhuzamos húrjai között  $AB$ -nél nagyobb nincs, amennyivel való eltolással kaptuk az  $F$  felületből az  $F'$  felületet.

Az  $F$  felület  $B$  pontjához tartozó támaszkúpot jelölje  $K$ , az  $F'$  felületnek pedig a  $B$ -vel összeeső  $A'$  pontjában a felület támaszkúpját  $K'$ -vel. A bizonyítás általánossága miatt a  $K$  és  $K'$  lehet valódi kúp, lehet támaszék és lehet végül egyetlen sík a szerint, amint a  $B$  illetőleg  $A'$  pont az  $F$  illetőleg  $F'$  konvex felület szög-pontja, élpontja illetőleg közönséges pontja.

A két konvex támaszkúpnak a  $B$  pont közös csúcsa, de egyiknek sem lehet alkotója a másiknak belsejében. Ha ugyanis a  $K$  kúp-

nak egy alkotója a  $K'$  kúpnak belsejébe esnék, (vagyis  $K'$ -nek azon az oldalán lenne, amelyen az  $F'$  felület), akkor volna a két kúpnak közös belső része és volna a közös csúcsból kiinduló félegyenesek között olyan, amely mindkét kúpon belül feküdnék. Egy ilyen félegyenesnek kezdőpontjaihoz elég közeli pontjai azonban mind az  $F$ , mind az  $F'$  felületen belül feküdnének, ami pedig lehetetlen.

Ebből most már arra az esetre, amikor a  $K$  és  $K'$  közül legalább az egyik sík, következik, hogy ez a sík mindkét felületnek támasz-síkja. Hasonlóképpen belátható, hogy, ha a  $K$  és  $K'$  egymástól különböző élű támaszékek, akkor a támaszékek élein átmenő sík támasz-sík mindkét felületre vonatkozólag. Az ellenkező esetben ugyanis az  $F$  és  $F'$  felületek metszenék egymást.

Ha  $\bar{K}$  az a legkisebb konvex kettőskúp, amely a  $K$  és  $K'$  konvex kúpokat magában foglalja, akkor e kúpnak csúcsán átmenő minden olyan sík, amely nem hatol be a kettőskúp belsejében a  $K$  és  $K'$  kúpoknak és így az  $F$  és  $F'$  felületeknek is közös támasz-síkja. Ki kell mutatnunk azonban, hogy ilyen konvex kettőskúp valóban létezik.

Ezt a  $\bar{K}$  kettőskúpot a következőképpen is származtathatjuk :

A  $K$  és  $K'$  kúpok közös csúcsán tetszőleges  $\sigma$  síkot vezetünk keresztül. Ez a sík a  $K$  és  $K'$  kúpokból csak olyan két szögteret metszhet ki, amelyeknek szögnyílása  $\leq \pi$  és amelyeknek nincs közös pontjuk. Ezt a két szögteret magában foglaló legkisebb csúcsszögtér nyílása sem lehet  $\pi$ -nél nagyobb szögnyílású. Van tehát legalább egy olyan egyenes, amely a csúcsszögtér két szögterét egymástól elválasztja. Ebből következik, hogy a  $\bar{K}$  kettőskúp két egyszerű kúpja nem metszheti egymást és így a  $\bar{K}$  konvex kettőskúp (amely kettősík, sőt egy sík is lehet), létezik.

Ezzel tételünk első része be van bizonyítva, a második rész pedig az elsőnek következménye.

A konvex felületek centrálisára első tételünk :

*Bármely konvex felület centrálisra szintén konvex felület.*

A bizonyítás éppúgy történik, mint síkgörbék esetén a megfelelő tételé.

Ha ugyanis  $A_1^*$  és  $B_1^*$  az  $F$  konvex felület  $F^*$  centrálisának két tetszőleges pontja és ha  $A_2^*$  és  $B_2^*$  e két pontnak a centrális felület  $O$  középpontjára vonatkozó tükörképe, akkor az  $A_1^*B_1^*A_2^*B_2^*$  szög-

pontokkal bíró  $N^*$  paralelogramma az  $F^*$  felületen belül fekszik, mert az  $N^*$  paralelogrammának középpontján átmenő bármely  $C_1^*C_2^*$  húrjához tartozó átlósparalelogramma az  $F^*$  felület belsejében fekszik. Az  $F$  felületnek ugyanis van az  $A_1^*A_2^*$  és  $B_1^*B_2^*$  húrokkal egyenlő nagyságú és egyező irányú  $A_1A_2$  illetőleg  $B_1B_2$  húrja és az  $A_1B_1A_2B_2$  (általában térbeli)  $N$  négyszögnek van az  $N^*$  paralelogramma  $C_1^*C_2^*$  pontjaival meghatározott átlósparalelogrammájával kongruens és párhuzamos oldalú átlósparalelogrammája.

Az  $A_1B_1A_2B_2$  tetraédernek van tehát a  $C_1^*C_2^*$  húrral egyenlő nagyságú párhuzamos húrja, annál inkább van az  $F$  konvex felületnek, amely ezt a tetraédert magában foglalja.

Mínthogy az  $A_1B_1A_2B_2$  tetraédert az  $A_1A_2$  és  $B_1B_2$  élekkel párhuzamos síkok az  $A_1B_1A_2B_2$  négyszög átlós paralelogrammáiban metszik, azért a segédétel alapján kimondható a következő tétel :

*Egy tetraéder szemközt fekvő két élével párhuzamos síkokban fekvő nagyhúrjainak centrális ábrája olyan paralelogramma, melynek két átlója a tetraéder felvett két élével párhuzamos és egyenlő.*

A sígörbékre vonatkozó megfelelő tétel bizonyításával az  $F^*$  centrális felületre is kimutatható a következő tétel :

*Egy konvex felület centrálisának középpontján átmenő hárók mind nagyhúrok, amelyek az eredeti konvex felület párhuzamos nagyhúrjaival egyenlők.*

Könnyen belátható, hogy, ha az  $F^*$  felületnek vannak párhuzamos nagyhúrjai, akkor azok végpontjai két párhuzamos egyenesen, vagy két párhuzamos síkon fekszenek. Az utóbbi esetben azok a pontok a középpontra nézve szimmetrikus konvex területet alkotnak.

*Ha  $A_1A_2$  az  $F$  konvex felület egy nagyhúrja és  $A_1^*A_2^*$  a felület  $F^*$  centrálisának középpontján átmenő párhuzamos nagyhúr, akkor az egyik nagyhúr végpontjain átmenő támaszsíkpárok a másoknak végpontjain áthaladó támaszsíkpárokkal párhuzamosak.*

Az  $A_1A_2$  támaszpontpáron áthaladó  $a_1a_2$  támaszsíkpárral az  $A_1^*A_2^*$  támaszpontpáron át párhuzamosan vezetett síkpár az  $F^*$  felületre nézve támaszsíkpár. Ha ugyanis az  $A_1A_2$  nagyhúr középpontját választjuk az  $F^*$  felület középpontjának, akkor az  $A_1^*A_2^*$  nagyhúr összeesik az  $A_1A_2$  nagyhúrral és az  $F^*$  felület teljesen az



$a_1$  és  $a_2$  síkok alkotta párhuzamos rétegbe esik, mert az  $F$  felületnek egy húrja sem lehet nagyobb, mint a hürt tartalmazó egyenesnek a párhuzamos rétegbe eső darabja. Ebből következik, hogy az  $a_1 a_2$  síkpár az  $F^*$  felület támaszsíkpárja.

Az  $F^*$  felület  $A_1^*$  pontján átmenő  $a_1^*$  támaszsíkkal az  $A_1$  ponton át párhuzamosan vezetett  $a_1$  sík az  $F$  felületnek támaszsíkja. Ennek kimutatása végett az  $A_2$  pont mint középpont körül megszerkesztjük az  $F^*$  felületet és azután a középponttól az  $F^*$  felület pontjaiig mért távolságok kétszeresre való megnyújtásával az  $F^*$  felülethez hasonló fekvésű  $\emptyset$  konvex felületet. Hogy az  $A_1$  ponton át az  $a_1^*$  síkkal párhuzamosan vezetett  $a_1$  sík a  $\emptyset$  felületnek támaszsíkja és hogy e sík az  $F$  felületnek is támaszsíkja, mert az  $F$  felület a  $\emptyset$  felület belsejében fekszik, éppúgy látható be, mint a megfelelő tétel síkgörbék esetén. Ezzel be is van bizonyítva a kimondott tétel, mert az  $A_2^*$  ponton át az  $a_1^*$  síkkal párhuzamos  $a_2^*$  sík az  $F^*$  felületnek támaszsíkja.

Ha egy konvex felület bizonyos irányú *szélessége* az erre az irányra merőleges két támaszsík egymástól való távolságát jelenti, akkor az előbbi tételből a következő könnyen belátható tétel hozható le :

*Egy konvex felületnek és centrálisának ugyanazon irányú szélességei egymással egyenlők.*

Ebből a tételből az  $F$  centrális felületnek következő tangenciális értelmezése következik :

*Ha egy konvex felület támaszsíkpárjait párhuzamosan úgy toljuk el, hogy azok középsíkjai egy fix  $O$  ponton menjenek keresztül, akkor az így eltoltt síkpárok a felület  $O$  középpontu centrális felületét burkolják.*

A centrális felület kétféle értelmezéséből következik a következő tétel :

*Ha két konvex felületnek, amelyek közül az egyiknek van középpontja, ugyanolyan irányú szélességei egyenlők, akkor párhuzamos nagyhúrjaik is egyenlőhosszúak.*

Egy konvex felületnek és centrálisának felszíne, valamint a két felület által bezárt konvex testek köbtartalma nem köteles egymással megegyezni. Ezt legegyszerűbben egy tetraéderen és centrálisán láthatjuk be.

Egy tetraéder centrális ábrája egy 14 lapu poliéder, melynek

8 háromszög és 6 paralelogramma oldallapja van. A felületnek 24 csúcsa és ugyanannyi éle van. Az élek közül négy-négy a tetraéder egy-egy élével párhuzamos és félakkora, mint az a tetraéderél. A 14 lap közül kettő-kettő a felület középpontjára vonatkozólag egymásnak tükörképe. A tetraéder bármely lapjával a centrális felületnek két párhuzamos éllel bíró háromszöglapja van. A felület két-két paralelogramma oldallapjának élei a tetraéder két-két szemközt fekvő élével párhuzamosak.

Mindez könnyen belátható annak alapján, hogy a tetraédernek egy nagyhúrja vagy egy csúcsot köt össze a szemközt fekvő háromszöglap egy pontjával, vagy pedig két szemközt fekvő él egy-egy pontját kapcsolja egybe.

Szabályos tetraéder esetén a centrális felület egy félig szabályos test, amely kristálytani szempontból középkrisztály a hexaéder és az oktaéder között, kuboooktaéder. Ilyen testet kapunk akkor, ha egy kocka mindegyik csúcsáról egy-egy olyan háromoldalú gúlát vágunk le, amelynek oldalélei a kocka éleinek felével egyenlők, vagy akkor, ha egy szabályos oktaéder csúcsairól olyan négyoldalú gúákat vágunk le, amelyeknek oldaléle az oktaéder éleinek felével egyenlő.

Ennek a testnek felszíne és köbtartalma is nagyobb, mint a tetraéder felszíne illetőleg köbtartalma.

Ezek után könnyű bebizonyítani a bevezetésben kimondott következő tételt:

*Egy konvex felületnek és centrálisának bármely síkra való orthogonális projekciója olyan két konvex görbe, amelyeknek kerülete egyenlő.*

Ha az  $F$  konvex felületnek és  $F^*$  centrálisának pontjait egy  $\delta$  síkra merőlegesen projiciáljuk akkor két  $G$  illetőleg  $G_1^*$  konvex görbét kapunk, amelyek közül a  $G_1^*$  görbének van középpontja, mivel az  $F^*$  felületnek is van. Az  $F$  és  $F^*$  felületek azon támaszsíkpárjainak projekciói, amelyek a  $\delta$  síkra merőlegesek, a  $G$  illetőleg  $G_1^*$  görbének támaszegyenestpárjai és a két felületnek egy-egy támaszsíkpárján fekvő támaszpontpárjai a projekció görbe támaszpont párjaiba mennek át. A  $G$  illetőleg  $G_1^*$  görbének egy-egy támaszegyenestpárjában a  $\delta$  síkra merőlegesen álló síkpár viszont az  $F$  illetőleg  $F^*$  felületnek támaszsíkpárja.

Abból, hogy az  $F$  és  $F^*$  felületek párhuzamos támaszsíkpárjai két-két síkjának egymástól való távolsága egyenlő, következik, hogy

a  $G$  és  $G_1^*$  görbék párhuzamos támaszegyenespárjainak két-két egyenese egymástól egyenlő távolságra van. Ebből meg az következik, hogy a  $G_1^*$  görbe a  $G$  görbe centrálisa, amivel a tétel be van bizonyítva.

A kimutatott tételekből következik a következő :

*Ha két konvex felület párhuzamos nagyhúrjai egyenlő hosszúak, akkor ugyanolyan irányú szélességeik is egyenlő hosszúak. Ha pedig a két felület egyező irányú szélességei egyenlő hosszúak, akkor párhuzamos nagyhúrjaik hossza is egyenlő. Ilyen két konvex felületnek bármely síkra való merőleges projekciója egyenlő kerületű két konvex görbe.*

Az olyan konvex felületek, melyeknek centrálisa gömb, *állandó szélességű felületek*, mert szélességük bármely irányban ugyanaz, de egyszersmind *állandó átmérőjű felületek*, mert bármely irányú nagyhúrjuk, átmérőjük ugyanakkora. Megfordítva is igaz a tétel, vagyis azoknak a konvex felületeknek, amelyek állandó szélességűek, vagy állandó átmérőjűek, gömb a centrális felületük.

Az állandó szélességű felületeknek a gömbbel való összefüggésből következik a centrális felületekre vonatkozó tételek alapján a következő tétel:

*Az állandó szélességű felület összes nagyhúrjai egyenlő hosszúak és merőlegesek a végpontjaikon átmenő egyetlen támaszsíkpárra.*

Az előbb kimutatott tételnek egyszerű következménye a következő MINKOWSKI-féle tétel :<sup>4</sup>

*A  $d$  állandó szélességű felületek bármely derékszögű projekciója  $d$  állandó szélességű konvex terület, s így kerülete  $\pi d$  hosszúságú.*

MINKOWSKI a tétel megfordítottját is bebizonyította, vagyis azt, hogy azok a konvex felületek, melyeknek bármely derékszögű projekciója ugyanazon kerületű konvex terület, mindig állandó szélességűek. MINKOWSKI a bizonyítást gömbfüggvények szerinti sorfejtéssel végezte el. Más szintén nem elemi módszerrel W. BLASCHKE<sup>5</sup> is igazolta a tételt. A mi módszereinkhez hasonló elemi módszerekkel a tétel megfordítása aligha igazolható.

<sup>4</sup> Über Körper konstanter Breite, Gesammelte Werke II. 277—279. o.

<sup>5</sup> Kreis und Kugel, Leipzig (1916), 150—151. oldal.

## ÜBER DIE ZENTRALEN DER KONVEXEN FLÄCHEN.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Jede größte Sehne einer konvexen Fläche  $F$ , die eine Richtung  $q$  hat, ist eine Großsehne oder ein Durchmesser dieser Richtung  $q$ . Der Abstand der parallelen Stützebenen der Fläche  $F$ , die auf der Richtung  $q$  senkrecht stehen, ist die Breite der Fläche in dieser Richtung.

Verschiebt man die Großsehnern der konvexen Fläche  $F$ , so daß ihre Mitten in einen Punkt  $O$  zusammenfallen, so bilden die Endpunkte der Großsehnern in ihrer neuen Lage eine Fläche, die zentrale Fläche  $F^*$  oder kurz die Zentrale  $F^*$  der konvexen Fläche  $F$ .

Es wurden die folgenden Hauptsätze bewiesen:

*Die Zentrale  $F^*$  einer konvexen Fläche  $F$  ist eine konvexe Fläche und hat in jeder Richtung dieselbe Breite, wie die Fläche  $F$ . Die Umfänge der orthogonalen Projektionen der Flächen  $F$  und  $F^*$  haben auf einer beliebigen Ebene gleiche Länge.*

*Die konvexen Flächen, die gleiche parallele Großsehnern, Durchmesser haben, sind in einer beliebigen Richtung von derselben Breite. Die konvexen Flächen, deren Breiten in jeder Richtung mit einander gleich sind, haben in jeder Richtung gleiche parallele Großsehnern. Die orthogonalen Projektionen dieser Flächen sind in einer beliebigen Ebene konvexe Bereiche gleichen Umfangs.*

Diese Sätze und die entsprechenden Sätze für die ebenen konvexen Kurven wurden mit möglichst einfachen Mitteln erhalten. Es wurde stets Wert darauf gelegt, in anschaulicher, geometrischer Form die Eigenschaften der Zentralen der konvexen Kurven und Flächen zu entwickeln.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)

# A VETÍTŐ SZTROBOSZKÓPNAK OSZCILLOGRÁF- KÉNT VALÓ ALKALMAZÁSA VÁLTAKOZÓ ÁRAMOK LEFOLYÁSÁNAK SZEMLÉLTETÉSÉRE.

FORNVALD JÓZSEF-től.

A MIKOLA SÁNDOR által kidolgozott vetítő sztroboszkópikus módszer<sup>1</sup> nemcsak a húrok rezgéseinek objektív előállítására alkalmas, hanem a váltakozó áramok lefolyásának objektív szemléltetésére is. A szerző a következőkben bemutatott berendezést nemcsak a tanításban használta igen eredményesen, hanem a váltakozó és periódikusan szaggatott áram frekvenciájának megmérésére is.

A kísérleti berendezés lényeges része egy könnyű, függélyes tengely körül forgó henger ( $d=22$  cm). Ennek fénytelen fekete szövettel borított palástjára az alkotó irányában 25 db 2—3 mm széles, fehér papírcsíkot ragasztunk egyenlő távolságban. A hengert alkalmasan szabályozható mellékáramkörű elektromótorral egyenletesen forgatjuk. A motor fordulatszámát ugrószámos fordulatszámoló mérte.

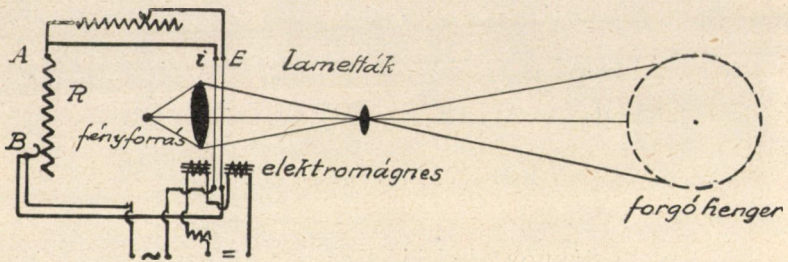
A hengerre vetítógép segítségével rávetítjük egy vagy több vízszintesen álló vezető képét (1. ábra). A vezető gyanánt legcélszerűbb a lametta alkalmazása. A kísérleteknél a vezető 0.1 mm vastag, 1—1.5 mm széles, 30—40 cm hosszú konstantán vagy krómnikkel lamettaból állott, amelyet a 2. ábra szerint ( $1.5 \times 1.5 \times 45$  cm) keményfalécre erősítünk s alkalmas szorító segítségével megfeszítünk úgy, hogy saját rezgése vagy egyenlő a váltakozó áram rezgéseivel, vagy pedig annál jóval magasabb, annak három-négy

---

<sup>1</sup> Math. és Phys. Lapok 1902, 165. l. Annalen der Physik 1906, 619 l.

szerese. Célszerű a melegedés csökkentése miatt ugyanilyen méretű foszforbronz lametta használata is.

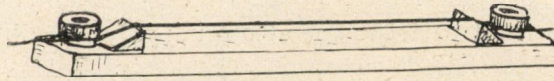
A vezetőt az 1. ábra szerint mágneses térbe helyezük. A mágneses tér előállítására elektromágnes segítségével történik, vaskeresztmetszet  $14 \text{ cm}^2$ , menetek száma 1600, gerjesztés 2 ampère. A mágnes-



1. ábra.

törzsre illeszthető fejek eltolásával is befolyásoltattuk a mágneses tér erősségét.

Ha a lamettán váltakozó áramot vezetünk át, a lametta a mágneses tér hatására rezgésbe jön. Amikor a lametta rezgésszáma megegyezik a forgó hengeren lévő papírszeletek másodpercenkénti



2. ábra.

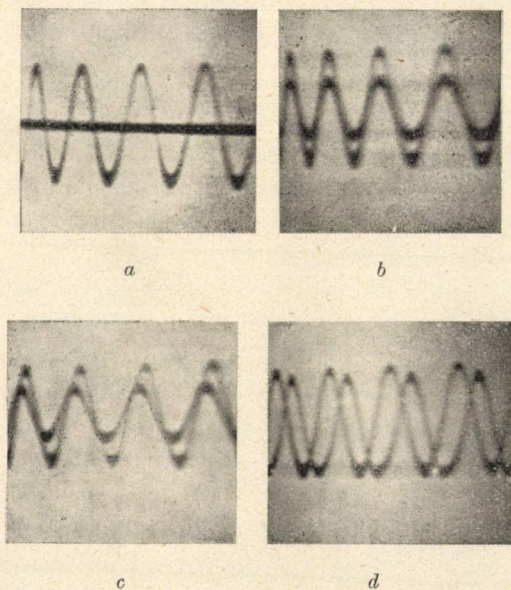
váltakozás számával, a hengerfelületen megjelenik a rezgés lefolyásának képe. Ahhoz, hogy fényképfelvételeket készíthessünk, a görbének legalább 1—2 sec-ig egy helyen kell állania. A lametta rezgése és a papírszelek váltakozása közötti rezonancia jól szabályozható motórral könnyen elérhető, amint azt a mellékelt fényképek is mutatják. Itt kell megemlíteni, hogy lametta helyett drót alkalmazása nem célszerű. A drót nem egy síkban végzi rezgéseit, a vetületben az amplitudó ennek folytán folyton változik s így nem kaphatunk éles képet.

A berendezés felhasználható annak szemléltetésére, hogy a váltakozó áram sinusszerű lefolyású (3a ábra). Ha az  $R$  szabályozó



ellenállás helyébe megfelelő solenoidot vagy variométert teszünk, a látszólagos ellenállás hatását szemléltethetjük. Amint a solenoidba vasmagot teszünk vagy a variométer önindukcióját növeljük, a rezgés amplitudója csökken.

A Wehnelt-féle szaggatóval előállított áram lefolyásának előállítására már nem alkalmas e módszer, mert a szaggatásoknak időbeli lefolyása nem egyenletes, az átmenő áram erőssége sem



3. ábra.

mindig ugyanaz, ezért igen nehéz a rezonancia és így az álló görbevonallétrehozása. Mivel a lamettát az áramlökések hirtelen érik, a lametta saját rezgései jobban érvényesülnek, mint a közönséges váltakozó áram esetében. Erősebb megfeszítéssel ezen bizonyos mértékig segíteni lehet.

Megmutathatjuk továbbá, hogy tisztán ohmikus áramkörben az áramerősség és elektromótoros erő egy fázisban vannak (3b ábra); továbbá hogy induktív ellenállásnál az áramerősség az elektromótoros erőhöz képest fázisban késik (3c ábra), hogy kapa-

citív körben a fázis eltolódásellenkező irányú, mint az előbbi esetben, hogy valamely transzformátor primér és szekundér tekercsében az áramintenzitások egymáshoz képest fázisban eltolódtak (3d ábra).

Ha a henger  $t$  sec alatt  $f$  fordulatot végez s a hengeren  $a$  szelet van, akkor rezonancia esetében, ha a rezgés képe is egy helyben áll,

$$\text{a frekvencia } n = \frac{f}{t} a.$$

Mivel  $f$  és  $t$  pontosan mérhető, a mérések a használatban lévő technikai frekvenciamérőknél jóval pontosabban adják a frekvenciát s az  $\frac{1}{4}\%$ -os hibahatár könnyen elérhető. Bár a WEHNELT-féle szaggató esetében nehezebb az említett okok miatt a rezonancia létrehozása, mégis a közepes szakításszám meghatározására alkalmasnak mondható e módszer. Kevésbé alkalmas azonban a fázis-szög mérésére.

Ha el akarjuk kerülni, hogy a rezgési görbék hengerfelületre vetítve, tehát bizonyos mértékben torzulva kerüljenek elő, akkor két korongra feszített és csíkokkal ellátott szalagra vetítjük a rezgő lametta képét. Minden esetben nagyon fontos a motor egyenletes járása és pontos szabályozhatósága.

A demonstrációknál ennek a módszernek két nagy előnye van a többi módszerekkel szemben. Az egyik az, hogy minden része igen egyszerű, olcsón előállítható s bemutatás közben állítható össze. Működése igen egyszerű elvekre vezethető vissza. Másik főelőnye az, hogy használatához nem kell elsötétített terem, az ívlámpa által vetített árnyékkép világos teremben is igen jól látható.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1931. jún. 1-én tartott üléséből.)





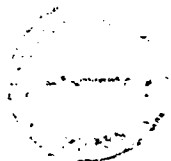
**DIE VERWENDUNG DES PROJEKTO-STROBOSKOPS  
ALS OSZILLOGRAPHEN ZUR OBJEKTIVEN DARSTEL-  
LUNG DER WECHSELSTROMERSCHEINUNGEN.**

Von J. FORNVALD.

Auf einer drehenden stroboskopischen Trommel wird das Schwingungsbild hergestellt und zur Demonstration der Wechselstromerscheinungen bzw. zur Messung der Frequenz verwendet.

---

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Juni 1931.)





Mat. és Term.-tud. Értesítő.  
XLVIII. évf. I. tábla. 1931.

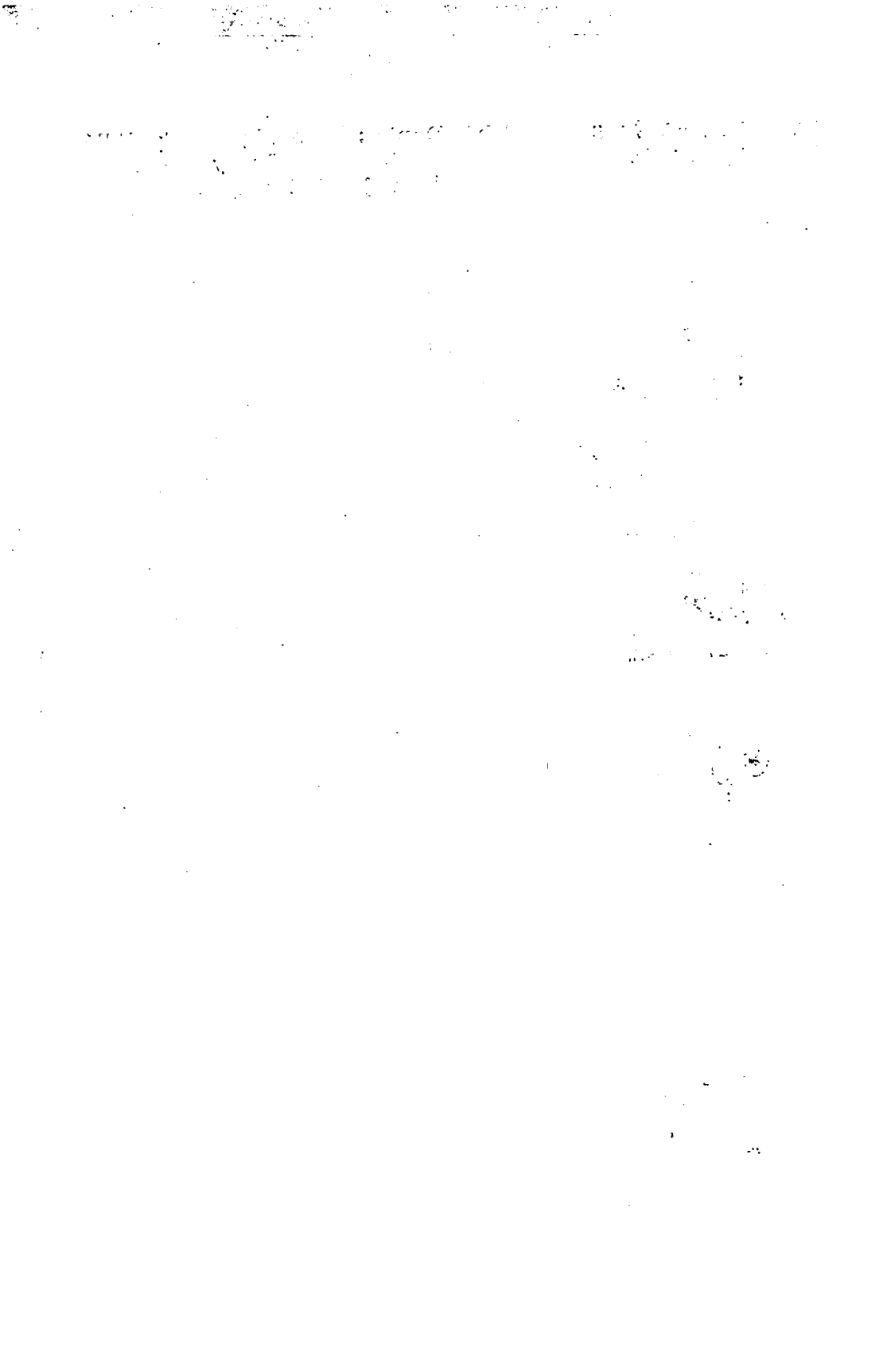
Fehér Dániel: A norvég lappok földjét  
borító erdők növényzociológiai  
és talajtani viszonyai.





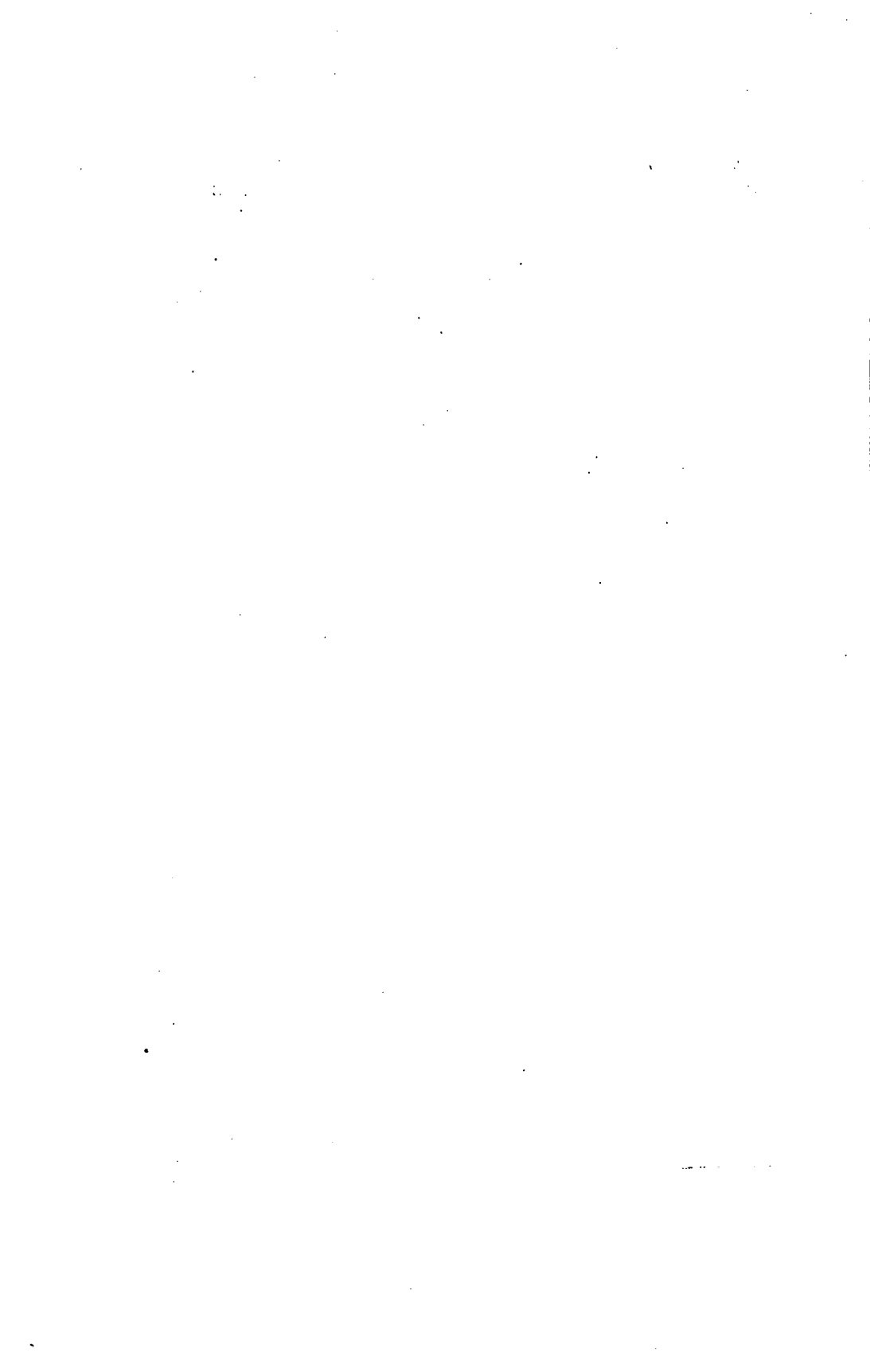




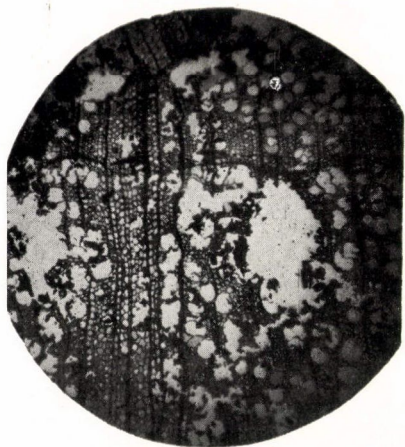




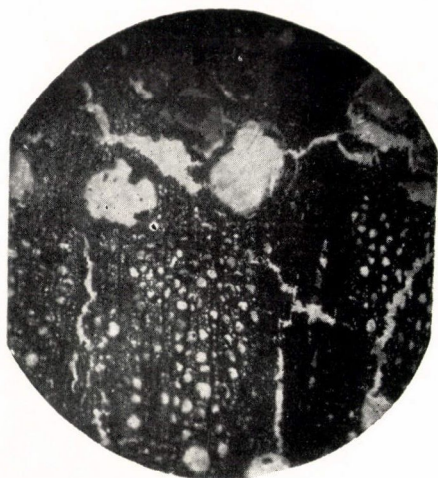




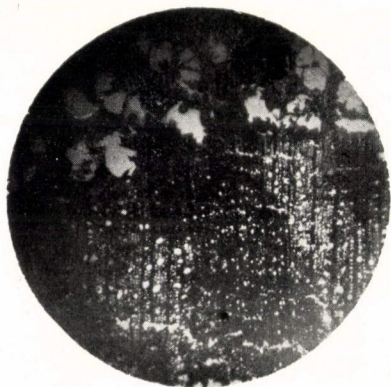




1



2



3

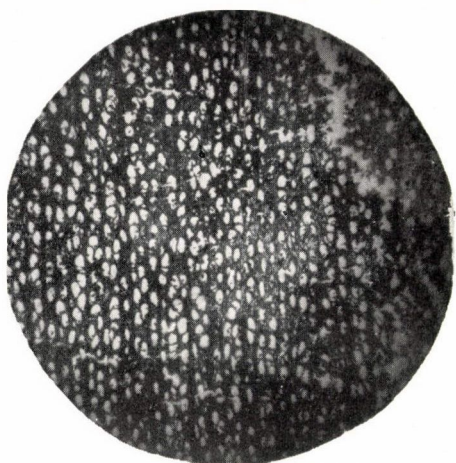


4

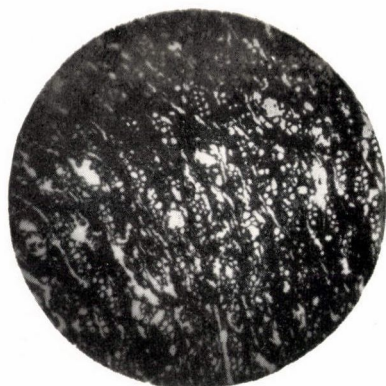


5

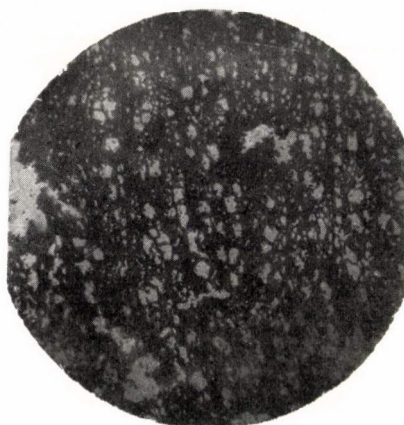




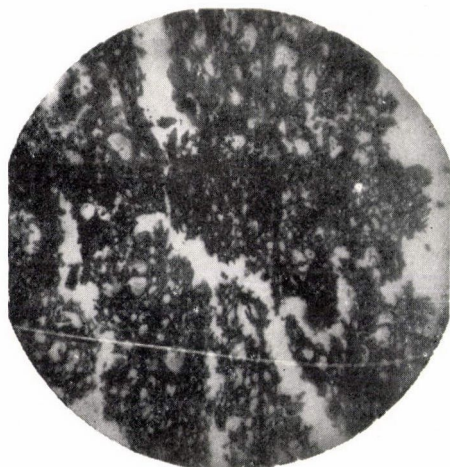
1



2



3



4



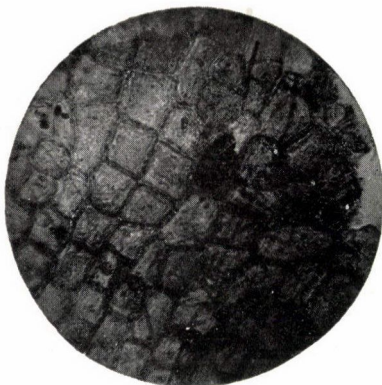
5



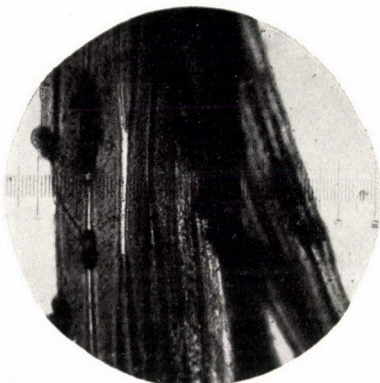




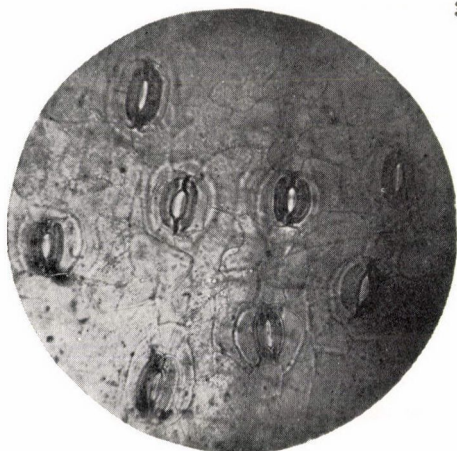
1



2



3



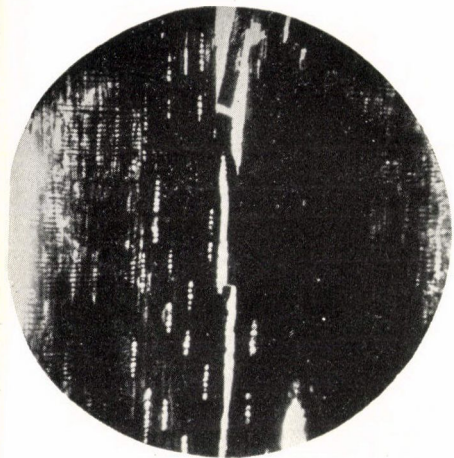
4



5



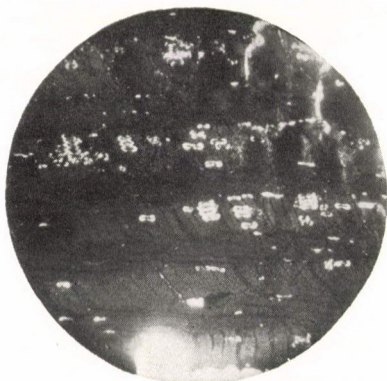
**Hollendonner: A Kőszeg-Pogányvölgyi lignit mikroszkópos vizsgálata.**



1



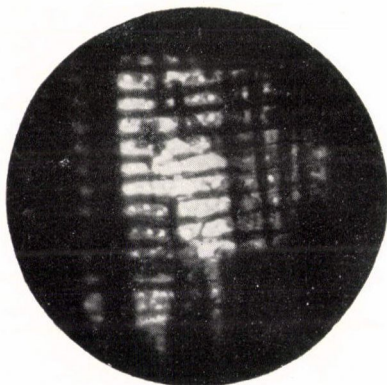
2



3



4



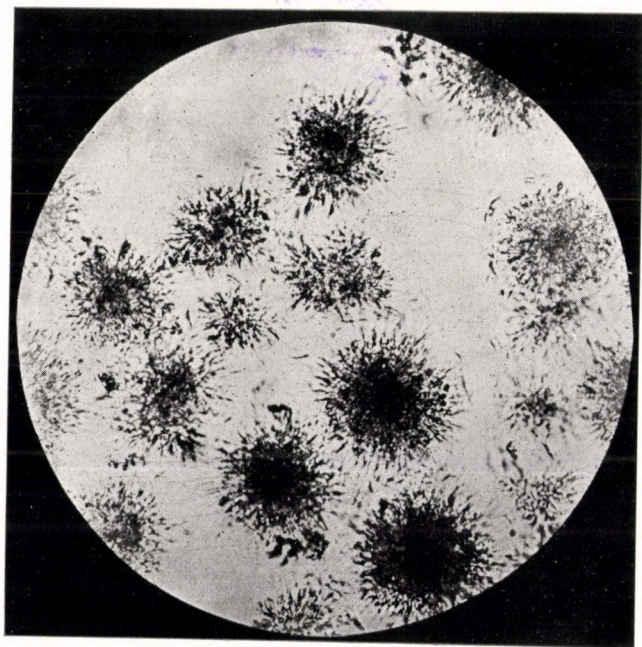
5



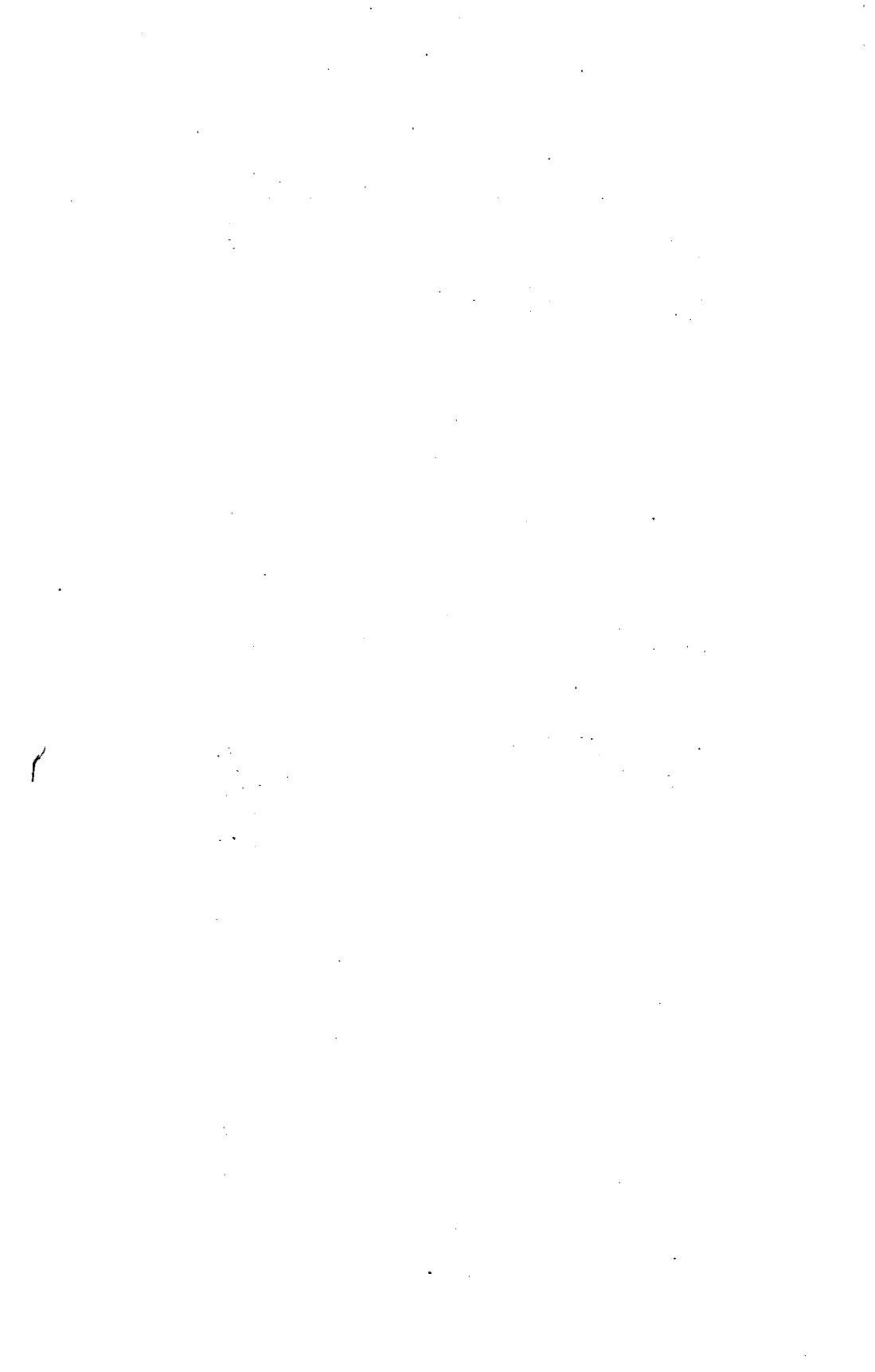


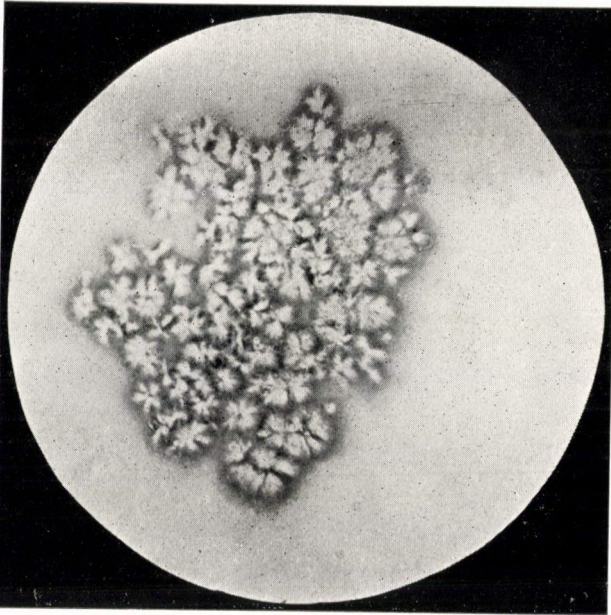


1. ábra. Cellotriose (alkoholból).

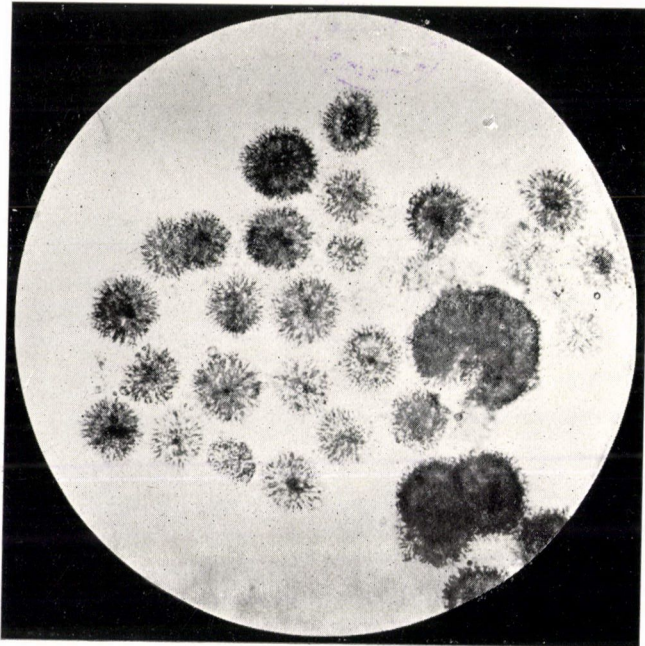


2. ábra. Cellotetraose (vizes alkoholból).





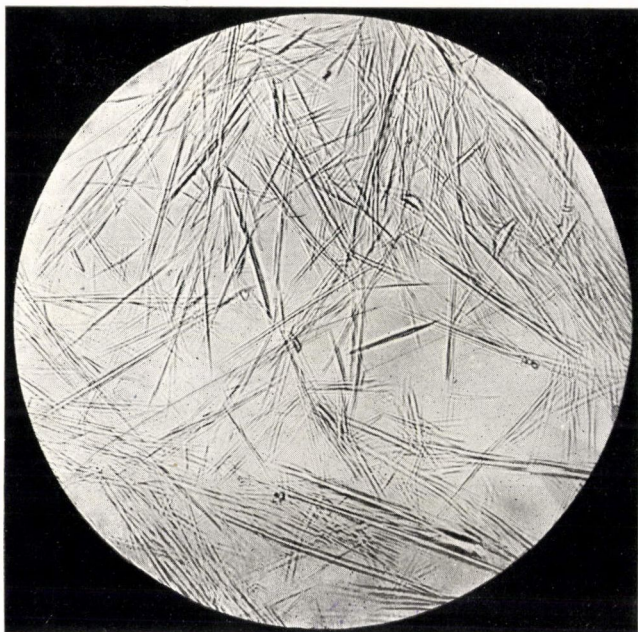
3. ábra. Cellohexaose (vizes alkoholból).



4. ábra. Cellotriose-osazon (vízből).







5. ábra. Cellotriose-acetat (chloroform-aetherből).



6. ábra. Cellotetraose-acetat (chloroform-aetherből).

