

50639

50639

MATHEMATIKAI  
ÉS  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI

FRÖHLICH IZIDOR

OSZTÁLYTITKÁR.

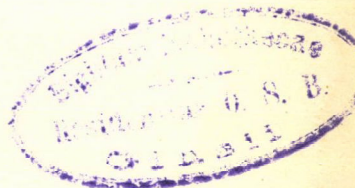
HARMINCZEGYEDIK KÖTET.

1913.

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1913.







## TARTALOM.

	<i>Lap</i>
ALEXANDER FERENCZ és CSERNA ISTVÁN: A narkozis hatása az agy gáz-cseréjére... ..	676
BÁLINT ELEMÉR: Vizsgálatok reális együththatójú hatványsorok reális gyökhelyeiről ... ..	286
BÁNKI DONÁT: Folyadékok mozgása hajlított csatornában ... ..	77
BERCZELLER LÁSZLÓ: Vizsgálatok a sók hatásáról oldatok felületi feszültségére ... ..	533
CSERNA ISTVÁN és ALEXANDER FERENCZ: A narkozis hatása az agy gáz-cseréjére... ..	676
— és KELEMEN GYÖRGY: A beteg vese munkájának nagysága ... ..	666
DADAY JENŐ: Az eddig ismert kagylós levéllábú rákok áttekintése ... ..	559
FEJÉR ÁRPÁD és VERZÁR FRIGYES: A cukor elégeése pankreas-diabeteses szervezetben... ..	424
FEJÉR LIPÓT: A függvény szakadásának meghatározása Fourier-féle sorából ... ..	385
FÜCSKÓ MIHÁLY: Tanulmány a növények higroszkópos mozgásai köréből	638
GEŐCZE ZOÁRD: A felszínmérés elméletéhez ... ..	306
HEVESY GYÖRGY: Az elektrolytek diffúziójáról ... ..	225
JÁRMAI KÁROLY: A bacillus anthracis és a vele rokon saprophyta bakteriumok vérsajtoldó képessége... ..	184
KELEMEN GYÖRGY és CSERNA ISTVÁN: A beteg vese munkájának nagysága... ..	666
KONEK FRIGYES: Összehasonlító tanulmányok organikus selenidekről és sulfidekről	735
KÖNIG DÉNES és SZÜCS ADOLF: Magára hagyott pont mozgása egy kocka belsejében ... ..	545
KÖRÖSY KORNÉL: A szőlőcukor felszívódásának kérdéséhez ... ..	448
— A chlorophyllassimilatio kérdéséről ... ..	459
— Mikrocalorimeter bacteriumok hőtermelésének meghatározására ... ..	473
KÖVESLIGETHY RADÓ: A földrengési menetgörbe inflexiós pontja és a Bertrand-féle probléma ... ..	54
KURDILLA FERENCZ: Ultramikroszkopos részecskék létesítette fényelhajlás polárosságáról ... ..	121

	<i>Lap</i>
MAUTNER NÁNDOR: Új glykosidek synthezise .....	89
-- A phenolcarbonsavak kondenzációja .....	250
— A syringaaldehyd egy új synthezise .....	374
MÉHELÛ LAJOS: Barna békáink hangzaeskóiról .....	275
NAGY LÁSZLÓ: Az ileocecalis tájék embrionalis topografiájára vonat- kozó adatok .....	726
ÓNODI ADOLF: A kövszervek viszonya az orrüreghez és melléküregeihez 1	
— Az ansa Galeni idegrost-lefutása az alsó gégeideg törzsében és végágaiban .....	368
PAÁL ÁRPÁD: Egyéni eltérések physiologiai reactiókban .....	257
PÉTERFI TIBOR: Vizsgálatok az izomfibrillumok és az infibrillumok egymáshoz való viszonyáról .....	730
— Az emberi húgyhólyag izomzata .....	732
PÓLYA GYÖRGY: Aequidistans ordinátákkal adott polynom valós gyö- keiről .....	438
REINBOLD BÉLA: Adatok a methæmoglobin ismeretéhez .....	489
RÉTHLY ANTAL: Magyarország földrengési térképe .....	602
SÁVOLY FERENCZ: A szőlő peronosporájának ( <i>Plasmopara viticola</i> ) idő- járási létfeltételei .....	711
SZENT-GYÖRGYI ALBERT: A végbél és a pars analis recti mikroskopi szerkezetéről .....	748
SZTANKOVITS REZSÓ: A hazai Irisek rhizomájának anatómiája .....	319
SZÛCS ADOLF és KÖNIG DÉNES: Magára hagyott pont mozgása egy koczká belsejében .....	545
TANGL KÁROLY: A platina-víz felületi feszültségéről .....	755
VADÁSZ M. ELEMÉR: Üledékképződési viszonyok a magyar középhegy- ségben a jura-időszak alatt .....	102
VENDL ALADÁR: A vadapi alunit .....	95
VERZÁR FRIGYES: Az ideg polározhatóságának változása izgalomkor 431	
— és FEJÉR ÁRPÁD: A cukor elégeése pankreas-diabeteses szervezetben 424	
VUTSKITS GYÖRGY: A Balaton cyprinoidea halkorcseairól .....	204
ZEMPLÉN GÉZA: Adatok a cellulóz részleges hidroliziséhez .....	626
— A gentiobióizról .....	689
— Az emulszin hatóképessége pyridin jelenlétében .....	698
ZEMPLÉN GYÖZÖ: A Röntgen-sugarak rezgés-száma és az elemi energia- adatok hypothesis .....	416

## A KÖNYSZERVEK VISZONYA AZ ORRÜREGHEZ ÉS MELLÉKÜREGFEIHEZ.

ÓNODI ADOLF I. tagtól.

A bonczani, szemészeti és orrgyógyászati tankönyvek nagyon kevés adatot tartalmaznak a könyszerveknek az orr melléküregeihez való viszonyát illetőleg. Egyes közlemények érintik ezen szomszédos viszonyokat az újabb gyógyeljárásokkal kapcsolatban, melyek a könylefolyást mesterséges nasalis nyílással biztosítani törekedtek. Az egyik fejezetben tárgyalni fogjuk a könyszervek tájboncztanát és közelebbi viszonyait az orrüreghez és annak melléküregeihez, utalással a felnőttek és gyermekek alakviszonyainak ábráira, a másik fejezetben kóroktani és klinikai ismereteinket, valamint az újabb orrsebészeti beavatkozásokat és javallataikat fogjuk fejtegetni.

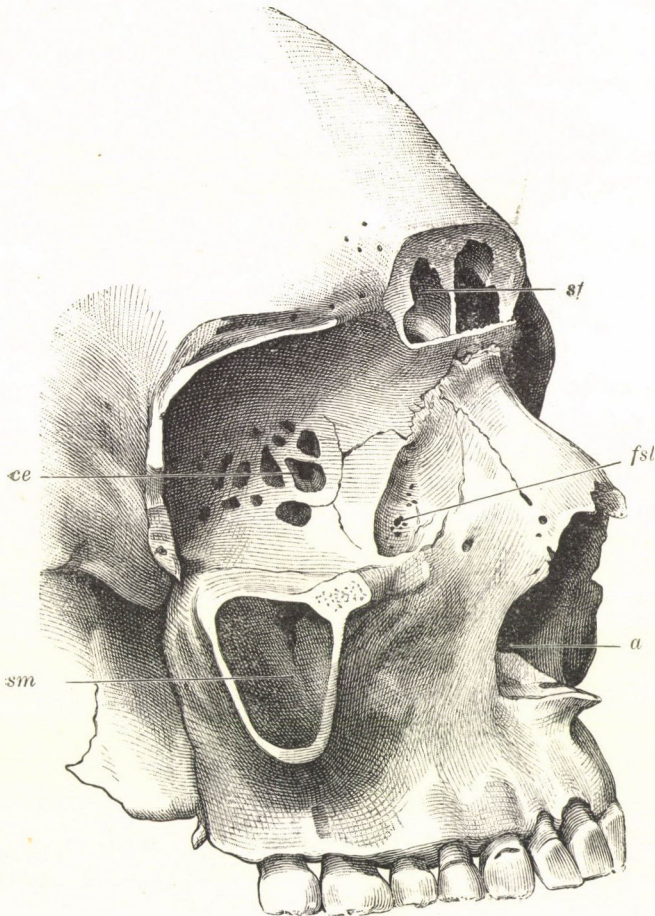
### I.

Mint ismeretes, a könyek a könypontokon és a könycsatornácskákon át jutnak a könytömlőbe, mely a hártvás könyorjáratban folytatódik és az alsó orrjáratban nyílik. A könytömlő felvételére a fossa sacci lacrimalis szolgál, folytatását, a hártvás járatot, a csontos canalis nasolacrimalis veszi körül. Mielőtt a könyszerveket, a hártvás csatornarendszert közelebbről megtekintenők, a fossa sacci lacrimalis és a csontos canalis nasolacrimalis összetételét és alkotását kívánjuk megbeszélni. A fossa sacci lacrimalis a könycsont és a felső állkapocs által képezte-tik s két léczszerűen kiugró szél által határoltatik, melyek közül a hátulsó szél, crista lacrimalis posterior, élesebben kiugrik és

a könyesonthoz tartozik, az elülső szél, crista lacrimalis anterior, pedig a felső állkapocs homloknyújtványához; mindkettő alul éles ívben egyesül, mely a fossa sacci lacrimalis legmélyebb részét határolja és a csontos orrkönyjáratba való átmenetet jelzi. Felfelé ellapul a homlokcsont felé. A fossa sacci lacrimalis fenekét felerészben a könyesont, másik felében a felső állkapocs homloknyújtványa alkotja. Ezen területen a csont nagyon vékony. Az 1. ábra egy koponyán érzékíti a fossa sacci lacrimalis (*fs*) helyzetét és kiterjedését. A fossa sacci lacrimalis egyenesen a csontos könyorrjáratba megy át, melyet három csont alkot, még pedig a felső állkapocs, a könyesont és az alsó orrkagyló. A csontos könyorrjárat képezésében leginkább a felső állkapocs vesz részt: homloknyújtványának hátulsó szélével és testének egy részével; az itt levő csatornát felülről a könyesont és alulról az alsó orrkagyló könynyújtványa zárja el. Az így képezett csontos könyorrjárat alsó, nasalis nyílása közvetlenül az alsó orrkagyló tapadási vonala alatt van elhelyezve. GRUBER azt is észlelte, hogy a könyesont a csontos könyorrjáratban nem vesz részt, hanem a homlokcsont és a felső állkapocs nyújtványai által pótoltatik, épen úgy gyakran az alsó orrkagyló könynyújtványa nagyon redukálva jelenhetik meg. A csontos könyorrjárat hossza MERKEL-KALLIUS (3) szerint nem több, mint 10—12 mm, SCHWALBE szerint 12 és 24 mm között ingadozhatnak. Átmérője 3—4 mm tág. A könyorrjárat tájbontani helyzetét illetőleg megfelel a középső orrjárat egész magasságának oldalt a Highmor-üregtől. A Highmor-üregben erősen elődomborodhatik és dudort alkothat, melyet ZUCKERKANDL könydudor névvel jelölt meg. Gyakrabban egyáltalában hiányzik, lapos lehet vagy különböző erősen domborodik elő. FEIN (22) 33 készítményen a könydudort kilencszer találta erősen kifejtettnak, hétszer kevésbé kifejezettnak és tizenhétszer hiányzott, továbbá leírja, hogy az első pofafog fogmedre meghosszabbításának vonala a könyorrjáratot találja dudor hiányában is és hogy a Highmor-üregfal vastagsága, mely a könyorrjáratot határolja, körülbelül 1 mm.

A mi a csatorna lefutását illeti, ez az arczkoponya alukulatától függ, s nem egészen függőleges. A lefutás irányát az

orrhát szélessége, az apertura pyriformis szélessége és az alsó orrjáratok egymásközötti szélessége befolyásolja. A könyorrjáratok

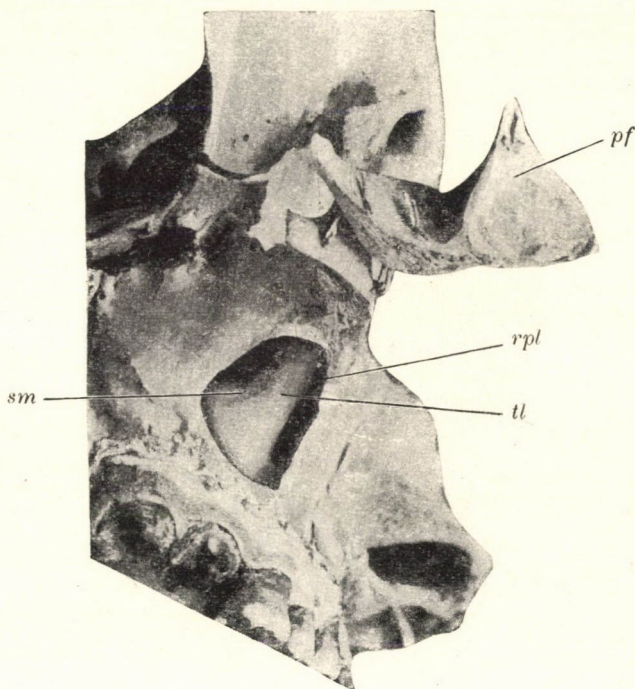


1. ábra. Természetes nagyság. *fsl* fossa sacci lacrimalis, *sf* sinus frontalis, *ce* cellula ethmoidalis, *sm* sinus maxillaris, *a* apertura pyriformis.

a koponyán lefelé széttérnek, alsó végeik egymástól távol vannak és arczélben tekintve a szemzugtól lefelé és kissé hátrafelé haladnak, a második pofafog és az első őrlőfog közötti irányban. Előfordulhat, hogy a pofafogak helyzete nem is kerül a Highmor-üreg alá.

A 2. ábra egy koponyán a megnyitott Highmor-ür medialis falán mutatja egész lefutásában az erősen kiugró könydudort (*tl*) a jobb oldalon és a 3. ábra a baloldalon.

A könnyvezető szervek a könycsatornácskákból, canaliculi lacrimales, a könyzsákból, saccus lacrimalis, és a hártyás köny-

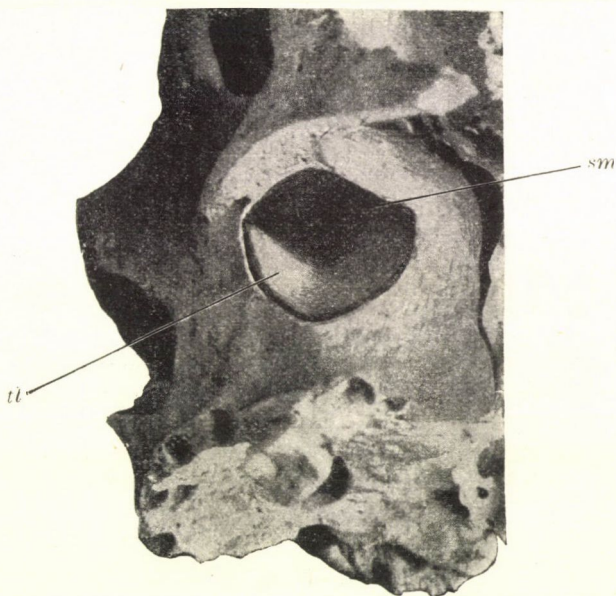


2. ábra. Természetes nagyság. A Highmor-üreg facialis fala (*pf*) fel van emelve, mi által az üregben a jól elődomborodó könydudor (*tl*) jól látható *sm* sinus maxillaris, *tl* torus lacrimalis, *rpl* recessus prælacrimalis, *pf* paries facialis sin. maxill.

orrjáratból, ductus nasolacrimalis, állanak. A most leírt csontos alakviszonyok, a fossa sacci lacrimalis és a canalis nasolacrimalis, a hártyás könycsatornát tartalmazzák, a fossa sacci lacrimalisban fekszik a könytömlő, a csontos csatornában a folytatása, a hártyás könyorrjárat. A könytömlővel összefüggenek a könycsatornácskák, a hártyás könyorrjárat az alsó orrjáratba



nyílik. Röviden leírjuk a könszervek hártvás részeit. A köny-  
ponttal, punctum lacrimale, kezdődik a 1·25 mm hosszú fel-  
szálló és azután 8—10 mm hosszú vízszintesen haladó köny-  
csatornácska, canaliculus lacrimalis, mely a musculus palpebralis  
rostjai között, a másik könycsatornácskával egy közös végrész-  
letet alkot és a ligamentum palpebrale mediale mögött a köny-  
tömlőbe nyílik. Ezen közös járat lehet 2—3 mm hosszú, köz-



3. ábra. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *tl* torus lacrimalis.  
A Highmor-üreg az arcz felől nyitva van.

vetlenül benyílása előtt tágulattal is bírhat, mely a sinus Maieri  
névvel jelöltetett. A könycsatornácska vízszintes részének hossza  
LUSCHKA szerint 10—14 mm, GERLACH szerint 6—7 mm és HENLE  
szerint 7—9 mm, ürtere 0·5—1·5 mm.

SAPPEY, FOLTZ, HYRTL és LESSHAFT a könycsatornácskák  
közös végrészét rendes alakviszonynak tekintette, HENLE (4) és  
mások rendszeren vagy gyakrabban a könycsatornácskák elkülö-  
nített nyílását vették fel, LESSHAFT 112 esetben csak háromszor  
találta az elkülönített nyílást. A könypontok és a könycsator-

nácskák kettős előfordulását is leírták (FOITZ, WEBER, GRAEFE, BOCHDALEK), két, sőt három könytpontot egyik szemhéjon, számfelletti könycsatornácskákat, melyek vagy egyesülve, vagy elkülönítve nyíltak a könytömlőbe. Továbbá egy 2 mm hosszú vakmenet is leíratott (BOCHDALEK, GRAEFE). Végezetül a könytpontok és a könycsatornácskák hiányát is észlelték (EMMERT, MAGNUS, ZEHENDER, BURNETH, REUSS, WICHERKIEWICZ). Redőképződéseket is leírtak; így LESSHAFT a közös könycsatornácskában egy haránt redőt, VLACOVICH egész hosszában hosszúkás és ferde redőket és HYRTL egy spirális billentyűt írt le. MERKEL és WALZBERG ezen spirális redőt kétségbevonja.

A könytömlő, saccus lacrimalis, kitölti a fossa sacci lacrimalist, medialis fala a csonthártyával összenőtt, lateralis falát az elülső és hátsó crista lacrimalis között a periorbita fedi. A könytömlő fala a ligamentum palpebrale mediale száraival összenőtt; a hol a ligamentum palpebrale a könytömlőt nem érinti, ott a musculus orbicularis palpebrarum rostjai és a bőr által fedetik. A könytömlő hossza 12 mm és szélessége 2--3 mm. A felső lekerekített rész, mely a szemhéjszalag felső széléig terjed vagy kissé azon túl is, fornix névvel jelöltetik, lefelé a könytömlő szűkül és a könnyorrjáratba folytatódik. A könycsatornácskák a könytömlő lateralis oldalán nyílnak kissé hátrafelé a ligamentum palpebrale mediale haránt felező vonalának területében, 2 mm-nyire a könytömlő fornixától távol. Még megemlítendő, hogy MANZ a könytömlő teljes hiányát észlelte. A könytömlő a hártás könnyorrjáratba, ductus nasolacrimalis, folytatódik, átmeneti helye, kezdeti része szűk, 3 mm tág, isthums duct. nasolacrimalis névvel is jelöltetett, lefelé tágabb. HYRTL szerint idősebb egyéneknél a könnyorrjárat még egyszer annyira tágulhat és JOERSS szerint a jobb könnyorrjárat tágabb, mint a bal. HENLE szerint a hártás könnyorrjárat 20 mm hosszú lehet. MERKEL-KALLIUS szerint a hossza sohasem kevesebb mint 10—12 mm és sohasem több mint 22—24 mm, átlagban 15 mm, tágassága sagittalis irányban 4 mm és haránt irányban valamivel kevesebb. A könnyorrjárat lefutása egyenes vagy könnyen előredomborodó, hátra és oldalt leszálló, a középvonaltól való oldalsóelhajlása ARLT szerint megfelel azon vonalnak, melyet a liga-

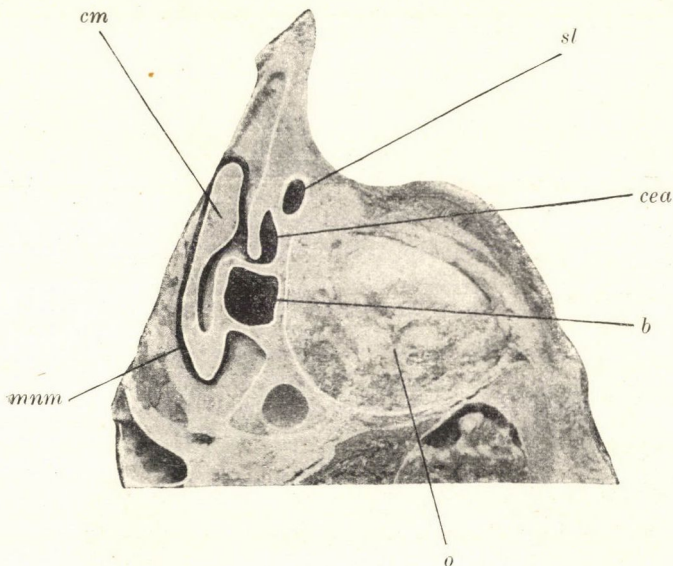
mentum palpebrale mediale felező pontjától a sulcus nasolabialis-hoz húzunk. Ha az orrszárnyak egymástól távolsága ott, hol az arcz bőrét érintik, olyan, mint a mindkét belső szemhéjszalag középpontja közötti távolság, akkor nincsen oldalsó elhajlás. Ha, mint rendszeren, az első távolság nagyobb, mint az utóbbi, akkor az oldalsó elhajlás ezen különbözet felét teszi ki. Kivételesen az orrszárnyak annyira közel állanak egymáshoz, hogy ezen távolság kisebb, mint a szemhéjszalagok középpontjai között levő távolság, ilyenkor az oldalsó elhajlás negatív. Egy kutasz elhelyezésével alul az orrszárny alapján, felül a szemhéjszalag közepén az oldalsó elhajlás könnyen felismerhetővé válik. Gyermekeken a könnyorrjárat elhajlása hátrafelé oly módon ismerhető fel, hogy a belső szemzugtól az első tejpofafogig egyenest húzunk.

Felnőttön a könnyorrjárat azon vonalnak felel meg, mely a belső szemzugot a második pofafog és első örlőfog közötti határral köti össze, ezen vonal a második örlőfog is mehet vagy a második és harmadik örlőfog közötti határig.

A könnyorrjárat az alsó orrjáratba nyílik, 25—30 mm-nyire az orrnyílás alsó széle mögött es körülbelül az alsó orrkagyló tapadóvonalaának első és második negyedének határán. Ritkában nyílik a könnyorrjárat a csontos csatorna végén kerek tág nyílással az alsó orrkagyló tapadása alatt. A járat többnyire egy darabig a nyálkahártyában magában halad, a nyílás tág, szűk, kerek vagy résszerű lehet, a rés vízszintes vagy sagittális helyzetű, a nyílás elenyészően kicsiny, esetleg pontszerű. Nem ritkán egy keskeny sekély barázda, sulcus lacrimalis, van a nyálkahártyán, mely az alsó orrkagyló elülső vége alatt látható. Néha a nyílástól lefelé egy redő, plica lacrimalis, halad. HOLMES szerint a nyílás az orrüreg fenekétől in maximo 22 mm, in minimo 6 mm, átlag 16 mm távolságban van; az alsó orrkagyló elülső tapadásától in maximo 10 mm, in minimo 1 mm, átlag 6 mm távolságban van; az orrnyílás elülső szélétől in maximo 34 mm, in minimo 25 mm, átlag 31 mm távolságban van; az alsó orrkagyló alsó szélétől in maximo 14 mm, in minimo 3 mm, átlag 10 mm távolságban van.

A hamulus lacrimalis HENLE szerint kettős lehet vagy ma-

gasan állhat és a könnyorrjáratnak két felső nyílását alkothatja. BOCHDALEK szerint néha a sulcus lacrimalis egy az orrüreg fenekének nyákhártyájában levő csatornával függ össze, melynek vak vége a canalis incisivus bemenetéig terjedhet, a nélkül, hogy vele összefüggene. Ezen csatorna helyett HENLE szerint egy egyes kötegektől áthidalt barázda is található. VLACOVICH és



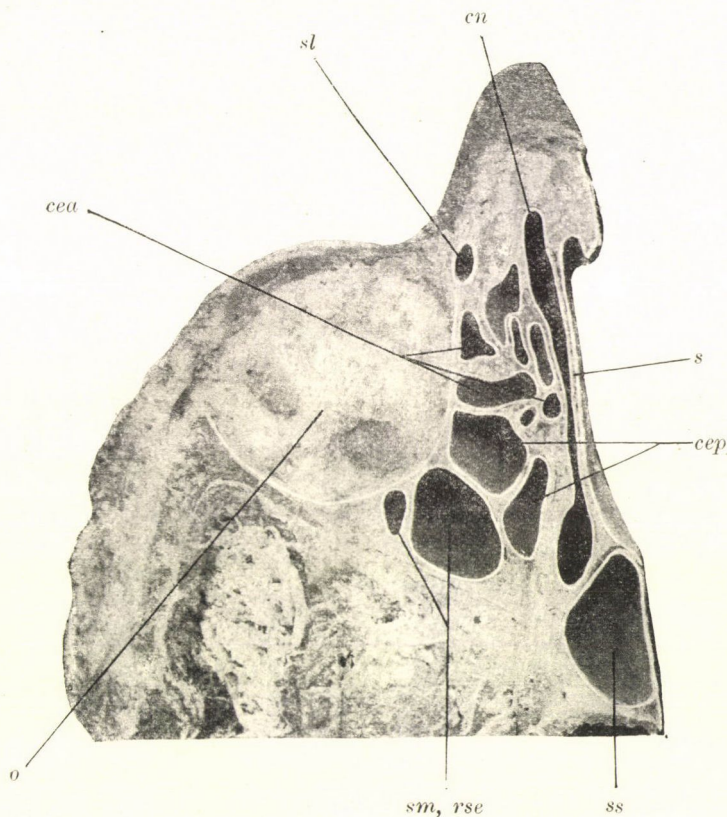
4. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sl* saccus lacrimalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cm* concha media, *mmm* meatus narium medius, *b* bulla ethmoidalis, *o* orbita.

MANFREDI újszülöttben a könnyorrjárat alsó végét elzárva vagy kis ampullává kitágulva találta.

A könnyorrjárat nyákhártyájának redő- és billentyűképződése többször iratott le, a járat felső és középső részén és nyílásán. A könytömlőnek a könnyorrjáratba való átmeneténél KRAUSE és BÉRAND egy billentyűt írt le, ezen helyen egy nyálkahártyaduzzanat (HENLE) vagy egy billentyűszerű redő is előfordulhat. BOCHDALEK valóságos diaphragmát észlelt sörtével átjárható központi nyílással. A könnyorrjárat közepén TAIFELLER



egy billentyűt írt le. A járat nyílásán a nyálkahártya billentyűt alkothat, mely általánosan *valvula Hasneri* név alatt ismeretes, noha már MORGAGNI és ROSENMÜLLER leírta; a francziák a CRUVEILHIER nevével kötötték össze.



5. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sl* saccus lacrimalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cn* cavum narii, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *rse* recessus sphenothmoidalis, *sm* sinus maxillaris, *ss* sinus sphenoidalis, *o* orbita, *s* septum.

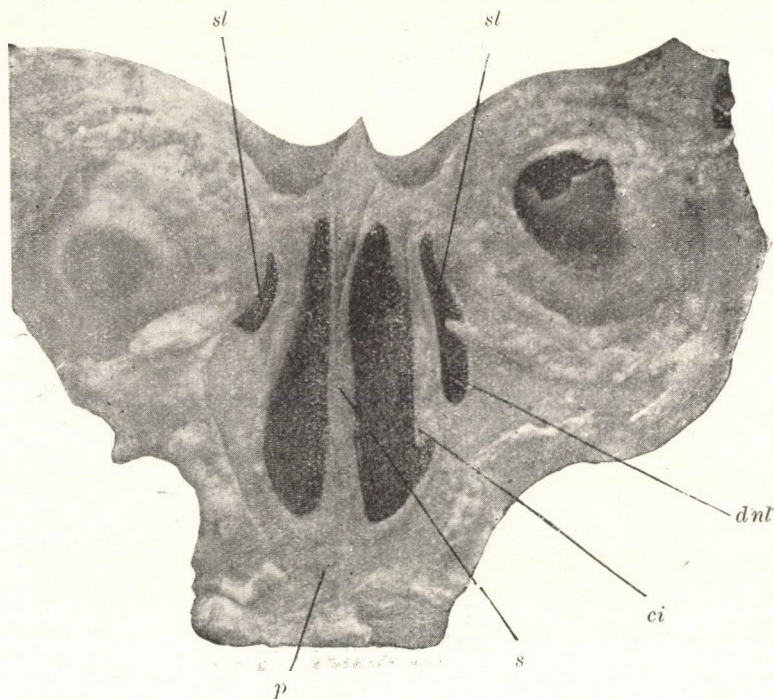
A 4. ábra egy vízszintes metszeten mutatja a 6 mm hosszú és 4 mm széles könytömlőt (*sl*) és viszonyát a belső szemüregfalhoz és az egyik elülső rostasejthez (*cea*).

Az 5. ábra hasonlóan egy vízszintes metszeten mutatja a



6 mm hosszú és  $3\frac{1}{2}$  mm széles könytömlőt és viszonyát a belső szemüregfalhoz.

A 6. ábra egy homlokmetseten mutatja mindkét oldalon a 11 mm hosszú könytömlő (*sl*) helyzetét és viszonyát a szemüreghez, továbbá a 10 mm hosszú és 4 mm széles bal köny-

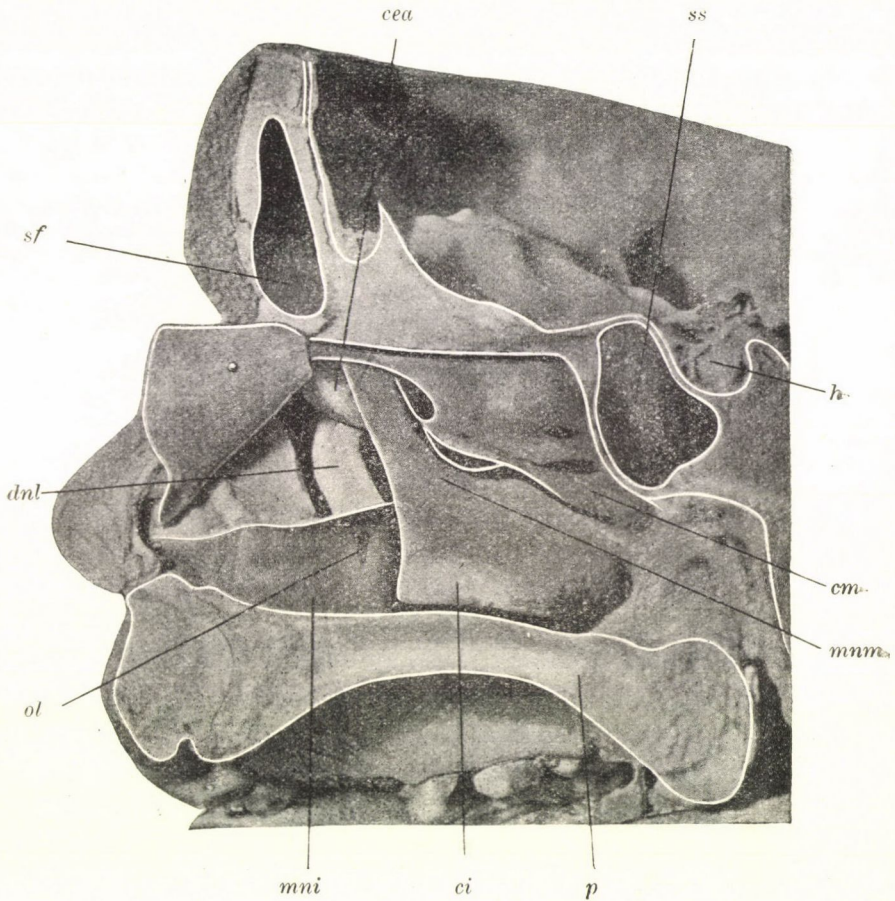


6. ábra. Homlokmetset. Természetes nagyság. *sl* saccus lacrimalis, *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *s* septum, *p* palatum.

orrjáratot (*dnl*), melyet egy haránt billentyű a könytömlőnek a járatba való átmenete helyén 1 mm-nyire szűkít.

A 7. ábra sagittalis metseten mutatja a könyorrjárat (*dnl*) helyzetét a középső orrjáratban (*mm*), előre való domborulatát, viszonyát az elülső rostasejthez (*cea*), mely a könyorrjáratnak a könytömlőbe való átmeneténél fekszik és vele közvetlen szomszédos viszonyban áll. Nyílása az alsó orrkagyló

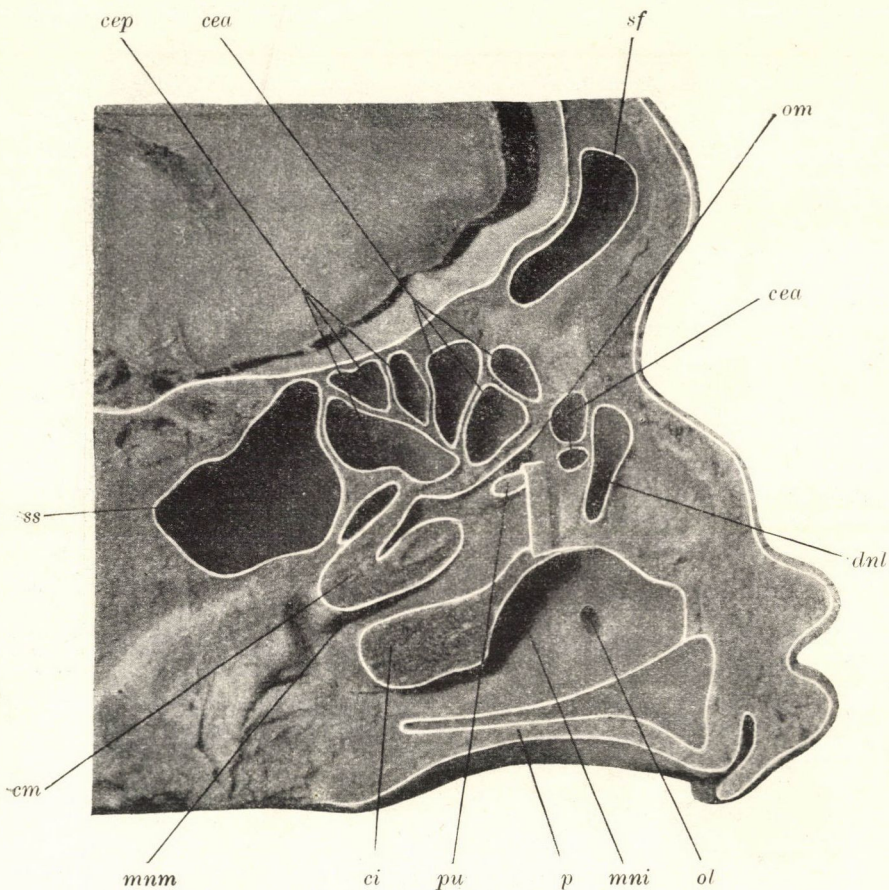




7. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ol* ostium lacrimale, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *mnm* meatus narium medius, *cm* concha media, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *sf* sinus frontalis, *ss* sinus sphenoidalis, *h* hypophysis. Az alsó orrkagyló mellső része el van távolítva, továbbá a könnyorrjárat és a mellső, rostasejt csontos fala.

tapadási vonala alatt  $2\frac{1}{2}$  mm-nyire fekszik,  $1\frac{1}{2}$  mm tág és egy  $3\frac{1}{2}$  mm hosszú, keskeny barázda húzódik a nyálkahártyán a nyílástól lefelé.

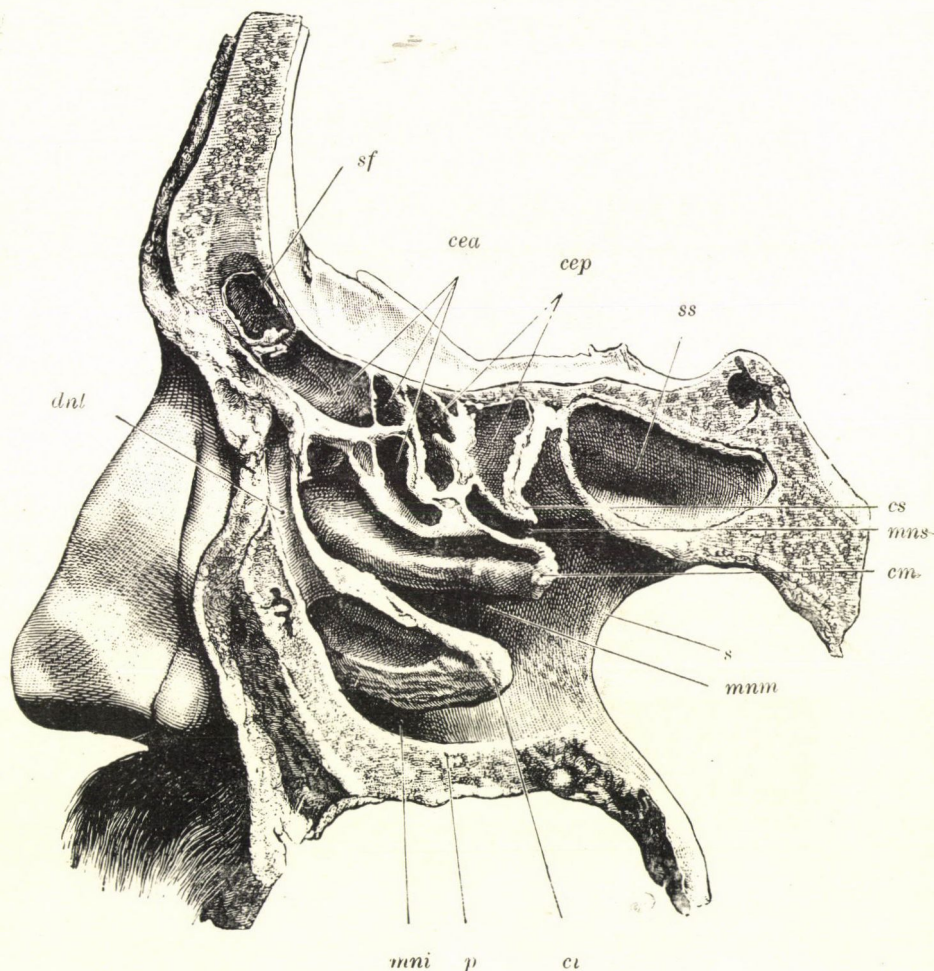
A 8. ábra egy sagittalis metszeten mutatja a megnyitott,



8. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ol* ostium lacrimale, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *p* palatum, *mnm* meatus narium medius, *cm* concha media, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *om* ostium maxillare, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *ss* sinus sphenoidalis, *sf* sinus frontalis, *pu* processus uncinatus.

könyorrjárat (*dnl*) helyzetét, 2 mm-nyi tág nyílását (*ol*), 7 mm-nyire az alsó orrkagyló tapadási vonalától és egy 2 mm széles és 4 mm hosszú barázdát, mely a nyálkahártyán a nyílástól lefelé húzódik. A könyorrjáratot (*dnl*) hátul és medialisan két elülső rostasejt (*cea*) határolja. Az alsó orrkagyló elülső része

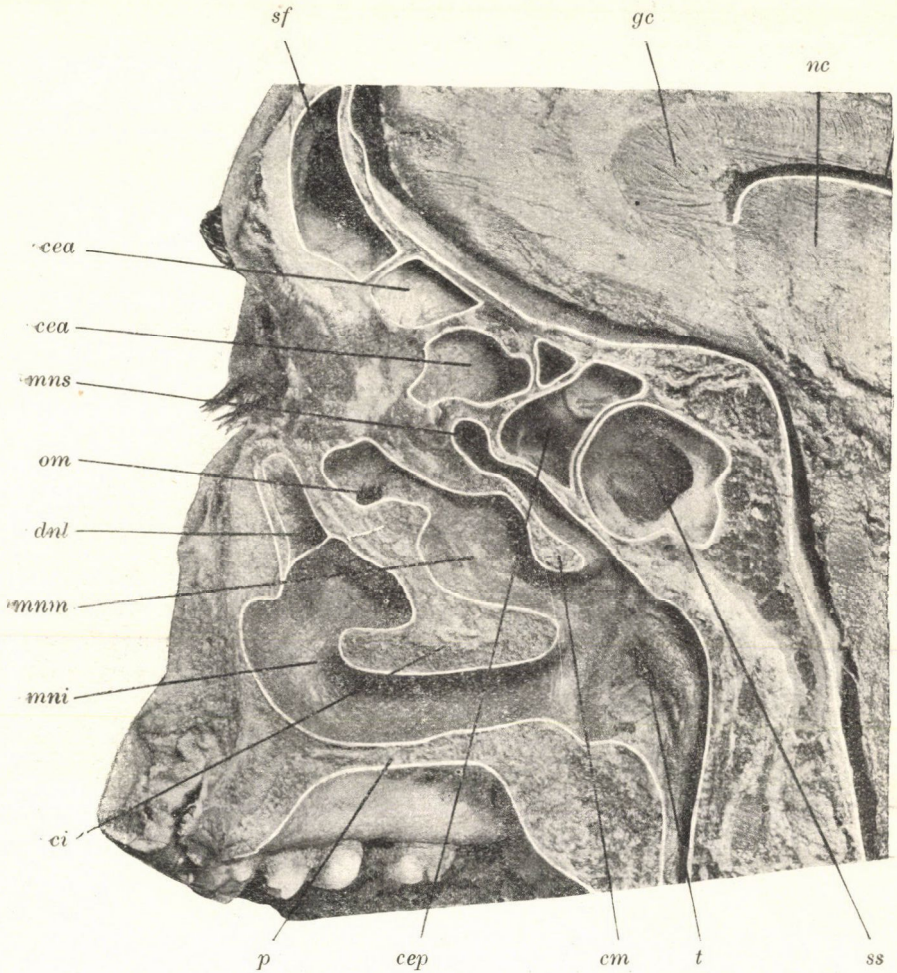




9. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *mnm* meatus narium medius, *cm* concha media, *mns* meatus narium superior, *sf* sinus frontalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *ss* sinus sphenoidalis, *s* septum, *p* palatum, *cs* concha superior, *ci* concha inferior.

el van távolítva, úgyszintén a nyálkahártya a könyorrjárat területén.

A 9. ábra egy sagittalis metszeten mutatja a kívülről

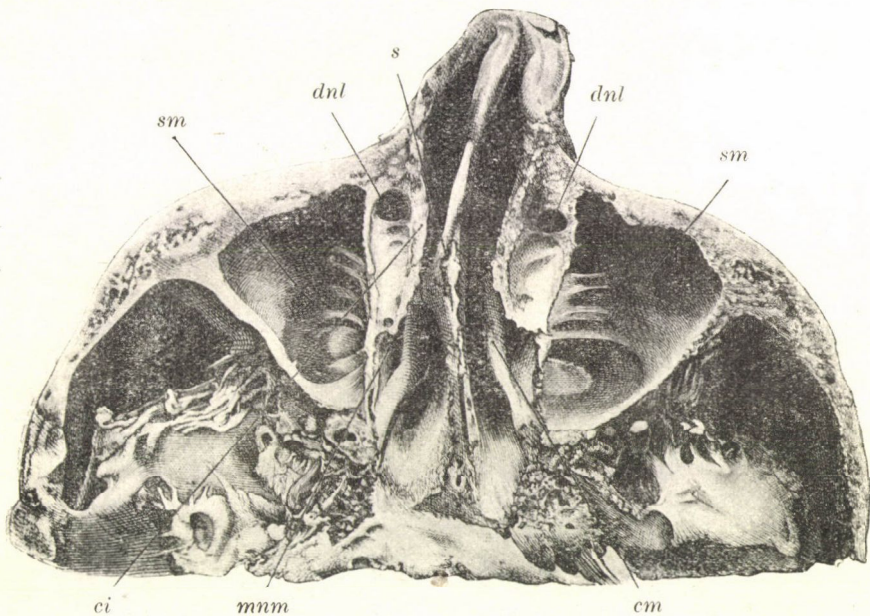


10. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *om* ostium maxillare, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *mmn* meatus narium medius, *cm* concha media, *p* palatum, *t* tuba Eustachii, *sf* sinus frontalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *ss* sinus sphenoidalis, *gc* genu corporis callosi, *nc* nucleus caudatus, *mns* meatus narium superior.



megnyitott 21 mm hosszú és 4 mm széles könnyorrjáratot (*dnl*), lefutását, nyílását az alsó orrjárat (*mni*) tetején és viszonyát a középső orrjáratához (*mnm*) a középső orrkagyló (*cm*) elülső vége előtt.

A 10. ábra egy sagittalis metszeten mutatja a 14 mm hosszú és 3–5 mm széles könnyorrjáratot (*dnl*) és nyílását az

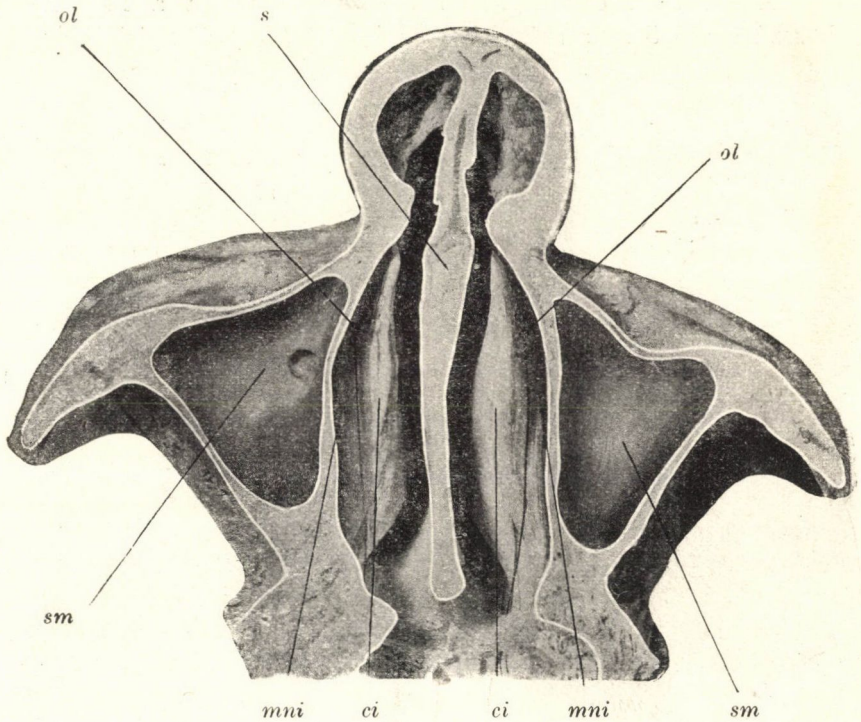


11. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mnm* meatus narium medius, *cm* concha media, *sm* sinus maxillaris, *s* septum.

alsó orrkagyló (*ci*) tapadása alatt 2 mm-nyire. A nyálkahártyán a nyílástól egy 2 mm széles és 6 mm hosszú barázda húzódik lefelé az erősen tágult alsó orrjáratban (*mnm*). Látható egyzsersmind a Highmor-üregnyílás (*ol*) legszélsőbb elülső helyzete a középső orrjáratban (*mnm*), távol a félholdalakú réstől és 5 mm-nyire a könnyorrjárat (*dnl*) szomszédságában.

A 11. ábra egy vízszintes metszeten mutatja az alsó orrjárat (*mni*) tetején, közvetlenül az alsó orrkagyló (*ci*) tapadási

vonala alatt az 5 mm tág jobboldali (*dnl*) és a 4 mm tág baloldali nyílását a könnyorrjáratnak (*dnl*). A hártvás könnyorrjárat (*dnl*) esontos csatornájának a végén nyílik.



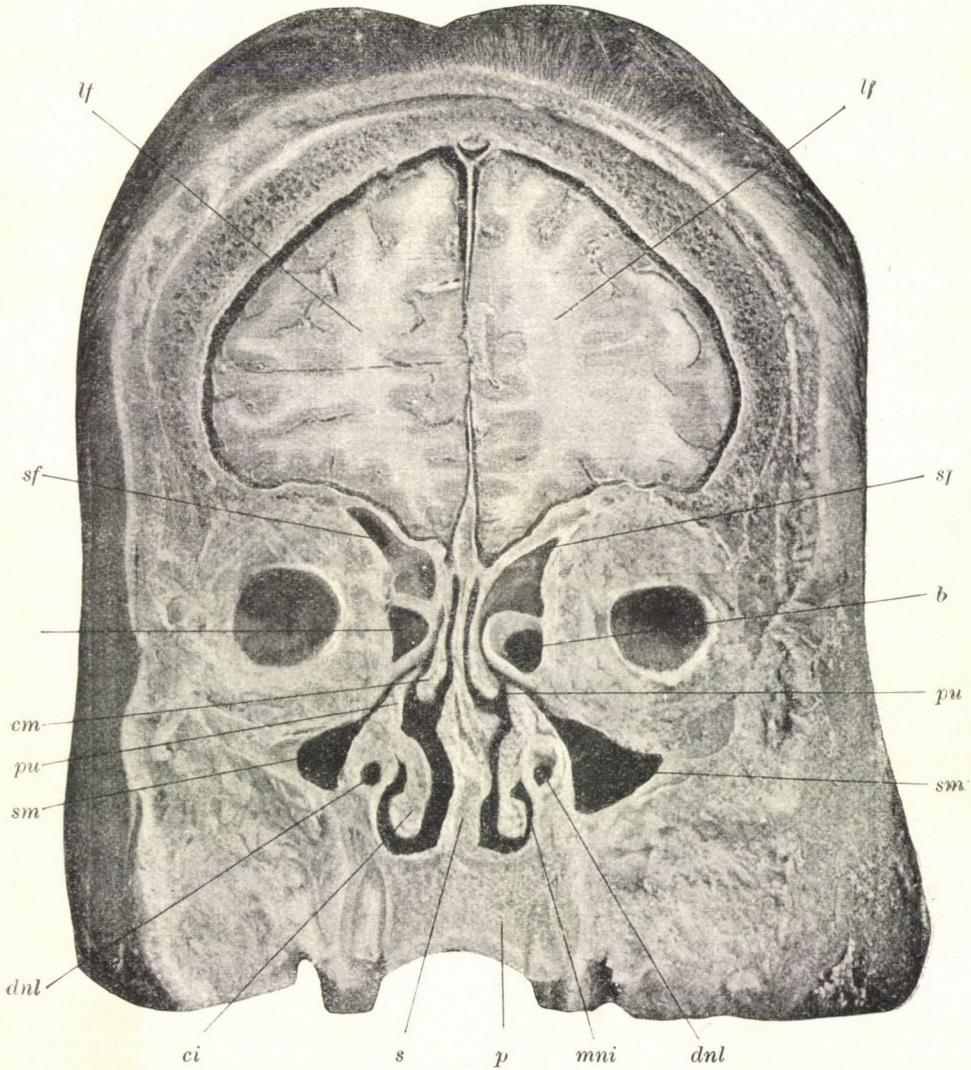
12. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *ol* ostium lacrimale, *sm* sinus maxillaris, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *s* septum.

A 12. ábra egy vízszintes metszeten mutatja mindkét oldalon az alsó orrjárat (*mni*) tetején a kerek, 1 mm tág nyílását (*ol*) a könnyorrjáratnak.

A 13. ábra egy homlokmetszeten mutatja mindkét oldalon a 4 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) az alsó orrjárat (*mni*) oldalsó falán, közvetlenül nyílása előtt.

A 14. ábra egy homlokmetszeten mutatja az alsó orrjárat



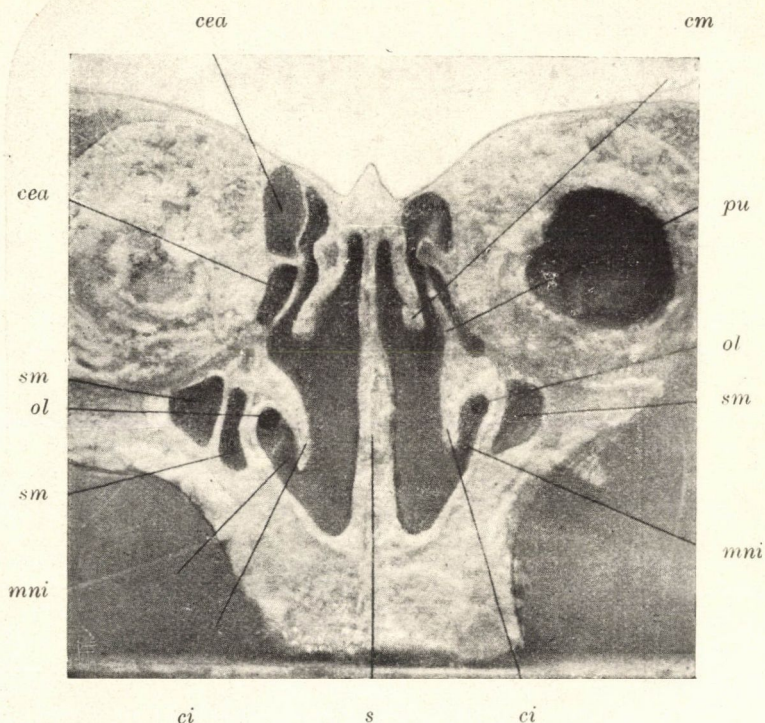


13. ábra. Homlokmetset. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *sm* sinus maxillaris, *pu* processus uncinatus, *b* bulla ethmoidalis, *sf* sinus frontalis, *lf* lobus frontalis, *s* septum, *p* palatum, *cm* concha media.



(*mni*) tetején a könnyorrjáratnak jobboldali 3 mm tág (*ol*) és a baloldali  $2\frac{1}{2}$  mm tág nyílását (*ol*).

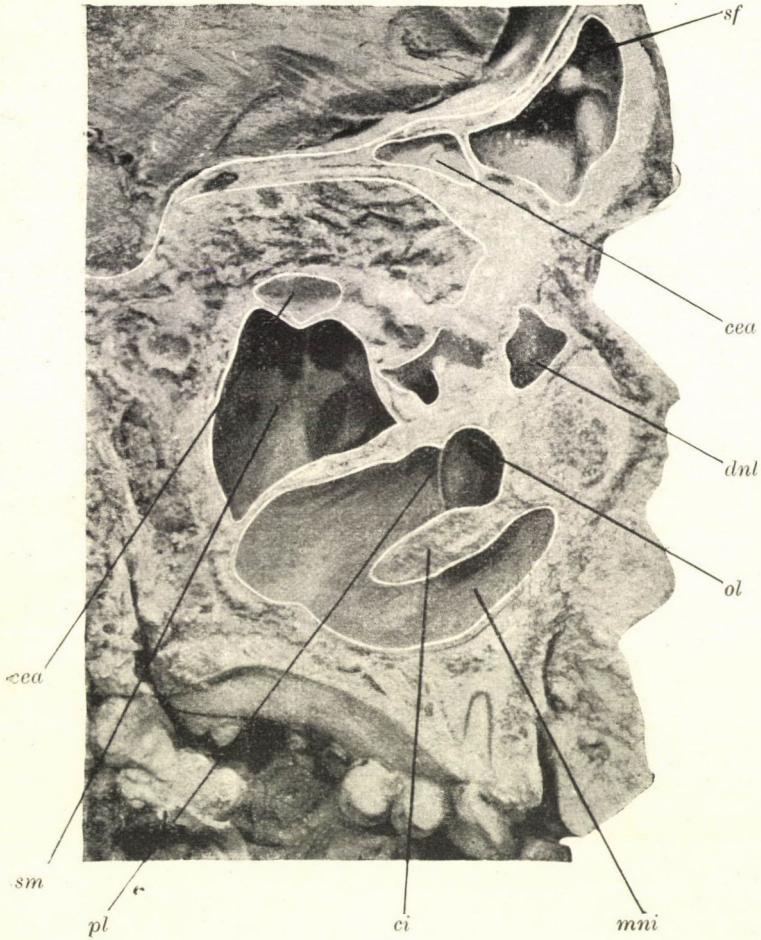
A 15. ábra egy sagittalis metszeten egy veleszületett rendellenességet érzékit, a könnyorrjárat (*dnl*) rendkívüli tágasságát illetőleg, nyílása (*ol*) 10 mm tág, az alsó orrjáratban egy erősen



14. ábra. Homlokmetszet. Természetes nagyság. *ol* ostium lacrimale, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *sm* sinus maxillaris, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cm* concha media, *pu* processus uncinatus, *s* septum.

előugró redő, plica lacrimalis (*pl*) határolja, mely 12 mm hosszúságban a nyálkahártyán lefelé húzódik.

Közelebről kívánjuk megbeszélni a könnyorrjáratnak a Highmor-üreghez való szomszédos viszonyát. Már említettük, hogy a könnyorrjárat nasalis lefutása a Highmor-üreggel szomszédos viszonyban áll és hogy a könnyorrjárat könyödora külön-



15. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ol* ostium lacrimale, *pl* plica lacrimalis, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *sm* sinus maxillaris, *cca* cellula ethmoidalis anterior, *sf* sinus frontalis.

bőző erősen elődomborodhatik a Highmor-üregben. A könydudor a Highmor-üreg tetejétől medialis falán az alsó kagyló tapadási vonaláig lefelé halad. A 2. és 12. ábra vízszintes metszeteken mutatja a 3—5 mm-nyire a Highmor-üregbe domborodó köny-



dudort, a 3. és 4. ábra a csontos koponyán mutatják a megnyitott Highmorüregben a könydudor helyzetét és lefutását.

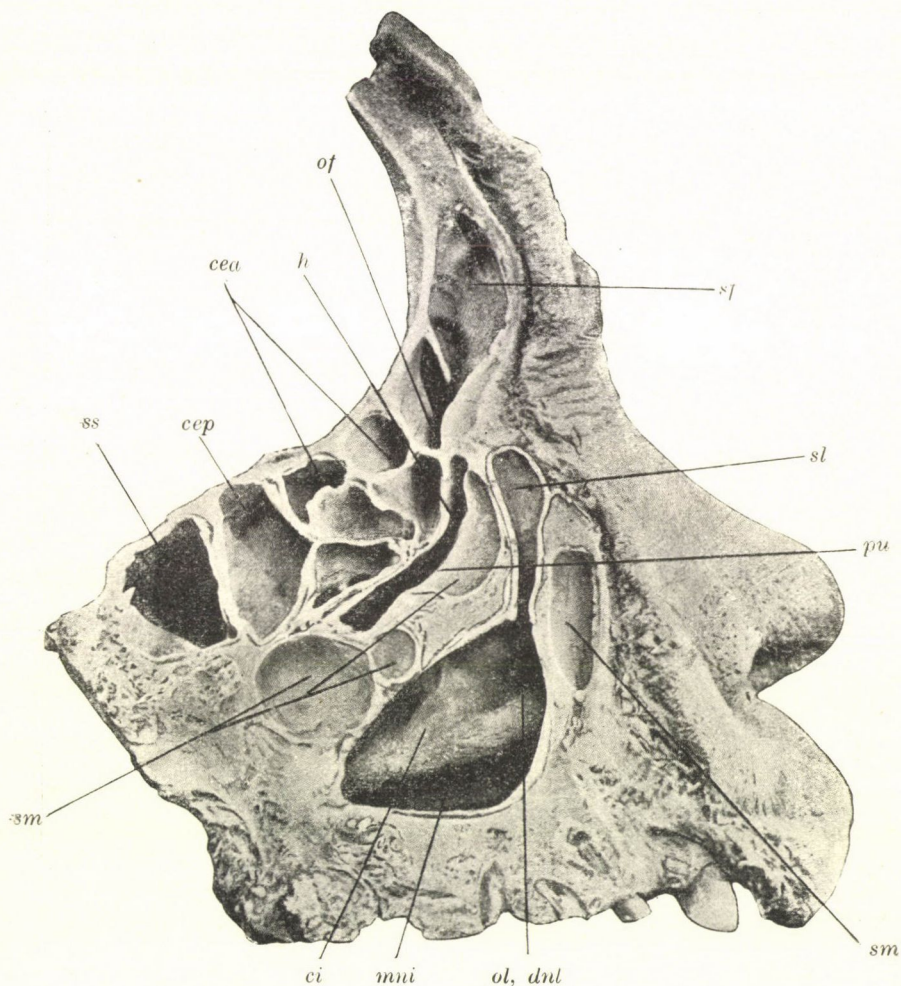
Mint megemlítettük, a könydudor kevésbé kifejezett lehet vagy hiányozhatik, nasalis lefutásában azonban a lapos medialis Highmor-üregfalat érinti. A Highmor-üreg azon kiöblösödése, mely a trigeminus második ágától, nervus infraorbitalis, medialisan felfelé és lefelé terjed és ZUKERKANDLTÓL mint recessus infraorbitalis és KILLIANTÓL (4) mint recessus praelacimalis jelöltetett, a könyorrjárhoz szorosabb viszonyban áll. Ezen recessus praelacimalis, ha jelen van, különböző nagy terjedelemben határolhatja a könyorrjáratot.

A 16. ábra egy sagittalis metszeten mutatja a kívülről megnyitott könyorrjáratot (*dnl*), az alsó orrkagylót (*mmi*) és a Highmor-üreget (*sm*). A könyorrjárat (*dnl*) 23 mm hosszú, legszélesebb részlete 6 mm tág, fokozatosan szűkül és egy 2 mm kerek nyílással (*ol*) nyílik közvetlenül az alsó orrkagyló (*ci*) tapadási vonala alatt, az alsó orrjárat (*mmi*) tetején. A Highmor-üreg (*sm*) a könyorrjáratot (*dnl*) alsó felében elül és oldalt, felső felében hátul és medialisan határolja. A Highmor-üreg (*sm*) elülső facialis része a recessus praelacimalis egy részét teszi.

A 17. ábra egy készítményen mutatja a hárttyás könyorrjárat (*dnl*) helyzetét, lefutását és a hárttyás Highmor-üreghez (*rpl*) és a hárttyás alsó orrjárhoz (*mmi*) való viszonyát. A 3 mm tág és 25 mm hosszú hárttyás könyorrjárat szomszédos viszonya a recessus praelacimalishoz (*rpl*) jól áttekinthető, továbbá átmenete az alsó orrjárat (*mmi*) nyálkahárttyájába.

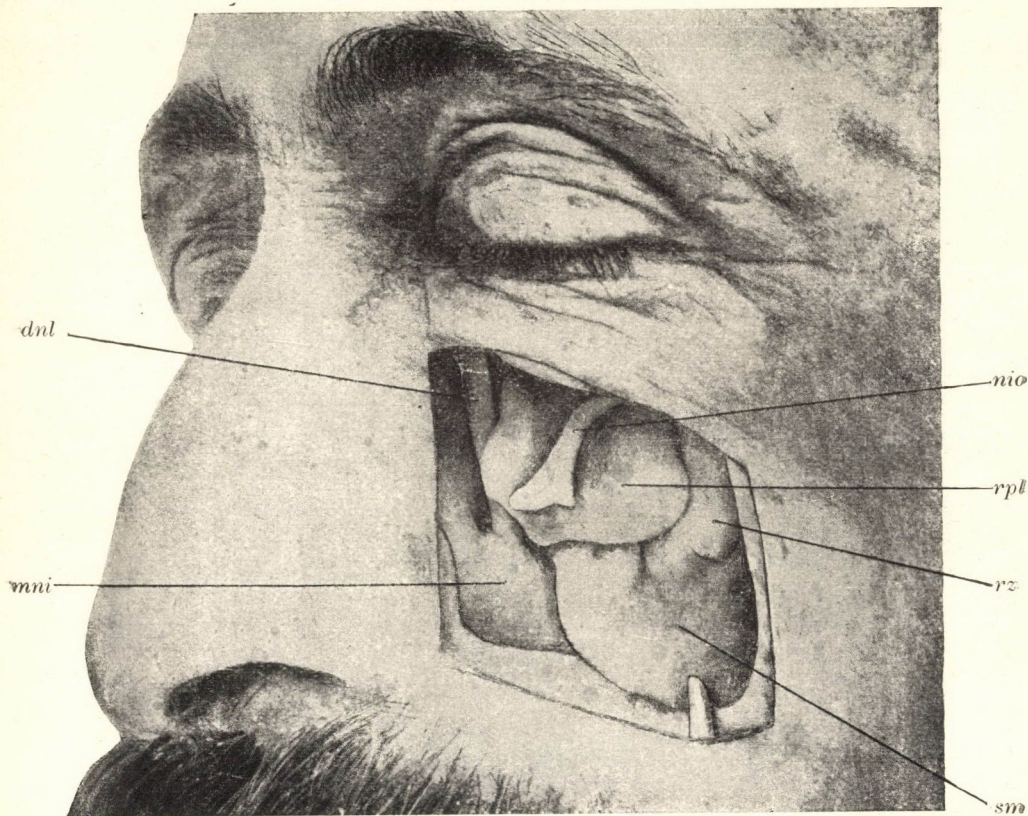
A 18. ábra egy homlokmetszeten mutatja a 12 mm hosszú és 2 mm széles bal könyorrjáratot (*dnl*) és viszonyát a medialis Highmor-üregfalhoz (*sm*) és a középső orrjárhoz.

A mi az elülső rostasejtek szorosabb viszonyát a könytömlőhöz és a könyorrjárhoz illeti, csupán egyes adatok találhatók. Orrgyógyászati lag egy szomszédos viszonyban álló elülső rostasejt cellula lacimalis névvel jelöltetett. TESTUT és JACOB (5) könyvében egy homlokmetszet a könytömlő medialis falán egy elülső rostasejtet mutat, mely a középső orrjárat tetejéig ér. KILLIAN atlaszában egy cellula infundibularis hátul a könytömlőig ér és egy másik képen egy cellula infundibularis hátul



16. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ol* ostium lacrimale, *sm* sinus maxillaris, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *pu* processus uncinatus, *h* hiatus semilunaris, *sf* sinus frontalis, *of* ostium frontale, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *ss* sinus sphenoidalis, *sl* saccus lacrimalis.

egészen a könnyorrjáratig. TORSCH (6) egy esetében a fossa saccī lacrimalist teljesen rostasejtek űvezték körül és 16 esetben csak a hátsó részletet különböző terjedelemben.

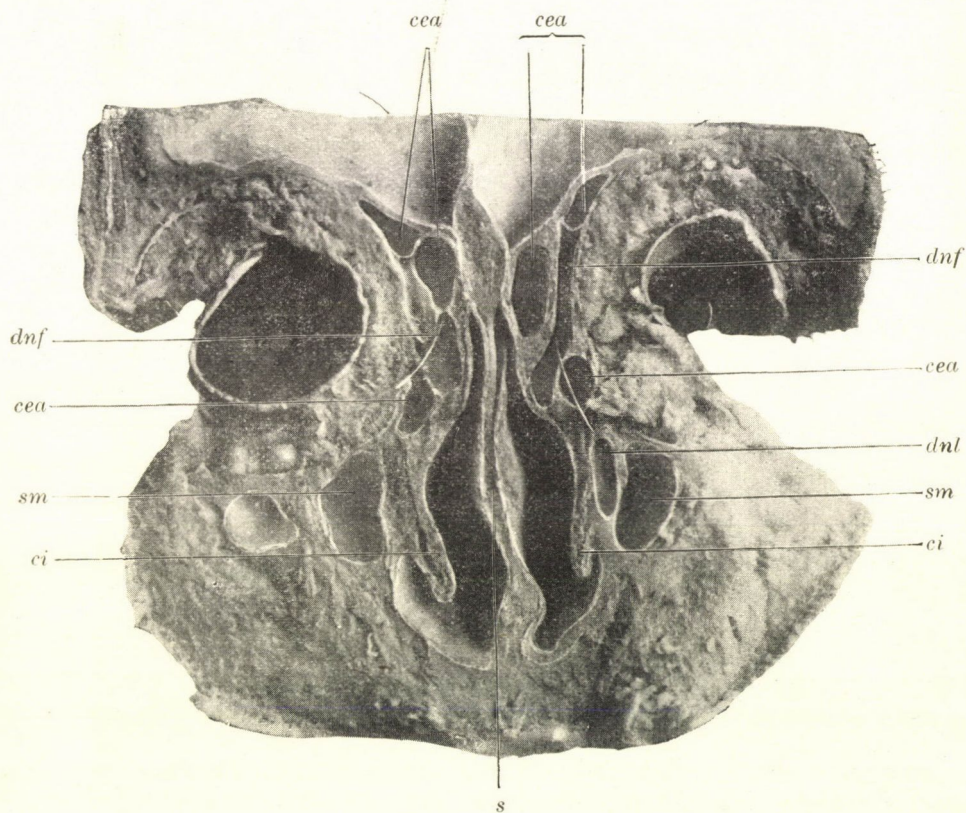


17. ábra. Természetes nagyság. *dni* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *sm* sinus maxillaris, *rpl* recessus praelacrimalis, *nio* nervus infraorbitalis, *rz* recessus zygomaticus.

AUBARET-BONNEFON (7) azt állítja, hogy a könnyzsákot a melléküregek sohasem vehetik teljesen körül. Egy, két vagy három elülső rostasejt is benső szomszédos viszonyban állhat. Ezen rostasejtek a processus uncinatushoz, az agger nasihoz vagy az



infundibulumhoz tartoznak. A könnyorrjárat felső része egy elülső rostasejttel állhat szomszédos viszonyban. Még említeni kívánjuk a GRÜNWARD (9) által leírt recessus ethmolacrimalist, mely



18. ábra. Homlokmetset. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis. *sm* sinus maxillaris, *ci* concha inferior, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *dnf* ductus nasofrontalis, *s* septum.

a félholdalaki rész egy oldalsó kiöblösödését alkotja és egy fal által a félholdalaki réstől elválasztva, mellette, a könnycsont és az orbitalis rostalemez legelülsőbb része között terjed. A processus uncinatus kétszer találta a könnycsonttal összekötve és

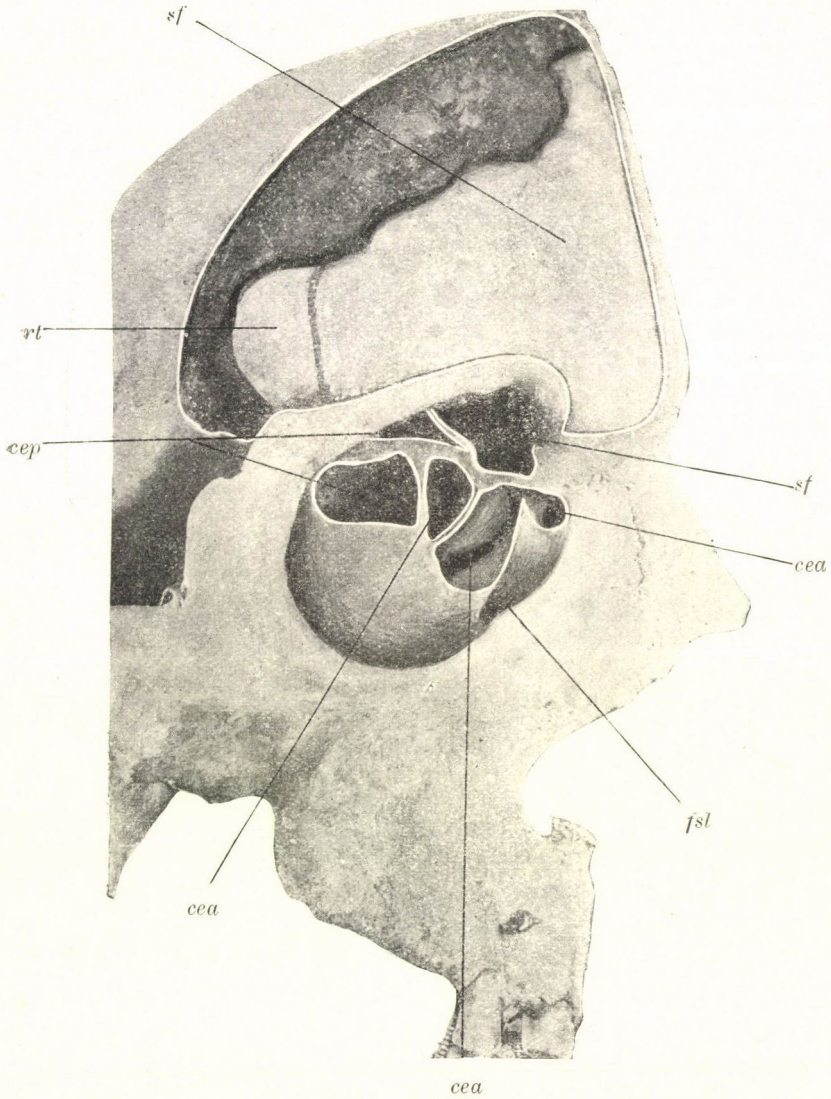
négyszer az agger nasit a könycsonttal összeforrvá. ZUCKERKANDL is felemlíti, hogy a processus uncinatus csontlemezekék közvetítésével a könycsonttal összenő. Az alakviszonyok megmagyarázzák, hogy a processus uncinatusban vagy az agger nasiban levő elülső rostasejtek alkalmilag a könyzsák és a könyorrjárat területében terjeszkedhetnek. GRÜNWARD szerint 79 készítmény közül a recessus ethmolacimalis 23-szor hiányzott. A recessus ethmolacimalis 6—23 mm verticalis, 4—10 mm sagittalis és 3—6 mm frontalis átmérőt mutatott; GRÜNWARD szerint kisebb terjedelműek is előfordulnak. A 16. ábra sagittalis metszeten mutat egy készítményt, melyen a félholdalakú rés (*h*) legfelsőbb oldalsó részében a 10 mm magas és 6 mm széles recessus ethmolacimalis a könyzsák területéhez terjeszkedik.

A 19. ábra egy készítményen érzékíti a fossa sacci lacimalis (*fsl*) helyzetét és szomszédos viszonyát az elülső rostasejtekhez (*cea*). A fossa sacci lacimalist (*fsl*) fenn, hátul és medialisan határolják az elülső rostasejtek (*cea*). Az orr melléküregeinek csontos fala el lett távolítva és nyálkahártyájuk hólyagszerűen megtartva.

A 20. ábra egy készítményen mutatja a fossa sacci lacimalis (*fsl*) helyzetét és szomszédos viszonyát az elülső rostasejthez (*cea*). A fossa sacci lacimalist (*fsl*) hátul és medialison egy elülső rostasejt (*cea*) határolja.

A mi a fossa sacci lacimalis és a könytömlő szomszédos viszonyát illeti, már a fossa sacci lacimalis csontos összetételénél felemlítettük a könycsont összefüggését a homlokcsonttal. Ezen összefüggésnél, valamint a könycsont összeköttetésénél a rostacsont papírlemezével a könytömlő az említett melléküregekkel semminemű szomszédos viszonyban sem állhat. A homloküreg nagy kiterjedése mellett ez utóbbi a könycsont területébe terjedhet és a könytömlővel benső szomszédos viszonyba léphet.

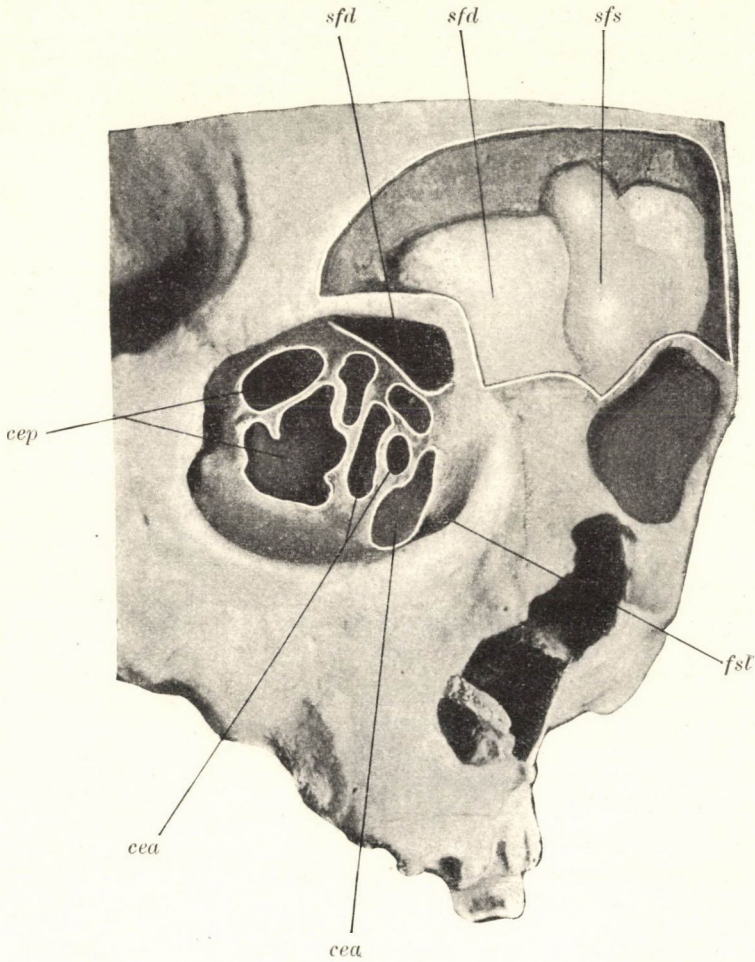
Egy homlokmetsetünk mutatja a homloküreg szomszédos viszonyát a könytömlőhöz. A 4 mm széles könytömlőt a homloküreg 8 mm hosszúságban határolja. A mi a könylevezető szerveket a gyermekkorban illeti, alig találunk valamit a tankönyvekben. A részletes, ébrényekre vonatkozó fejlődéstani adatok mellett csak általánosságban jegyzi meg, hogy



19. ábra. Természetes nagyság. *fsl* fossa sacci lacrimalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *sf* sinus frontalis, *rt* recessus temporalis, *cep* cellula ethmoidalis posterior.



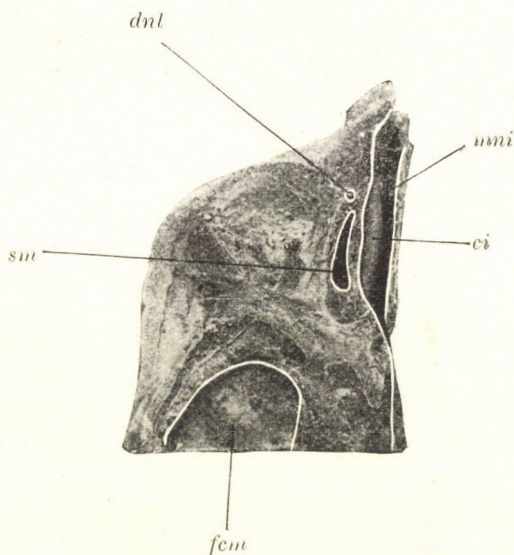
a gyermekkorban úgy a könytömlő, mint a könyorrjárat csekély méreteket és ürteret mutat. PETERS figyelmeztetett reá,



20. ábra. Természetes nagyság. *fsl* fossa sacci lacrimalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *sfs* sinus frontalis sinister, *sfd* sinus frontalis dexter, *cep* cellula ethmoidalis posterior.

hogy a születéskor a könyorrjárat nasalis végének összefüggése az alsó orrjáratattal néha még nem következett be. Észlele-

teinket röviden kívánjuk felsorolni, melyek a gyermekkorra vonatkoznak. A könnyorrjárat szélessége és nyílása aránylag elég nagy, csupán a nyílási terület térvizonyai az alsó orrjáratban lehetnek nagyon szűkek, a mennyiben az egész belső orrürr az első életévekben nagyon szűk és az alsó orrkagylónak oda-



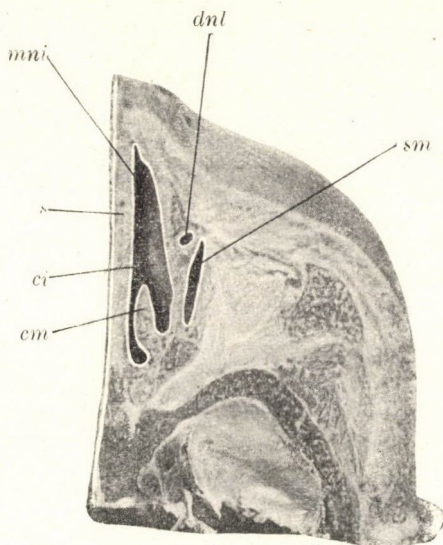
21. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *fcm* fossa cranii media.

fekvésével az oldalsó orrüregfalhoz az alsó orrjárat már rendes állapotában is meglehetősen szűkítve lehet.

Ujjszülöttekben a könnyorrjárat tágassága  $1\frac{1}{2}$  és 2 mm volt, egy kéthónapos gyermekben 2 mm,  $4\frac{1}{4}$  hónapos gyermekben 2 és 3 mm,  $4\frac{1}{2}$  hónapos gyermekben  $1\frac{1}{2}$  mm, 5 hónapos gyermekben 2 és  $3\frac{1}{2}$  mm,  $5\frac{1}{2}$  hónapos gyermekben  $2\frac{1}{2}$  és 3 mm, 8 hónapos gyermekben 3 és 8 mm, 11 hónapos gyermekben 2 mm, 12 hónapos gyermekben 3 mm, 14 hónapos gyermekben  $1\frac{1}{2}$  mm, 3 éves gyermekben  $2\frac{1}{2}$  mm és 6 éves gyermekben 3—9 mm volt. A könytömlő és a könnyorrjárat szomszédos viszonya a melléküregekhez a melléküregek



fejlődésével függ össze. A mi a könnyorrjárat helyzetét illeti, ujjszülöttekben egy esetben a könnyorrjárat  $1\frac{1}{2}$  mmnyire a Highmor-üreg elülső végétől volt elhelyezve, egy másik esetben pedig 2 mmnyire medialisán a Highmor-üreg üellső végétől; egy 2 éves gyermekben a könnyorrjárat közvetlenül a Highmor-üreg elülső végének laterális oldalán volt elhelyezve; egy  $4\frac{1}{4}$  hónapos gyermek-



22. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *cm* concha media, *s* septum narium.

ben 2 mmnyire a Highmor-üreg elülső végétől; 5 éves gyermekben 3 mmnyire a Highmor-üreg elülső vége előtt, egy esetben  $1\frac{1}{2}$  mmnyire medialisán a Highmor-üreg elülső vége előtt; 8 hónapos gyermekben egy esetben a könnyorrjárat 3 mmnyire a Highmor-üreg elülső vége előtt volt elhelyezve, egy másik esetben 2 mmnyire medialisán a Highmor-üreg elülső végétől; egy 11 hónapos gyermekben 2 mmnyire medialisán a Highmor-üreg elülső végétől. Egy 6 éves gyermekben a könnyörmlőt a homloküreg elülső alsó részlete határolta.

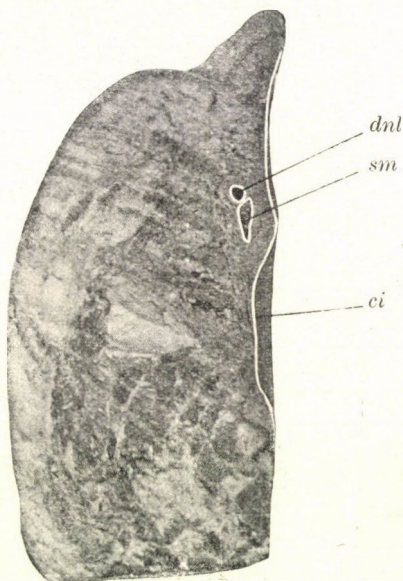
A 21. ábra vízszintes metszeten egy ujjszülöttben mutatja



a  $1\frac{1}{2}$  mm tág könnyorrjárat (*dnl*) helyzetét,  $1\frac{1}{2}$  mmnyire a Highmor-üreg (*sm*) elülső vége előtt.

A 22. ábra vízszintes metszeten egy ujjszülöttben mutatja a 2 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) 2 mmnyire medialisan a Highmor-üreg (*sm*) elülső végétől.

A 23. ábra vízszintes metszeten egy 2 hónapos gyermek-



23. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *sm* sinus maxillaris, *ci* concha inferior.

ben mutatja a 2 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) közvetlenül a Highmor-üreg (*sm*) elülső végének laterális oldalán.

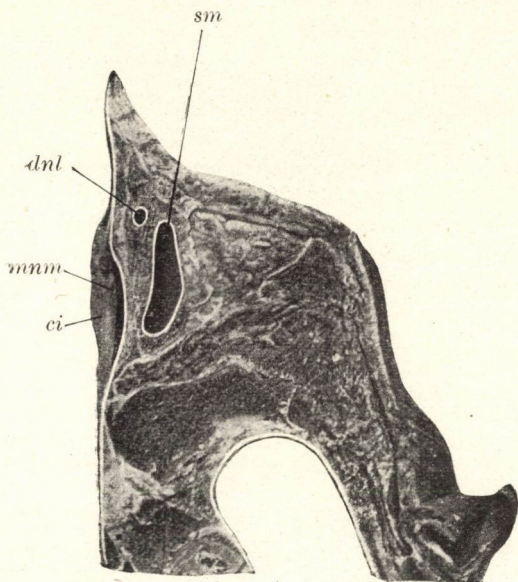
A 24. ábra vízszintes metszeten egy  $4\frac{1}{4}$  hónapos gyermekben mutatja a 2 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) 2 mmnyire medialisan a Highmor-üreg (*sm*) elülső végétől.

A 25. ábra homlokmetszeten egy  $4\frac{1}{4}$  hónapos gyermekben mutatja a csaknem 3 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) közvetlenül az alsó orrjáratba (*mni*) való benyílása előtt.

A 26. ábra vízszintes metszeten egy  $4\frac{1}{2}$  hónapos gyer-

mekben mutatja a  $1\frac{1}{2}$  mm tág könyorrjáratot (*dnl*) 3 mmnyire a Highmor-üreg (*sm*) elülső vége előtt.

A 27. ábra vízszintes metszeten mutatja egy 5 hónapos gyermekben a  $2\frac{1}{2}$  mm tág könyorrjárat (*dnl*) helyzetét 3 mmnyire a Highmor-üreg (*sm*) elülső vége előtt.



24. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *mmm* meatus narium medius, *ci* concha inferior.

A 28. ábra vízszintes metszeten egy 5 hónapos gyermekben mutatja a  $2-3\frac{1}{2}$  mm tág könyorrjáratot (*dnl*)  $1\frac{1}{2}$  mmnyire medialisán a Highmor-üreg (*sm*) elülső vége előtt.

A 29. ábra sagittális metszeten egy  $5\frac{1}{2}$  hónapos gyermekben mutatja a könyorrjárat  $2\frac{1}{2}-3$  mm tág nyílását (*dnl*) az alsó orrjáratban (*mni*).

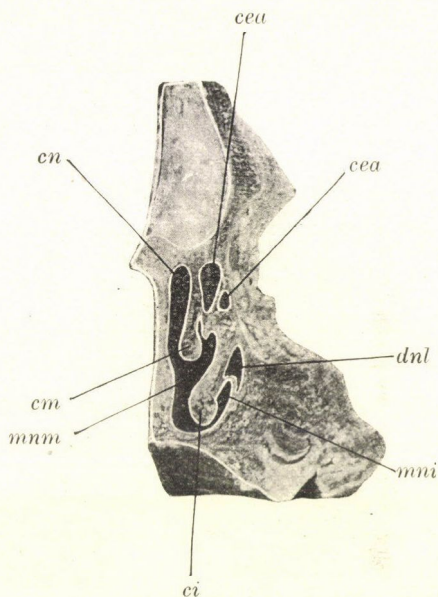
A 30. ábra vízszintes metszeten egy 8 hónapos gyermekben mutatja a  $3-5$  mm tág könyorrjárat (*dnl*) helyzetét 2 mmnyire medialisán a Highmor-üreg (*sm*) elülső végétől.

A 31. ábra vízszintes metszeten egy 8 hónapos gyermek-



ben mutatja a 3 mm tág könnyorrjárat (*dnl*) helyzetét 3 mmnyire a Highmor-üreg (*sm*) elülső végétől.

A 32. ábra vízszintes metszeten egy 11 hónapos gyermekben mutatja a 2 mm tág könnyorrjárat (*dnl*) helyzetét, 2 mmnyire medialisán a Highmor-üreg (*sm*) elülső végétől.



25. ábra. Homlokmetszet. Természetes nagyság. *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cn* cavum narium, *cm* concha media, *mmm* meatus narium medius, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *dnl* ductus nasolacrimalis.

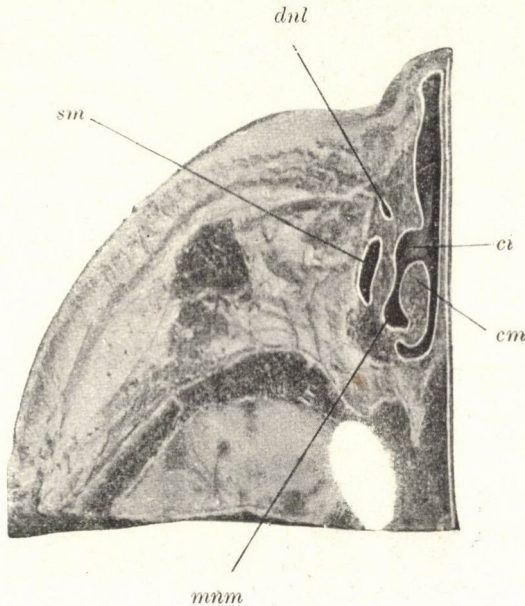
A 33. ábra homlokmetszeten egy 12 hónapos gyermekben mutatja a 13 hosszú és 3 mm tág könnyorrjáratot (*dnl*) a középső és alsó orrjárat (*mni*) területében.

A 34. ábra homlokmetszeten egy 14 hónapos gyermekben mutatja az 5 mm hosszú és 1½ mm széles könnyorrjárat (*dnl*) helyzetét a középső orrjárat (*mmm*) területében.

A 35. ábra homlokmetszeten egy 3 éves gyermekben mutatja a 10 mm hosszú és 2½ mm széles könnyorrjáratot (*dnl*) a középső orrjárat területében.

A 36. ábra sagittalis metszeten egy 6 éves gyermekben mutatja a könytömlő (*sl*) helyzetét 3—9 mm kiterjedésben és benső szomszédos viszonyát a homloküreg (*sf*) elülső alsó részéhez.

Az utóbbi években egyre halmozódtak a klinikai kísérletek, a könyvevezető szervek megbetegedéseiben orrsebészeti beavat-

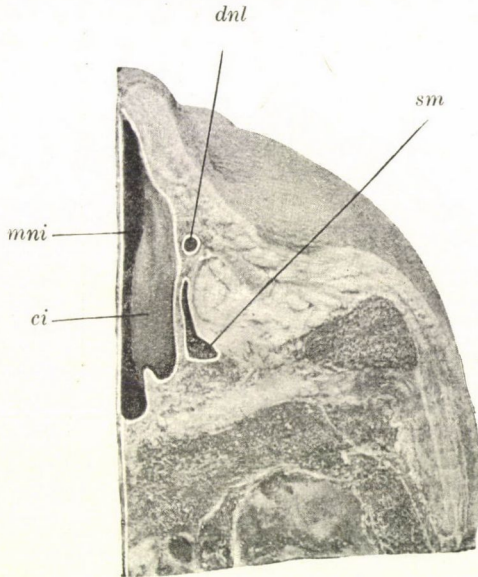


26. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mmm* meatus narium medius, *cm* concha media.

kozásokkal gyökeres gyógyulást elérni. A különböző ajánlatokat és eljárásokat fel fogjuk sorolni, de előbb egyes történeti adatokat kívánunk előrebocsátani. Az idevonatkozó újabb közleményekben alig találjuk felemlítve azon érdekes tényeket, melyek szerint az újabb ajánlatok elve már régen volt hangoztatva és keresztülvive. Épenígy régen ismeretes volt az okozatos összefüggés a könyvszervek bántalmai és az orrbajok között. Már a XVIII. század első felében ajánlotta Woolhouse a könyvek mesterséges levezetésének megteremtését és az összekötést az



orrüreggel eszközölte is. WOOLHOUSE gonosz esetekben kiirtotta a könytömlőt és új és maradandó utat készített a könyek számára. WOHLHOUSE után PLATTNER következőképen végezte ezen sebészi beavatkozást. Miután a könycsatornácskába egy kutaszt vezetett be, a könytömlőt kiirtotta. A könycsontot egy éles vájttal áttörte és ezt megforgatta, hogy kerek nyílás támadjon ;

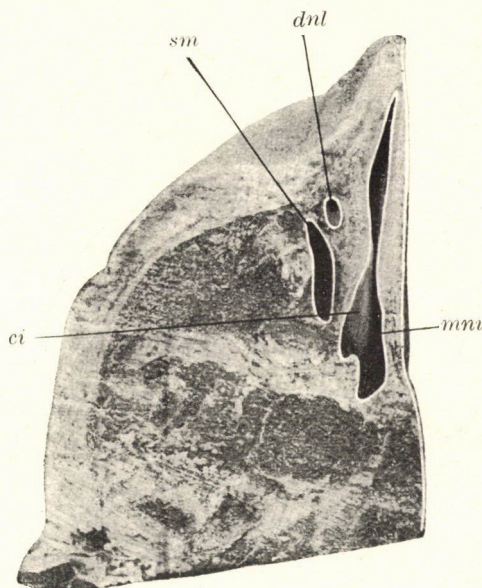


27. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dni* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior.

majd egy aranyból, ezüsből vagy ólomból készült kúpalakú fémcsővecske lesz bevezetve és felette a seb bezárva, ezen csővecske hónapokig marad benn. Ha a könycsont csontszúja van jelen, akkor az áttörést izzó vassal kell végezni.

Felette érdekes GOETHE (10) leírása ezen sebészi beavatkozásról, melyet jelenlétében LOBSTEIN Strassburgban Herderen végzett: «Das Tränensäckchen nämlich ist nach unten zu verschlossen, so dass die darin enthaltene Feuchtigkeit nicht nach der Nase hin und umso weniger abfließen kann, als auch dem

benachbarten Knochen die Oeffnung fehlt, wodurch diese Sekretion naturgemäss erfolgen sollte. Der Boden des Säckchens muss daher aufgeschnitten und der Knochen durchbohrt werden, da dann ein Pferdehaar durch den Tränenpunkt, ferner durch das eröffnete Säckchen und durch den damit in Verbindung gesetzten neuen Kanal gezogen und täglich hin und wieder

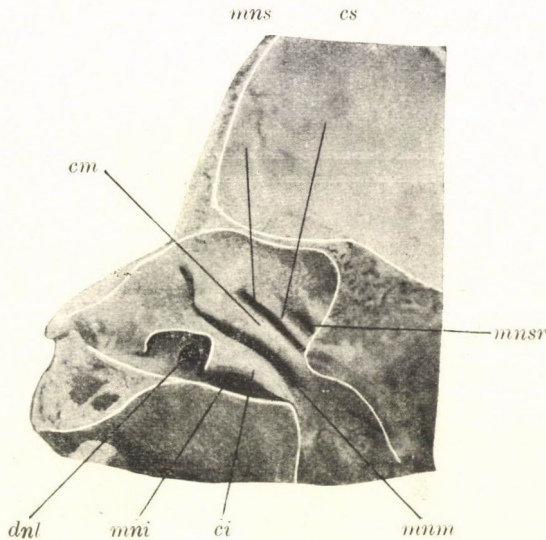


28. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior.

bewegt wird, um die Kommunikation zwischen beiden Teilen herzustellen.» Azután GOETHE még megjegyzi: «Nach so viel Qual und Leiden wollte die künstliche Tränenrinne sich nicht bilden und die beabsichtigte Kommunikation nicht zustande kommen. Man sah sich genötigt, die Wunde zugehen zu lassen.» A XIX. század első felében nyugalmi állapot következett be és mint HIRSCHBERG (13) magát kifejezi: «Im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts befreite sich die Augenheilkunde zunächst von der Bildung einer künstlichen Öffnung nach der Nasenhöhle, die eine Täuschung darstellt.»



Mint már említettük, a könyiszervek bántalmai és az orrbajok közötti okozatos összefüggés már régen ismeretes volt. KUHT (11) tapasztalatai szerint a könylevezető szervek megbetegedései 93·7 %-ban rhinogen eredetűek. Természetes dolog, hogy a nasalis összefüggés fertőzés útja lehet és hogy a könyorrjárat és a könytömlő rhinogen úton másodlagosan

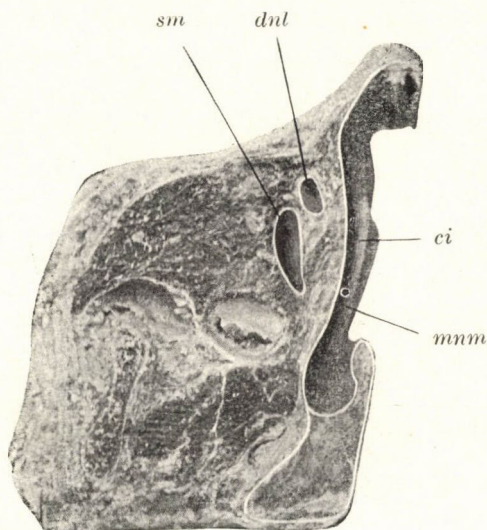


29. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *mni* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *mm* meatus narium medius, *em* concha media, *mns* meatus narium superior, *cs* concha superior, *mnsr* meatus narium supremus.

megbetegedhetik. AUBARET (12) kísérletei szerint a folyadék fel szállása és az orrüregből a levegőnek a könyorrjáratba és még a könytömlőbe való jutása is lehetséges és a billentyűk szerepével működő nyálkahártyaredők elégtelenségével függ össze. Ismeretes, hogy heves orrfuváskor nyálkarészecskék az orrüregből a könytömlőbe sodortathatnak. Szippantásra való dohányrészecskék bejutása egészen a könypontokig észleltetett, épenúgy SALUS látta, hogy levegő és szivarfüst a könypontokon át kifújható volt, továbbá SCHENK orrvérzésnél a köny-



pontokból vérnek kilépését látta. A könnyorrjárat sérülésekor a Highmor-üreg átfurása után a fogmedernyujtványon át FEIN a könypontokból levegő kilépését észlelte. Hogy a légáram mint fertőzővivő szerepelhet, világos, és a könylevezető szemekbe sodort fertőző nyálkarészecskék és a különböző mikroorganizmusok metastasist, a kóros folyamat tovaterjedését okozhatják. Meg-

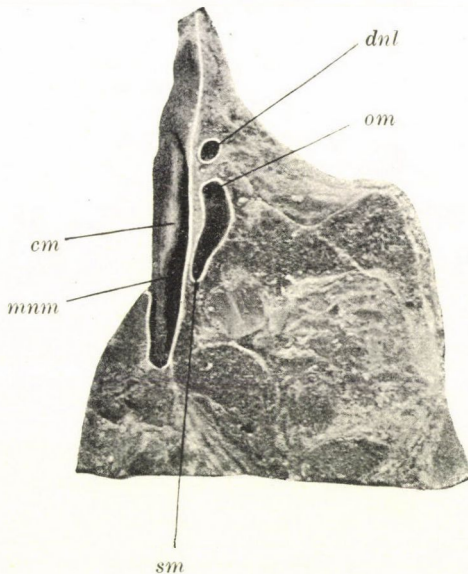


30. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mmm* meatus narium medius.

jegyzendő, hogy épenúgy a szem kötőhártyáján, mint az orrüregben különböző mikroorganizmusok fordulhatnak elő és a könytömlő gyulladására vezethetnek. Kóroktanilag fontos szerepet játszanak mindazon nasalis elváltozások, melyek erőművileg úgy a nasalis nyílást eldugaszolhatják, mint magasabban is a könylefolyást megakadályozhatják. Az orrnyákhártya gyulladása a könylevezető szervekre folytathatódik és a különböző okból támadt nyomás a könyek pangására is vezethet.

Néha a könnyorrjárat eldugulása nélkül is reflexneurosisról lehet szó, mely az orrüregből reflexes könyesurgást idézhet elő. A könnyorrjárat nasalis nyílását részlegesen vagy

teljesen eldugaszolhatják az orrkagylók túltengései, az alsó orrkagyló elülső végének polypoid vagy papilláris elfajulása, vagy idegen testek, fogcysták, bujakóros vagy gümős elváltozások, rhinoscleroma, az orrkagyló és orrfenék összenövése, csonthártyagyulladás a nasalis nyílás szomszédságában és hegeképződés ezen területen, térszükítő és nyomást okozó elválto-



31. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *om* ostium maxillare, *dnl* ductus nasolacrimalis, *cm* concha media, *mmm* meatus narium medius.

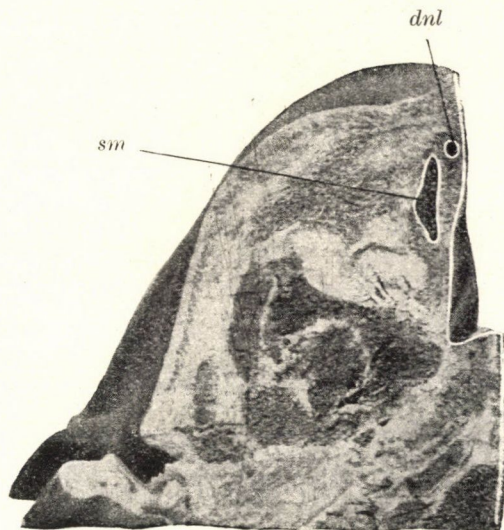
zások, mint daganatok, polypusok, úgynevezett csonthólyagok, a középső orrkagyló hólyagos duzzanata, az orrsövény tövisei és elgörbülései, végül csontdestruációk, sérülések, a csontfalak obturáló törései. KUHN egy ízben a könnyorrjárat ürterét 6–7 mm hosszúságban egy periostalis csontképződés által eltömve látta. Rhinitis atrophicansnál a sorvadó folyamat tovavezetését és a csontos járat sorvadását észlelte KRIEG.

Vizsgálataink szerint a kagylósejtek hossza a középső orrkagylóban 8 és 27 mm, szélessége 5 és 19 mm és magassága



7 és 16 mm között ingadozott. Ezen kagylósejt mint mucocela és pyocela oly nagy kiterjedést érhet el, hogy az orrüregben térszűkítően és nyomást okozóan hathat és a könnyszervek bántalmainak kóroktanában szerepet játszhatik.

Fontos szerep jut a szomszédos melléküregek genyedéseinek. A homloküreg, a rostasejtek és a Higmor-üreg idült genyedéseinek tovaterjedését a könnyvezető szervekre már észlelték. A könny-



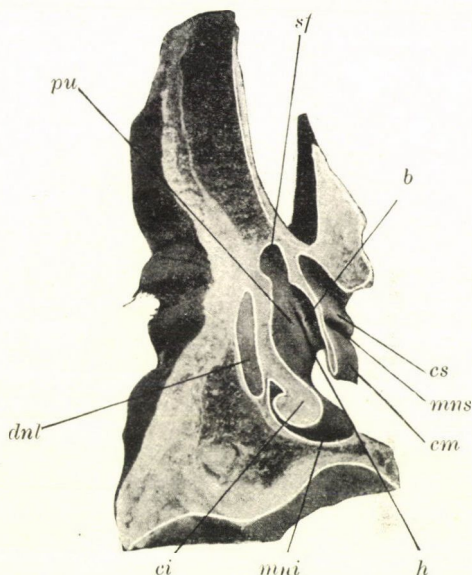
32. ábra. Vízszintes metszet. Természetes nagyság. *sm* sinus maxillaris, *dnl* ductus nasolacrimalis.

szervek másodlagos megbetegedéseit leggyakrabban a rostasejtek genyedései okozták. A kóros folyamatok tovaterjedésében a melléküregek nyákhártyájától a csonton át a könnyszervekre a viszeres hálózatoknak és a nyirokutaknak szerep juthat. Tudvalevően az orr nyákhártyájának gyűjtőeres hálózata összefügg a melléküregek és a könnyorrjárat nyákhártyájával. Ismeretes a könnyorrjárat és a könnytömlő összeköttetése a vena facialis anteriorral, a vena ophthalmicával és a vena infraorbitalissal. A ZUCKERKANDL által leírt vena lacrimofacialis egy erősebb gyűjtő-érággal függ össze, mely az elülső rostasejtektől indul és a



könycsontot áttöri. Bekövetkezhetik az elválasztó csontfal és a könytömlő perforációja, beállhat a csont és a könytömlőfal között, továbbá a csont és bőr között genyfelhalmozódás sipolyképződéssel is. Újabb időben REHSE is kiváló szerepet juttat a rostasejtek genyedéseinek a könytömlő bántalmaiban.

Ezen veleszületett csonthiányok a rostasejtek megbetegedéseiben következményes peridacryocystitis és dacryocystitis

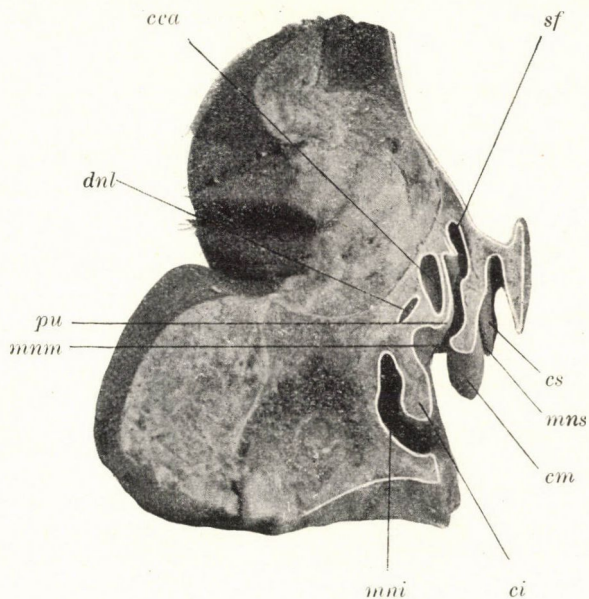


33. Homlokmetset. Természetes nagyság. *sf* sinus frontalis, *pu* processus uncinatus, *b* lamina bullae ethmoidalis, *h* hiatus semilunaris, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *cm* concha media, *mns* meatus narium superior, *cs* concha superior, *dnl* ductus nasolacrimalis.

purulenta okai is lehetnek. A rostacsont papirlemezésének veleszületett csonthiányát 18 esetben észleltük, a csonthiány sagittalis átmérője 7 és 28 mm, verticalis átmérője 4 és 8 mm között ingadozott. Ezen csonthiány folytán közlekedtek a rostasejtek a szemüreggel, három esetben e miatt a homloküreg is nyitva volt, mely a rostasejtekkel és a szemüreggel közlekedett.

PETERS és HAMMER állította, hogy könytömlő-phlegmonék és sipolyos folyamatok esetén a Highmor-üreg megbetegedése áll fenn.

Az észleletek azt mutatták, hogy ez csak ritkábban fordul elő és hogy a Highmor-üreg genyedésekor az orrnyálkahártyának kísérő lobos elváltozásai a könnyorrjáratra folytatódhatnak. A Highmor-üregben levő cysták, daganatok, polypusok, fogcysták nyomást gyakorolhatnak és a könnyorrjáratnak másodlagos szűkületét okozhatják. Genyedéseknél csontdestruciók és sequesterképződések



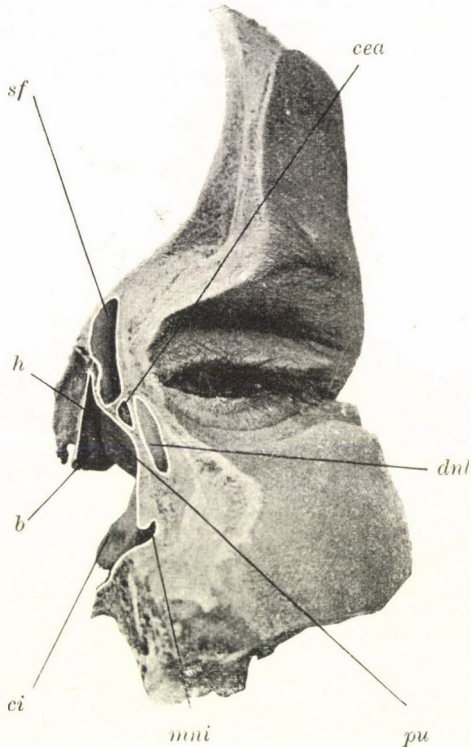
34. ábra. Homlokmetset. Természetes nagyság. *sf* sinus frontalis, *cca* cellula ethmoidalis anterior, *dnI* ductus nasolacrimalis, *pu* processus uncinatus, *mmi* meatus narium inferior, *ci* concha inferior, *mmm* meatus narium medius, *cm* concha media, *mns* meatus narium superior, *cs* concha superior.

is keletkezhetnek, épenúgy bujakóros és gümős megbetegedéseknél.

A 37. ábra homlokmetseten egy 28 mm hosszú, 23 mm széles és 46 mm magas alveolaris cystát (*ca*) mutat, mely a Highmor-üreget (*sm*) elnyomja, az alsó orrjárat (*mmi*) és részben a középső orrjárat (*mmm*) területét határolja és szomszédos viszonyban áll a könnyorrjárat nyílási területéhez. Ilyen



nagy alveolaris cysták egyrészt a könnyorrjáratra károsan hatnak, másrészt csak gyökeres eljárásokkal távolíthatók el, a miről a könnyuszerveknek a Highmor-üregen át való sebészi kezelése ismertetésekor lesz szó.



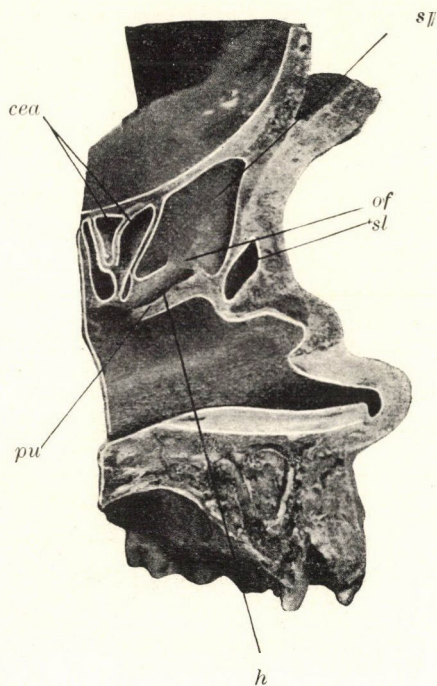
35. ábra. Homlokmetset. Természetes nagyság. *sf* sinus frontalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *h* hiatus semilunaris, *b* bulla ethmoidalis, *pu* processus uncinatus, *dul* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior.

A Highmor-üreg genyedeinek szövődményeként leirtak könnyosurgást, könnyömlőgenyedet, a könnyömlő sipolyképződését, a medialis Highmor-üregfal áttörését az alsó és középső orrjáratban, sequesterképződést és a könnyorrjárat áttörését. A homloküreg genyedeinek szövődményeként észleltek könnyosurgást, körülírt tályogot az alsó homloküregfalon, könnyömlőgenyedet,



a könytömlő és az alsó homloküregfal áttörését. A rostasejtek genyedeése esetében leirtak könytömlőgenyedet, a könytömlő áttörését, sipolyképződést és a rostasejtek áttörését.

A mint láttuk, a könytömlő bántalmaiban fontos szerepet játszanak az orrbajok és a melléküregbántalmak. BRÜCKNER (21)

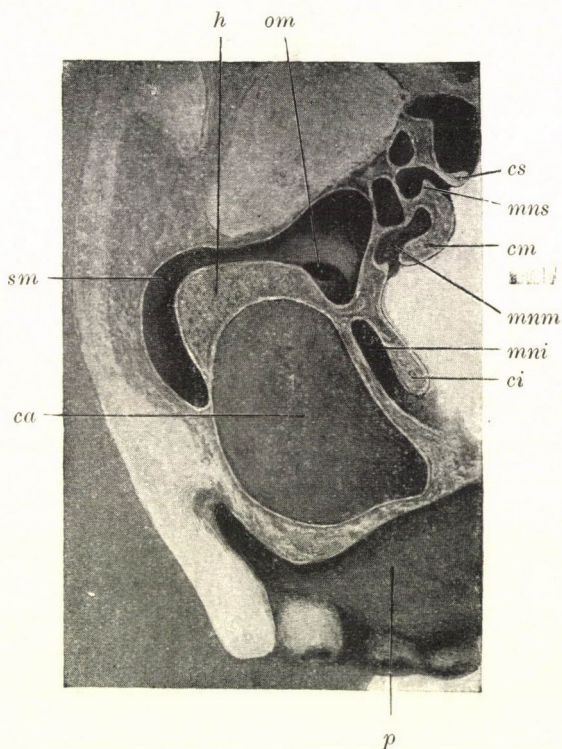


36. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *sf* sinus frontalis, *of* ostium frontale, *h* hiatus semilunaris, *pu* processus uncinatus, *cca* cellula ethmoidalis anterior, *sl* saccus lacrimalis.

elismeri a könytömlőbántalmak gyakori rhinogen természetét, bár az orrbajoknak közvetlen átterjedését a könylvezető szervekre ritkának tekinti; az orrbajok a könytömlő idült megbetegedésének a rosszabbodását okozhatják. Végül előfordulhat, hogy könytömlőgenyedéshez másodlagosan a rostasejtek és a Highmor-üreg genyedeése csatlakozik.

A mi a könylvezető szervek gyógyítását illeti, csupán az

orrgyógyászati beavatkozásokra és javaslatokra akarunk szorítkozni. Ismeretesek olyan esetek, midőn a conservatív endonasalis kezelés jó eredményre vezetett. KUHNT azt mondja, ha az orrbaj a gyógyulást remélni engedi, akkor a conservatív szemészeti kezelés mellett a nasalis is megindítható. MUSEHOLD.



37. ábra. Homlokmetszet. Természetes nagyság. *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *mmm* meatus narium medius, *cm* concha media, *mns* meatus narium superior, *cs* concha superior, *ca* cysta alveolaris, *p* palatum, *sm* sinus maxillaris, *h* hyperostosis, *om* ostium maxillare.

két betegén észlelte, hogy a könycsurgás a nasalis nyílás területének suprarenin-kezelésére meglepően megszűnt. Felnőtteken, még inkább gyermekeken az első életévekben, már az orrnyálkahártyájának egyszerű duzzanata eldugaszolhatja a nasalis nyílási területet s a conservatív nasalis gyógykezelést siker-

kisérheti. Tërszükító kagylótúltengés, az elülső kagylóvég polypoid, papillaris megnagyobbodása, idegen test és a felsorolt nasalis elváltozások eseteiben endonasalis beavatkozások esz- közlendők. Az alsó kagyló elülső végének egyszerű resectiója sok szép eredményt mutathat fel.

FISCHER esetében, midőn a nasalis nyilási terület elduga- szolása folytán a könytömlő csaknem tyúktojásnyi nagyságot ért el, az alsó kagyló elülső végének resectiója végleges gyógyulást eredményezett. Szép sikerrel járt az idegen testek eltávolítása, melyek a nyilási területet erőművileg elzárták. Egyszóval az orrüregben látható elváltozások gyökeresen gyógyítandók meg, hogy a könylefolyás helyreálltassék és a könytömlő megbete- gedése kikerülhető legyen. Több esetben azonban ezen nasalis beavatkozások nem vezettek célra és ezért különböző új uta- kat és eljárásokat kíséreltek meg a gyökeres gyógyulás elérése céljából.

A POLYÁK által ajánlott eljárás, a könyorrjárat endonasalis retrograd kutaszolása hajlított kutaszokkal, eddig csak ajánlat maradt, többnyire előzetes kagylóresectio után végezhető és KUHNT szerint hiányzik javallatának területe. A könyorrjárat szükületének egy esetében az 1893. évben CALDWELL a járatba a szükületig kutaszt vezetett, villamos trepánnal az alsó kagyló egy részét eltávolította, a járatot a kutaszig megnyitotta és a közlekedést helyreállította. TORI a róla elnevezett eljárást az 1904. évben végezte; az eljárás a fossa sacci lacrimalis csonthártájának leválasztásában, a csontfal resectiójában, a könytömlő hátulsó falának eltávolításában és az orrnyálkahártya egy részének eltá- volításában áll. Ilyen módon kísérlette meg TORI a könytömlő és az orrüreg között az összeköttetést helyreállítani és a köny- lefolyást biztosítani. 1904-ben AUBARET a könytömlő kiirtását végezte a könyecsont alsó részének resectiójával, hogy a ki- elégítő drainage gyógyulást eredményezzen. GORIS 1905-ben a könytömlő genyes sipolyát olyan módon gyógyította meg, hogy a csont szuvas részét eltávolította és az összeköttetést az orrüreggel helyreállította. GORIS azután az idült könytömlő- genyedéseket oly módon gyógyította, hogy a könytömlőt megnyitotta, egy csontrészt eltávolított, kaucsukdraint helye-



zett be és a sebet zárta. 1899-ben ajánlotta KILLIAN az alsó orrkagyló elülső végének és a könyorrjárat egész nasalis falának eltávolítását. KILLIAN eljárásával jó eredményeket ért el. PASSOW 1901-ben hasonló módon narcosisban jó eredményt ért el. LAGRANGE-AUBARET 1907-ben eljárást ajánl, mely a könyömlő feltárásában, hátulsó falának eltávolításában és a könyocsont resectiójában áll. STRUYCKEN 1910-ben két esetet operált jó eredménnyel következő módon. A könyömlő leválasztása után eltávolítja a csontot és megnyitja az orrüreget, azután a hátulsó könyömlőfalból háromszögletű lebenyt metsz ki, a nyílásba helyezi és az orrnyálkahártyához rögzíti. Két, illetve öt hónap múlva a nyílás egy réssé zsugorodott össze. AUBARET-BONNEFON (7) 1910-ben ajánlja a könyömlő és a könyorrjárat kiirtását és a drainaget a természetes uton állítja helyre. TORI (12) (14) olasz közleményeiben 1909 és 1910-ben műtett eseteinek statisztikáját állítja össze, mely 48% végleges gyógyulást és 45% nem teljes gyógyulást mutat, ez utóbbi esetekben a vegyi reactio negativ volt (salicyl alkalmazása a kötőhártyán és ferrum sesquichloratum a középső orrjáratban), a könyök spontán levezetése nem volt kimutatható. Egy német dolgozatában TORI (15) reflektál HIRSCHBERG megjegyzéseire, hogy a szemészet a XIX. század első harmadában megsza badította magát az orrüregben készített mesterséges nyílástól, mely csalódást jelentett; erre nézve kijelenti, hogy a szemészet csak nyert eljárásával, mely megoldott problema és nem csalódás. TORI eljárásáról következőképen nyilatkozik: «Blosslegung des Sackes von hinten, Resektion seiner hinteren Wand, Nichtberühren der vorderen Wand mit Ligamentum canthi und Hornerschem Muskel, Ausschneiden eines der Länge und Grösse der übrig bleibenden vorderen Wand entsprechenden Stückes der Nasenperiostschleimhaut, Schaffung einer flachen, nicht vertieften, nicht kanalartigen Muskulation und natürlich auch der zur Erreichung dieser Ziele nötige Eingriff, Resektion der Crista lacimalis anterior samt ihrer hinteren nasalen Fortsetzung, tatsächlich neu sind und ein Ganzes bilden.»

Hét eset kapcsán WEST (19) 1911-ben endonasalis eljárását, a könyorrjárat ablakresectióját ajánlotta; a hét eset közül öt

véglegesen gyógyult. Az ablakresectio helyi érzéstelenítéssel vájt vésőkkel lesz végezve, az alsó kagyló felett a középső kagyló elülső vége előtt a könyorrjárat fala, a könycsont és a felső állkapocs egy része el lesz távolítva. Ezen eljárással a szükület a járat felső részében megszüntethető, e mellett a járat alsó részében levő esetleges szükület érintetlenül maradhat és a könyek a mesterséges ablakon zavartalanul lefolyhatnak. POLYÁK WEST közleménye előtt egy gyermekén végezte az ablakresectiót, a szükületig előzőleg kutaszt vezetett be, finom vájt vésővel megnyitotta a könyorrjáratot a Highmor-üreg megsértése nélkül, a kutaszt visszahuzta és a lebenyt éles fogóval eltávolította. WESTtel lefolyt személyes beszélgetésünkből megtudtam, hogy az ő első esete korábbi keletű mint POLYÁK esete.

A következő ábrákon bemutatjuk az ablakresectiót felnőtten és gyermekén.

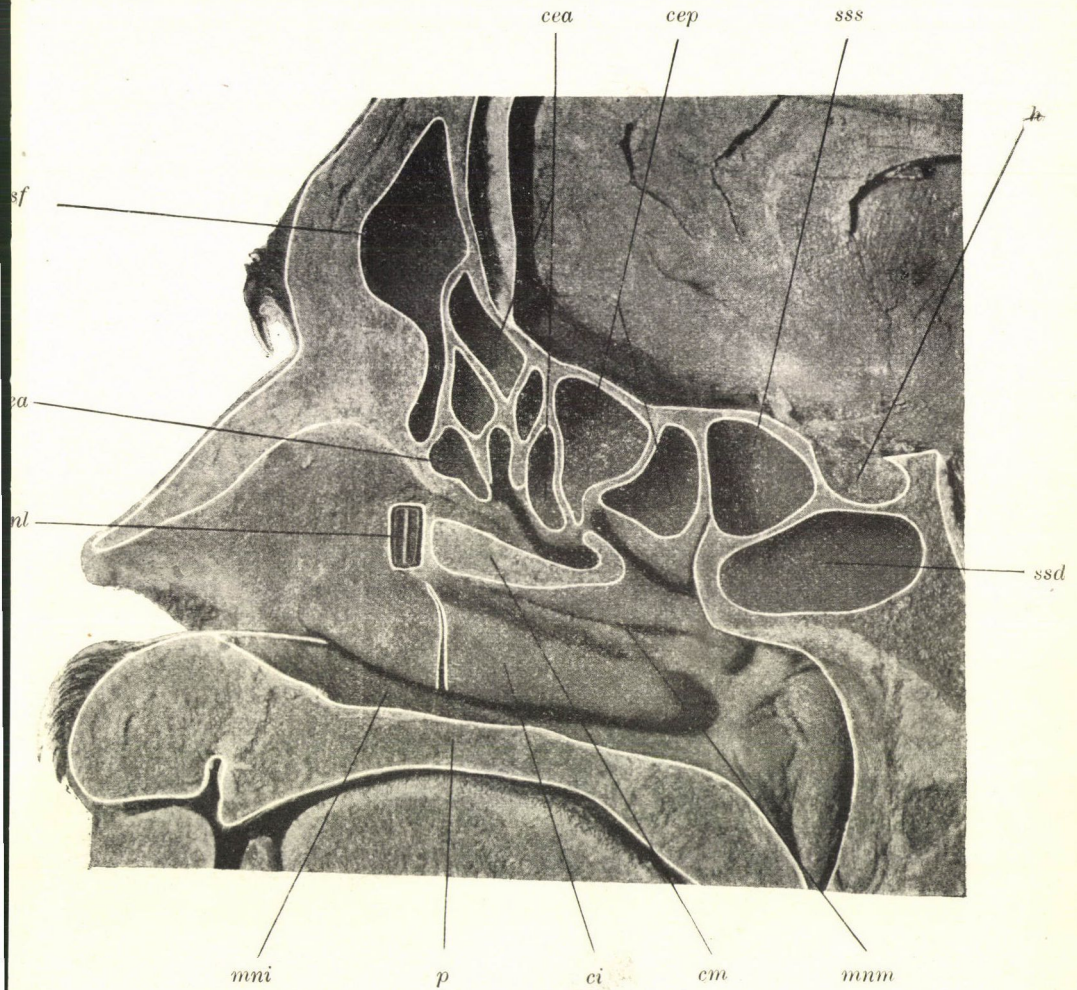
A 38. ábrán egy sagittalis metszeten két endonasalis beavatkozást mutatunk be. Az alsó orrkagyló (*ci*) egy metszést mutat, mely az alsó orrkagyló elülső végének resectiójára vonatkozik, melylyel a könyorrjárat feltárása CALDWELL, KILLIAN és Passow eljárásai szerint van összekötve. Az alsó orrkagyló (*ci*) felett és a középső orrkagyló (*cm*) elülső vége előtt, a középső orrjárat (*mm*) falán ablakresectióval a könyorrjárat (*dnl*) 9 mm hosszúságban és 5 mm szélességben meg van nyitva, benne a bevezetett kutasz látható.

A 39. ábra sagittalis metszetén egy 2 éves gyermekén az alsó orrkagyló (*ci*) felett és a középső orrkagyló (*cm*)<sup>2</sup> elülső vége előtt, a középső orrjárat (*mm*) falán ablakresectióval 6 mm hosszúságban és 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mm szélességben a könyorrjárat (*dnl*) meg van nyitva és benne a bevezetett kutasz látható. Mindkét ábra a WEST, POLYÁK és HALLE szerint végzett ablakresectio területét érzékíti.

A 9. ábra egy sagittalis metszeten mutatja az egész hosszában kívülről megnyitott könyorrjárat (*dnl*) helyzetét és lefutását és a középső orrjárat (*mm*) azon területét az alsó orrkagyló (*ci*) felett, a hol az ablakresectio végeztetik.

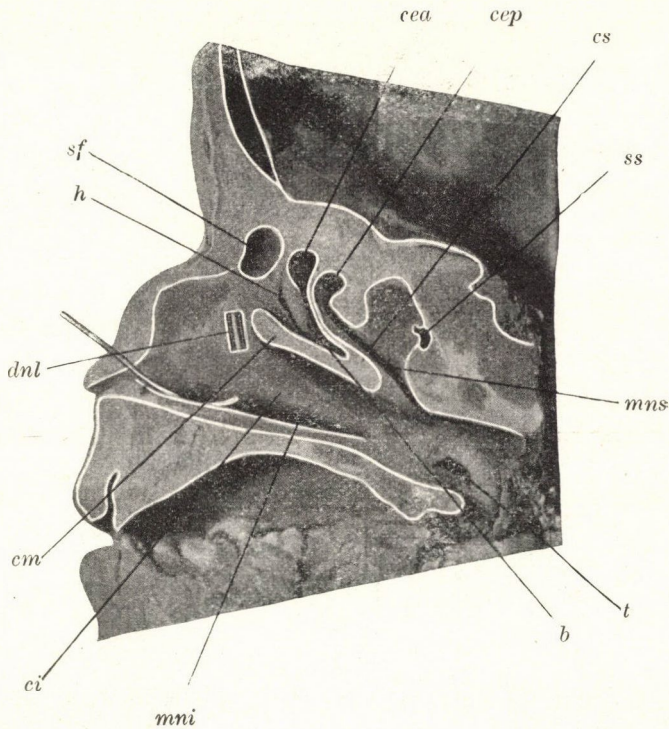
Egy gyökeresebb eljárást EICKEN ajánlott, ugyanis a könyorrjáratnak a Highmor-üregen át való megnyitását. Ellenvetései





38. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *dnl* ductus nasolacrimalis, *ci* concha inferior, *mni* meatus narium inferior, *p* palatum, *cm* concha media, *mm* meatus narium medius, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *sf* sinus frontalis, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *sss* sinus sphenoidalis sinister, *h* hypophysis, *ssd* sinus sphenoidalis dexter.

a Toti eljárásával szemben a következők: 1. sok esetben a nasalis nyílás újra összenő és 2. a könytömlő fontos aspiratiós és expressiós mechanizmusa ezen beavatkozás által működésen kívül helyeztetik. A Highmor-üreg megnyitása után a könyorr-



39. ábra. Sagittalis metszet. Természetes nagyság. *sf* sinus frontalis, *cea* cellula ethmoidalis anterior, *cep* cellula ethmoidalis posterior, *ss* sinus sphenoidalis, *h* hiatus semilunaris, *he* bulla ethmoidalis, *mni* meatus narium inferior, *cm* concha media, *mns* meatus narium superior, *cs* concha superior, *ci* concha inferior, *dnl* ductus nasolacrimalis.

járat csontos fala a nyílástól a könytömlőig el lesz távolítva és a könyorrjárat szélesen feltárva. Ha a Highmor-üreg teteje nem terjed messzire az alsó orrkagyló tapadó vonala fölött, akkor a felső állkapocs tömött homloknyújtványa egy részének resectiójával tárja fel a könyorrjáratot. A könyorrjárat csontos.



fala medialisán is eltávolítható, a hártvás járat oldalt és medialisán felhasítható, részlegesen vagy teljesen reszekálható, kisebb-nagyobb részlete a könytömlőnek is eltávolítható. Ezen eljárás szerint EICKEN hat esetet operált, négyet teljes gyógyulással. EICKEN azt véli, hogy a széles nasalis összeköttetés mellett a Highmor-üreg másodlagos fertőzésétől a megbetegedett könyutak részéről nem kell tartani. Egy esetben már NOLTHENIUS a Highmor-üreg felől nyitotta meg a könyorrjáratot. Sérülés vagy fertőzés következményeként HAJEK, KOFLER, TILLEY, JOCQUS és LEBLAND gyökeres Highmor-üreg műtéteknél a könytömlő lobját és genyedését látta beállani. MEYER a könyorrjáratnak sérülése folytán egy DENKER-féle gyökeres műtét után epiphorát észlelt. BOENINGHAUS egy esetben a Highmor-üregnek az alsó orrjáraton át való endonasalis széles megnyitása és egy esetben DENKER eljárása után a könyorrjárat szükületét észlelte. FEIN két esetben észlelte a könyorrjárat sérülését, midőn a Highmor-üreg átfúrása az első és a második praemolaris fog medrén át lett végezve; mindkét esetben az öblítő folyadék megjelent az alsó könyponon. FEIN figyelmeztet a Highmor-üreg kikaparásakor a könydudor sértésének elkerülésére, mely különbben bizonyos körülmények között a Highmor-üreg facialis falának felvésésekor is bekövetkezhetik. Már KILLIAN figyelmeztetett arra, hogy a recessus infraorbitalis, a recessus praelacimalis kikaparásakor különös óvatosság szükséges. Épenúgy megsérülhet kellő óvatosság hiányában az endonasalis ablakresectio végzésekor is a Highmor-üreg. FEIN gümös csontszú két esetében a Highmor-üreg és a könyorrjárat közlekedését észlelte. Továbbá a felső kutatolás után is észleltek sérüléseket és a kutatás a Highmor-üregbe jutott. TOTI levélbeli közlése szerint 120 műtett esetében egy ízben a Highmor-üreg megsérült és megnyílt minden egyéb zavar nélkül.

Vízszintes metszetek mutatják ama sebészi beavatkozás területét, mely a könyorrjáratnak a Highmor-üregen át való feltárását czélozza. A facialis Highmor-üregfalnak a fossa caninán át való eltávolításával a könyorrjárat nasalis lefutásában hozzáférhető.

AXENFELD, FRICKER, ZIMMERMANN nem nagyon kedvezően



nyilatkozik a Toti-féle eljárásról. Egy AXENFELD által operált esetben nagy csontnyílást készítettek, orrbántalom nem volt jelen, körülbelül  $\frac{3}{4}$  év után a közlekedés már nem volt meg, az utóműtétkor a csontnyílás hegesen és hártýásan el volt zárva. ZIMMERMANN 87 esetben csak bizonyos számú kifogástalan eredményt ért el. SALUS 29 esetben Toti eljárásával 15-ször ért el teljes gyógyulást, 14 esetben a főczél, a spontan levezetése a könyeknek nem volt elérhető. Rámutatva az ellenjavallatokra és a műhibákra, a Toti-féle eljárást a gyógytan értékes gazdagodásának tekinti, semmiféle más eljárás nem nyújt olyan nagy kilátást a spontán könylevezetés helyreállítására és megtartására.

BROECKART (17) 1911-ben kozmetikai okokból egy módosítást végzett, mire a betege készttette, a ki a heg miatt az arczmetszésbe nem egyezett bele. Az arczon a heg elkerülésére a szemzúghban a kötőhártýán a caruncula előtt bemetszést ejtett BROECKART, megnyitotta a könytömlőt, reszekálta a hátulsó könytömlőfalat, eltávolította a csontot, helyreállította a nasalis közlekedést és összevarrta a kötőhártýát.

HALLE (24) egy WEST eljárásával operált esetében észlelte, hogy orrfuváskor a levegő a szemén kilép; ezt megakadályozandó, három betegén következő módosítást végzett. Egy nyálkahártýametszést ejt, mely az alsó és a középső orrkagyló elülső szélén  $1\frac{1}{2}$ —2 cm-nyire előre megy, a végek egy hosszsmetszéssel összeköttetnek és azután a nyálkahártýa és a csonthártýa hátrafelé leválasztatik és lehajtatik. A felszálló állkapocság átvésése után a könyorrjáratba jutunk, a nyálkahártýalebényből egy háromszögletű rész el lesz távolítva, hogy a járat szabad legyen. Gyógyulást ért el. Eljárásának előnyét abban látja, hogy az egész nyálkahártýa nem lesz eltávolítva és a felesleges nagy heg elkerülhető.

BLASKOVICS (25) 12 betegen jó eredménnyel alkalmazta a Toti-féle eljárást következő módosításával. A könytömlőt nagyobb méretben távolítja el mint Toti, úgy hogy belőle csak egy kis nyálkahártýarészlet marad meg 4—5 mm átmérővel, melybe a könycsatornácskák nyílnak. Toti nagy súlyt helyez arra, hogy a belső tömlőfalból semmi se maradjon és hogy a külső tömlőfalból semmi se áldoztassék fel.

Legújabb munkájában TORI (23) 1912-ben állást foglal azon állítás ellen, hogy eljárása nem felelt meg annak, a mit tőle vártak. Hét esztendő tapasztalata és 70 esete alapján TORI a rossz eredményeket a műhibákra véli visszavezethetni. Már SALUS rámutatott a műhibákra és az ellenjavallatokra, melyek a gyógyulást meghiúsítják. Ezért TORI nagyon pontosan leírja eljárását, mely lényegében egy nagy csontnyílás létesítését írja elő. A csontnyílás leghosszabb vertikális átmérője 18 mm, a horizontális átmérője 13 mm legyen, és az alsó szemgödör szél átmeneténél 6—8 mmnyire legyen belül-alul megnagyobbítva. A csontresectio tehát nemcsak a könyárok fenekének és széleinek elvételére szorítkozzék, hanem az egész crista lacrimalis anterior és az alsó szemgödör szél egy részének alul-belül, az orrüreg felé való eltávolítására terjedjen ki. Minthogy felül-hátul elég gyakran egészen vagy részben rostasejteket találhatni, ajánlatos kivételosen a crista lacrimalis posterior és a könylemez orbitalis részének részleges resectióját végezni. A könytömlőfal resectiója lehetőleg pontosan a külső tömlőfalnak a belsőbe való átmenete helyén végzendő, az ornyálkahártya nyílása ne legyen kevesebb mint 10—12 mm horizontalis és 12—15 mm verticalis irányban. Különösen ügyelni kell arra, hogy a könyesatornácskák nyílása az áttörés szélétől fedve ne legyen. Az esetek nagy számában talált rostasejteket a könyárok mögött, különösen hátulsó-felső részlete mögött. SALUS 20 esetben 18-szor találta a rostasejtek jelenlétét. Ezen okból ajánlja TORI a nagyobb csontresectiót. SALUS maga beismeri, hogy két esetben az összeköttetést nem az orrüreggel, hanem az előtte fekvő nagy rostasejtekkel létesítette és ezeknek eltávolítása a műtétkor elmaradt. Felveszi, hogy az élőben ezen alakviszonyok sokkal gyakrabban fordulnak elő, mint a hogyan THORSCH hullaleletei alapján állítja. Képeink eléggé mutatják, hogy az elülső rostasejtek mily nagy számban és kiterjedésben határolják nemcsak a könytömlőt, hanem a könyorrjáratot is.

A 19. és 20. ábra készítményeken a különböző nagy elülső rostasejteket (*cea*) mutatja, melyek fenn-hátul és medialisan határolják a könyárkot, a csontresectio területében fekszenek és a nasalis összefüggés helyreállítása céljából a könytömlővel



alaposan eltávolítandók. A 8. ábra sagittalis metszeten két elülső rostasejt (*cea*) szoros szomszédos viszonyát mutatja a könyorrjáratához (*dnl*), melyet hátul és medialisán határolnak. A 8. ábrán sagittalis metszeten egy elülső rostasejt (*cea*) helyzete látható a könytömlőnek a könyorrjáratba (*dnl*) való átmenetele helyén, azon területen tehát, a hol a csont és az orrnyálkahártya resectiója eszközözlendő, a könytömlő és az orrüreg közötti közlekedés helyreállítására.

A mi a középső orrkagyló resectióját illeti, azt Toti a műtét előtt csupán a középső orrkagyló kifejezett túltengése vagy hólyagszerű kiöblösödése esetében végzi.

A Toti-féle eljárás hátránya gyanánt a mesterséges nasalis nyílás eltömlése lett különösen hangsúlyozva. Toti kétségbevonja ezen ellenvetést; ha eljárása szerint szabatosan járnak el, akkor a műhibáktól feltételezett rossz eredmények elmaradnak. SALUS a műtét szabatos végzésének hangsúlyozása mellett még két ellenjavallatot állít fel és pedig: 1. a műtét előtt a felhasított könycsatornácskák jelenlétét, mert a könyek aktiv továbbításának fontos szerepe eselk, 2. az orrnyálkahártyának nehéz és előhaladó elváltozásait, melyek közvetlenül a könycsatornácskákra és a kötőhártyára tovaterjednek és a könycsatornácskák nyílását elzárják.

Az orrsebészi beavatkozások ezen rövid összefoglalása megvilágítja azt a komoly törekvést, gyökeres gyógyulást biztosítani mindazon esetekben, a melyekben a szemészeti kezelés eredményt nem ért el. Még csak orrgyógyászati szempontból kívánjuk az orrsebészeti beavatkozások javallatait röviden összefoglalni.

1. Toti eljárása olyan esetekben végzendő, hol a könylevezetés akadálya mellett a könytömlő erős tágulata van jelen.

2. Hol a könytömlő tágulata hiányzik, a könyorrjárat szűkületének megszüntetésére a könyorrjáratnak endonasalis ablak-resectiója WEST szerint az alsó orrkagyló felett javalt; ilyen módon az esetlegesen jelenlévő alsó szűkület zavartalanul továbbra is fennállhat, miután a felső szűkület meg lett szüntetve és a közlekedés helyreállítva.

3. EICKEN eljárása, a könyorrjárat megnyitása a Highmor-üregben át javalva van a Highmor-üreg genyedése és a könyorrjáratnak nagyon kiterjedt teljes szűkülete esetelben, a melyekben

egyrészt előmütétek (kagylótültengések, az orrsövény léceinek, elgörbüléseinek eltávolítása stb.) szükségeseek és másrészt a könyorrjárat csontos falának destructiója forog fenn.

### Irodalom:

1. HENLE, Anatomie. 1873. -- 2. MERKEL, Topograph, Anat. 1890. --
3. MERKEL-KALLIUS, Graefe-Saemisch. 1910. -- 4. KILLIAN, Atlas der Nebenhöhlen. 1903. -- 5. TESTUT et JACOB. Anat. 1905. -- 6. AUBARET, Archives d'ophthalmologie. 1908. -- 7. AUBARET ET BONNEFON, Archives d'ophthalm. 1910. -- 8. THORSCH, Monatsbl. f. Augenheilk. 1909. -- 9. GRÜNWALD, Anat. Hefte. 1910. -- 10. GOETHE, Aus meinem Leben, X. Buch. -- 11. KUHN, Intern. Laryngologen-Kongress, Wien. 1908. -- 12. TOTI, Firenze. 1909. -- 13. HIRSCHBERG, Graefe-Sämisch. 1909. -- 14. TOTI, Firenze. 1910. -- 15. *Ugyanaz*, Zeitschrift f. Augenheilk. 1910. -- 16. *Ugyanaz*, Clinica moderna. 1904. -- 17. BROECKART, Presse otolaryngologique belge. 1911. -- 18. EICKEN, Verein der deutschen Laryngologen. 1911. -- 19. WEST, Arch. f. Laryngol. 1911. -- 20. SALUS, Monatsbl. f. Augenheilk. 1911. -- 21. BRÜCKNER, Würzburger Abhandl. 1911. -- 22. FEIN, Arch. f. Laryngol. 1912. -- 23. TOTI, Zeitschrift f. Augenheilk. 1912. -- 24. HALLE, Berliner klin. Wochenschr. 1912. -- 25. BLASKOVICS, Zeitschrift f. Augenheilk. 1911. -- 26. BOENINGHAUS, Handbuch der spez. Chirurgie des Ohres und der oberen Luftwege. 1911.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1912 márczius 18.-án tartott üléséből.)

## A FÖLDRENGÉSI MENETGÖRBE INFLEXIÓS PONTJA ÉS A BERTRAND-FÉLE PROBLÉMA.

KÖVESLIGETHY RADÓ-tól.

A földrengési menetgörbén értjük a rengés-lökés megérkezés-idejének az epicentrális távolság függvénye gyanánt való előállítását, melyet régebben, talán nem egészen megfelelőleg, hodographnak neveztem. Alakja módosul aszerint, a mint a rengési fészek mélységét elhanyagoljuk, avagy számba vesszük. Az utóbbi esetben a görbe első eleme az abszcissatengelyhez simul és rendszerint inflexióval emelkedik, az előbbiben azonnal leválik róla.

Ha  $v_1$  a rengés valódi, de a felszínre redukált terjedéss sebessége,  $\varphi$  az ívben kifejezett epicentrális távolság,  $t$  a lökés megérkezésének időpontja és  $e_1$  a lökéssugar emersioszöge, akkor általánosan ismert és a törés elemi törvényéből könnyen adódó képlet szerint

$$v_1 \frac{dt}{d\varphi} = \cos e_1. \quad (1)$$

Az epicentrumban szükségképen  $e_1 = 90^\circ$ , ha a lökés a mélységből jön, míg tetszőleges lehet, ha a fészek felszínes. Ez magyarázza a mondottakat, hogy ugyanis az egyik esetben  $\frac{dt}{d\varphi} = 0$ , míg a másokban véges.

Kissé másképen fogalmazva azt is mondhatjuk, hogy véges mélység esetén az epicentrum környezetében a látszó felszíni  $\frac{d\varphi}{dt}$  sebesség végtelen nagy. Ez azután azt a benyomást teszi, mintha a rengés pont helyett explosiós kráterből indult volna ki és ezen körülmény szerencsésen korrigálja az elmélet első köze-



lítésének azon feltevését, hogy a fészek pont, feltevés, a melynek hibája épen a rengés kezdőpontja körül volna érezhető. Csakugyan még ezen egyszerű esetben is pont helyett területszerű epicentrumot nyerünk.

A menetgörbe inflexióspontja rövid időre lekötötte a Föld-rengés kutató Nemzetközi Szövetség mult évi manchesteri értekezletének érdeklődését is <sup>1</sup> és a GALICZIN herceg szerkesztette vertikális componensű seismograph, a mely az emersioszög lemérését lehetővé teszi, rövidesen fokozott gyakorlati fontosságot fog neki juttatni.

A tárgygyal foglalkozván, csakhamar felismertem a menetgörbe ezen kiváltságos pontjához tartozó sugár szerepét a feltevés nélküli seismikus elmélet felépítésében és rokonságát a BERTRAND-féle problémával, mely a meglévő és még kigondolható elméletek értéke felett dönt.

A kérdést futólag e helyen már korábban is felvettem. Ha  $\rho_0$  jelenti a rengés-fészeknek a Föld középpontjától mért távolságát a földszög egységeiben kifejezve,  $q$  pedig egy állandót, a melytől a rengéssugárnak a Föld belsejében megtett útja függ, akkor, elfogadva egy pillanatra seismikus elméletemet, az inflexiós pont számára a

$$\operatorname{tang}^2 \varphi_i = \frac{1 - \rho_0^2}{\rho_0^2} \frac{1 - q\rho_0^2}{1 - q - q\rho_0^2} \quad (2)$$

és

$$\operatorname{tang}^2 e_i = \frac{1 - \rho_0^2}{\rho_0^2} \frac{1 - q - q\rho_0^2}{1 - q\rho_0^2} \quad (3)$$

egyenletek állanak.<sup>2</sup>

Ezek a

$$\operatorname{tang} \varphi_i \operatorname{tang} e_i = \frac{1 - \rho_0^2}{\rho_0^2} = 2h + \dots \quad (4)$$

$$\frac{\operatorname{tang} e_i}{\operatorname{tang} \varphi_i} = \frac{1 - 2q}{1 - q} \pm \frac{2q^2}{(1 - q)^2} h + \dots \quad (5)$$

<sup>1</sup> Comptes-rendus des séances de l'Association internationale de sismologie réunies à Manchester. Budapest, 1912. p. 24.

<sup>2</sup> Seismonomia, Modena, 1906, p. 20.

érdekes vonatkozásokká kapcsolódnak, melyekben az első teljesen független a seismikus  $q$  indextől, a másodika közel független a  $h$  fészekmélységtől, melyet a

$$h = 1 - \rho_0 \quad (6)$$

egyenlet szab meg.

Ezen egyenletek ama feltevésen alapulnak, hogy a Föld befelé a ROCHE-féle törvény szerint sűrűsödik és hogy a NEWTON-féle értelemben vett törő erő a sűrűséggel arányos. Ily viszonyok mellett a törésmutató az

$$n^2 = N^2 (1 - q\rho^2) \quad (7)$$

alakot ölti, melyben  $N$  valamely, közelebről nem érdeklő állandó.

De valamint az (1) egyenlet először földrengési elméletében lépett fel, majd minden feltevéstől függetlenül érvényesnek bizonyult, úgy most is kérdezhetjük, vajjon az inflexiós pontot jellemző adatok nem szolgáltatnak-e feltevés nélkül is a (4) és (5) egyenletekhez hasonló vonatkozásokat?

A jellemző elemekhez soroljuk természetesen még az inflexiós ponthoz tartozó érkezés idejét, a mely számára szigorúan <sup>1</sup>

$$\begin{aligned} \sqrt{4q(1-q)} v_1(t_i - t_0) &= \sqrt{q(1-\rho_0^2)(1-q-q\rho_0^2)} + \\ &+ \arctang \sqrt{\frac{q(1-\rho_0^2)}{1-q-q\rho_0^2}} \end{aligned} \quad (8)$$

és közelítésben

$$v_1(t_i - t_0) = \sqrt{2 \frac{1-q}{1-2q}} h \quad (9)$$

egyenlet adódik.

Első közelítésben áll tehát még a

$$v_1(t_i - t_0) = \text{tang } \varphi_i \quad (10)$$

egyenlet is.

\*

A kérdés általános megoldására kiindulunk a törésnek jól ismert egyenleteiből

<sup>1</sup> L. c. p. 34.

$$\varphi = \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{c d\rho}{\rho \sqrt{n^2 \rho^2 - c^2}} \quad (11)$$

és

$$t - t_0 = \frac{1}{v_1 n_1} \int_{\varphi_0}^{\varphi} \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - c^2}}, \quad (12)$$

a melyekben ugyancsak a törés szabályai szerint concentrikusan rétegzett mediumban egy és ugyanazon sugár számára

$$c = n\rho \cos e = n_0 \rho_0 \cos e_0 = n_1 \cos e_1. \quad (13)$$

A 0 és 1 index-szel ellátott mennyiségek a fészken átmenő gömb, illetve a Föld felszínére vonatkoznak.  $\varphi$  most is az epicentrumtól számított ívtávolság,  $t - t_0$  pedig az idő, mely alatt a lökés a fészektől a  $(\rho, \varphi)$  helyig eljut.

Az egyenletekben előforduló  $n$  törésmutató miatt teljes seismikus elmélet minden feltevés nélkül nem építhető fel, de a bennünket foglalkoztató kérdés a szükséges közelítéssel általánosságban is megoldható.

A (11) és (12) egyenlet a rengéssugár, illetve annak mentén a tovaterjedés egyenlete. Mindkettő  $\rho$ -n kívül az  $e_1$  emersio-szög függvénye és ha  $e_1$  belőlük elimináltatik, nyerjük a hullámfelület egyenletét.

Ha ellenben a két integrálban felső határuul  $\rho = 1$  áll, akkor kapjuk a helyet és az időt, a melyben az  $e_1$  hajlású sugár a Föld színén kilép, és  $e_1$  eliminációja után a menetgörbét.

Mínthogy

$$\frac{\partial \varphi}{\partial c} = \int_{\varphi_0}^1 \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - c^2}^3} \quad \text{és} \quad \frac{\partial t}{\partial c} = \frac{c}{v_1 n_1} \int_{\varphi_0}^1 \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - c^2}^3}, \quad (14)$$

az elimintatio terméke

$$\frac{\partial t}{\partial c} = \frac{c}{v_1 n_1} \frac{\partial \varphi}{\partial c},$$

amely tekintettel (13)-ra valóban (1)-gyel azonos.

A menetgörbe inflexiós pontja létezésének feltétele



$$\frac{d^2t}{d\varphi^2} = 0,$$

vagy (1) miatt

$$\frac{de_1}{d\varphi} = 0. \quad (15)$$

A (14) egyenletek elsejénél fogva,  $\varphi$  tisztán csak  $e_1$  függvénye lévén, ez annyit mond, hogy valahol a  $\rho_0$  és 1 határok között

$$n\rho = c$$

tartozik lenni. Ha tehát két szomszédos sugarat választunk, a melyek mindegyike a focusban ered, de a Föld színén  $d\varphi$ -vel különböző helyen kilép, akkor a (13) egyenletben

$$n_0\rho_0 \cos e_0 = n_1 \cos e_1$$

csak  $\rho_0$  és  $e_1$  változó. A (15) egyenlet miatt ez

$$\sin e_0 \frac{de_0}{d\varphi} = 0,$$

azaz

$$e_0 = 0, \quad \text{vagy} \quad \frac{de_0}{d\varphi} = 0. \quad (16)$$

A második megoldás azt követelné, hogy a sugár kilépésének helye független legyen azon szögtől, a mely alatt a sugár a fészken átmenő gömb felületét elhagyja, a mi képtelenség. Marad tehát az első megoldás, a mely azt mondja, hogy az inflexió ponthoz tartozó sugár a fészket vízszintes irányban hagyja el. Ugyanezt az eredményt az idézett helyen a (3) egyenlethől vezettem le. Csakugyan ez  $e_0 = 0$  esetén közvetlenül

$$c = n_1 \cos e_1 = n_0\rho_0 \quad (17)$$

egyenlethől adódik, ha a törésmutatóra a (7) áll.

Ily viszonyok mellett most már a (11) és (12) integrálok végtelen sorok által kifejtethetők. Irhatunk ugyanis a fészek környezetében TAYLOR-sorba bontás útján

$$n^2\rho^2 = n_0^2\rho_0^2 + \mu_1 x + \mu_2 x^2 + \dots, \quad (18)$$

a hol

$$\rho = \rho_0 + x \quad \text{és} \quad l = \rho_0 + h. \quad (19)$$

A (17) egyenletet figyelembe véve lesz már most az inflexiós ponthoz tartozólag

$$\begin{aligned} \varphi_i &= n_0 \int_0^h \frac{dx}{\left(1 + \frac{x}{\rho_0}\right) \sqrt{\mu_1 x + \mu_2 x^2 + \dots}} = \\ &= \frac{2n_0}{\sqrt{\mu_1}} \sqrt{h} \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + \frac{1}{\rho_0} \right) h + \dots \right], \end{aligned} \quad (20)$$

továbbá

$$\begin{aligned} v_1(t_i - t_0) &= \frac{1}{n_1 \rho_0} \int_0^h \frac{n_0^2 \rho_0^2 + \mu_1 x + \mu_2 x^2 + \dots}{\left(1 + \frac{x}{\rho_0}\right) \sqrt{\mu_1 x + \mu_2 x^2 + \dots}} dx = \\ &= \frac{2n_0^2 \rho_0}{n_1 \sqrt{\mu_1}} \sqrt{h} \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + \frac{1}{\rho_0} - \frac{\mu_1}{n_0^2 \rho_0^2} \right) h + \dots \right], \end{aligned} \quad (21)$$

a melyekhez még (17)-ből folyólag

$$\begin{aligned} \text{tang } e_i &= \frac{\sqrt{\mu_1}}{n_0 \rho_0} \sqrt{h} \left( 1 + \frac{\mu_2}{2\mu_1} h + \dots \right) = \\ &= \frac{\sqrt{\mu_1}}{n_0} \sqrt{h} \left[ 1 + \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + \frac{1}{\rho_0} \right) h + \dots \right] \end{aligned} \quad (22)$$

egyenlet járul.

E sorok convergentiáját illetőleg a következő megjegyzések tehetők: A nagy földrengések mind a szilárd kéreg és magma határán pattannak ki, átlag 32 km mélységben, úgy hogy a Föld sugarát 6370 km-nek véve  $h = \frac{1}{200}$  körülbelül. Az inflexiós pont azonkívül mindig közel az epicentrumhoz lép fel; formuláink szerint is  $\varphi_i$  oly rendű mennyiség, mint  $\sqrt{h}$ . A sorfejtés szempontjából tehát a Föld kérgének csak oly kúpalakú kis darabja jó tekintetbe, melynek csúcsmélysége  $h$  és melynek földfelszíni alapja  $\sqrt{h}$  rendű sugárral bír. E darabon belül — az egész Föld kérgét tekintve — *lényeges* fizikai discontinuitások, mint a milyenek valószínűleg a kéreg és magma határfelületén találhatók, nincsenek és  $\mu_1, \mu_2, \dots$ , melyek  $n$ -nek  $\rho$  szerinti differenciálquotienszeitől függenek, végesek és folytonosak.

Ha a (21) egyenletet a (18)-ból folyó

$$1 = \left( \frac{n_1}{n_0 \rho_0} \right)^{\frac{2}{3}} \left( 1 - \frac{1}{3} \frac{\mu_1}{n_0^{\frac{2}{3}} \rho_0} h + \dots \right)$$

egyenlettel megszorozzuk és ha rövidség kedvéért

$$\varepsilon = \frac{1}{3} \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + 1 \right) \quad (23)$$

írunk, lesz végre

$$\varphi_i = \frac{2n_0}{\sqrt{\mu_1}} \sqrt[3]{h} (1 - \varepsilon h + \dots), \quad (24)$$

$$\text{tang } e_i = \frac{\sqrt{\mu_1}}{n_0} \sqrt[3]{h} (1 + 3\varepsilon h + \dots), \quad (25)$$

$$v_1 (t_i - t_0) = \frac{2n_0}{\sqrt{\mu_1}} \left( \frac{n_0 \rho_0}{n_1} \right)^{\frac{1}{3}} \sqrt[3]{h} (1 - \varepsilon h + \dots), \quad (26)$$

amelyekben a zárójelben álló correctiós tagokban  $\rho_0$  helyett 1-et írunk, ami  $\sqrt[3]{h^5}$  rendű elhanyagolást jelent.

Ezen egyenletek teljesen megfelelnek a (2), (3) és (9) alatt felsoroltaknak és bezárólag  $\sqrt[3]{h^3}$ , sőt  $\sqrt[3]{h^4}$  rendű tagokig pontosak.

Első közelítésben írhatunk tehát

$$\frac{v_1 (t_i - t_0)}{\varphi_i} = \left( \frac{n_0 \rho_0}{n_1} \right)^{\frac{1}{3}} \approx 1 \quad (27)$$

$$\frac{\text{tang } e_i}{\text{tang } \varphi_i} = \frac{\mu_1}{2n_0^2}, \quad (28)$$

$$\text{tang } \varphi_i \text{ tang } e_i = 2h. \quad (29)$$

Az első egyenlet első alakjában  $\sqrt[3]{h^5}$ , második alakjában  $\sqrt[3]{h^3}$  rendű tagokig kizárólag helyes. A második és harmadik egyenlet ugyanezen pontossággal bír.

Az inflexiós pontban a jellemző seismikus elemek tehát igen egyszerű módon a probléma legfontosabb ismeretleneinek értékét adják és az integrálok természetéből folyólag jellemző mind e képletekre, hogy  $\sqrt[3]{h}$  értékétől függenek. Tehát egy egész nagyságrenddel pontosabb meghatározást engednek meg, mint különben egyenlő viszonyok mellett bármely más sugár, melynek elemei  $h$ -tól lényegesen függenek.



Mint hogy az inflexiós pontban  $e_i$  minimum, az intenzitás horizontális összetevője igen nagy, úgy hogy az epicentrumon kívül esetleg észlelhető rombolás maga is az inflexiós pont közelségére figyelmeztethet.

A megérkezés ideje a fenti képletekben a fészekben való kipattanás pillanatától van számítva, holott rendszeren csak az epicentrum  $t_e$  idejét ismerjük. Ez közvetlen számolható a (12) egyenletből, mert a merőlegesen kilépő sugár számára  $e_0 = e_1 = 90^\circ$ , tehát  $c = 0$  teendő. Az eredmény

$$v_1(t_e - t_0) = \frac{1}{n_1} \int_{e_0}^1 n d\rho = \frac{n_0}{n_1} h \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\mu_1}{2n_0^2 \rho_0^2} - \frac{1}{\rho_0} \right) h + \dots \right]$$

vagy a pontosság ugyanazon fokával

$$v_1(t_e - t_0) = \frac{n_0}{n_1} h \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\mu_1}{2n_0^2} - 1 \right) h + \dots \right]. \quad (30)$$

Ha az időt az epicentrumtól olvassuk, akkor ezen érték a (26) egyenletből levonandó. De mint hogy ezen időkülönbség  $\sqrt{h}$  rendű, vagy egyszerűen elhanyagolható, vagy correctió-képen már igen durva közelítéssel számbavehető.

Mint hogy az intenzitás lemérése vagy legalább becslése sem okoz nehézséget, figyelmünket jó lesz még ezen utolsó elemre is kiterjeszteni.

Legyen  $df$  a hullámfelületnek egy, a seismikus tengelyre merőleges elemi öve, akkor

$$df = 2\pi\rho \sin \varphi ds, \quad (31)$$

a hol  $ds$  a meridiángörbe egy íveleme, a mely

$$ds = \frac{\rho}{\sin e} d\varphi \quad (32)$$

egyenlettel adott. A (13) egyenlet tekintetbevételével lesz végre

$$df = \frac{2\pi\rho^3 n \sin \varphi d\varphi}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}}. \quad (33)$$

Vegyünk most két szomszédos sugarat, a mely a fészekből  $e_0$  és  $e_0 + de_0$  hajlásszög alatt lép ki. (11) és (12) szerint lesz:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial e_0} = \frac{n_0 \rho_0 \cos e_0}{\rho \sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}} \frac{d\rho}{\partial e_0} -$$

$$- n_0 \rho_0 \sin e_0 \int_{e_0}^{\varphi} \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0^3}} \quad (34)$$

és

$$\frac{\partial t}{\partial e_0} = 0 = \frac{n^2 \rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}} \frac{d\rho}{\partial e_0} -$$

$$- n_0^2 \rho_0^2 \cos e_0 \sin e_0 \int_{e_0}^{\varphi} \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0^3}} \quad (35)$$

a hol a második egyenletben a hullámfelület értelmezése folytán  $t = \text{const.}$ , vagyis a megérkezés ideje mindenféle hajlásu sugarra ugyanaz.

Ha a két utolsó egyenletből  $\frac{d\rho}{\partial e_0}$ -t elimináljuk és az eredményt (33)-ba visszük, végre a

$$df = - \frac{2\pi n_0 \rho \rho_0}{n} \sin \varphi \sin e_0 \sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0} \int_{e_0}^{\varphi} \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0^3}} \cdot de_0 \quad (36)$$

egyenlet keletkezik.

Már most az energia megmaradásának elve követeli, hogy a két  $e_0$  és  $e_0 + de_0$  hajlásszögű sugár közé zárt hullámfelületi zónán az intenzitás (az absorptiótól egyelőre eltekintve) mindig ugyanaz legyen.

A fészek körül igen kis  $s$  sugarú gömböt képzelünk, melyen belül az anyag homogénnek legyen tekinthető. Ha a gömb sugara eléggé kicsiny, akkor ezen belül a terjedés egyenes vonalú és a sugárcomplexumnak phasisokra oszlása sem mehetett még végbe. Ha a rengés intenzitása a fészekben  $I_0$ , a kis gömb felületegységén  $i$ , akkor

$$I_0 = 4\pi s^2 i. \quad (37)$$

A  $de_0$  széles zónában az intenzitás

$$di = 2n_0 s^2 i \cos e_0 de_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos e_0 de_0, \quad (38)$$

míg az energia megmaradásának kifejezője

$$I df = di. \quad (39)$$

Az utolsó egyenletek csoportosításából végre

$$I = \frac{n \cos e_0 I_0}{4\pi n_0 \rho \rho_0 \sin \varphi \sin e_0 \sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}} \int_{e_0}^{\varphi} \frac{n^2 \rho^2 d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}} \quad (40)$$

következik a  $(\varphi, \rho)$  helyen észlelhető intenzitás számára.

Az inflexiós ponthoz tartozó sugár esetén ezen kifejezés közelítésben megint kiértékesíthető. Mindenekelőtt  $\rho = 1$  teendő, azután tekintetbe veendő, hogy  $e_0 = 0$  miatt a nevezőben fellépő

$$\sin e_0 \int_{e_0}^1 \frac{n^2 \rho d\rho}{\sqrt{n^2 \rho^2 - n_0^2 \rho_0^2 \cos^2 e_0}}$$

a  $0 \cdot \infty$  határozatlan alakot veszi fel az alsó határon. A kérdéses kifejezés helyébe írunk

$$n_0^2 \rho_0 \sin e_0 \int_0^h \frac{\left(1 + \frac{\mu_1}{n_0^2 \rho_0^2} x + \dots\right) dx}{\left(1 + \frac{x}{\rho_0}\right) \sqrt{n_0^2 \rho_0^2 \sin^2 e_0 + \mu_1 x + \mu_2 x^2 + \dots}}$$

és a nevező első két vagy három tagját kiemelve,  $x$  hatványai szerint végtelen sorba bontunk. Az eredmény a

$$\frac{2n_0^2 \rho_0 \sin e_0}{\mu_1 \sqrt{n_0^2 \rho_0^2 \sin^2 e_0 + \mu_1 x + \dots}} + \dots$$

határozatlan integrál, melyben a  $\sin e_0$  tényező miatt a felső határhoz tartozó minden tag kiesik és az alsó határon is csak az marad, mely  $\sin e_0$ -t a nevezőben magában foglalja; értéke

$$\frac{2n_0}{\mu_1}. \quad (41)$$

A határátmenetre nincs szükség, ha (40)-ben az  $e_0$ -t a (13)



vonatkozás alapján  $e_1$ -gyel fejezzük ki. De ekkor az integráció elvégzése több számolással jár.

Minthogy (20) szerint

$$\sin \varphi_i = \frac{2n_0 \sqrt{h}}{\sqrt{\mu_1}} \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + \frac{1}{\rho_0} + \frac{2n_0^2}{\mu_1} \right) h + \dots \right],$$

az inflexiós pontban megnyilvánuló intenzitásra

$$I_i = \frac{\mu_1 I_0}{16\pi n_0^3 \rho_0^2 h} \left[ 1 + \left( \frac{\mu_1}{2n_0^2 \rho_0^2} - \frac{1}{3} \frac{\mu_2}{\mu_1} - \frac{5}{3\rho_0} + \frac{2n_0^2}{3\mu_1} \right) h + \dots \right], \quad (42)$$

vagy kissé egyszerűbben

$$I_i = \frac{\mu_1 \mu_1 I_0}{16\pi n_0^3 \rho_0^2 h} \left[ 1 - \frac{2}{3} \left( \frac{\mu_2}{2\mu_1} + \frac{1}{\rho_0} - \frac{n_0^2}{\mu_1} \right) h + \dots \right] \dots \quad (43)$$

érték adódik, a melyben az elért pontosság csorbitása nélkül a szögletes zárójelben  $\rho_0 = 1$  írható.

Minthogy csak az epicentrumban megnyilvánuló intenzitás észlelhető, ennek a kiszámítása is kívánatos. Ekkor (40)-ben  $\varphi = 0$ ,  $e_0 = 90^\circ$  irandó, a mi a  $\frac{\cos e_0}{\sin \varphi}$  szorzót határozatlan alakúvá teszi. De ha az epicentrumban a  $d\varphi$  végtelen kis földfelületi ívelemhez egyrészt a focusból, másrészt a Föld középpontjából sugarat húzunk, akkor azonnal látjuk, hogy másodrendű végtelen kis mennyiségekig

$$\lim_{\varphi=0} \frac{\cos e_0}{\sin \varphi} = \frac{1}{h} \quad (44)$$

lesz.

Ezek után az epicentrumi intenzitás kifejezése

$$I_c = \frac{\rho_0 I_0}{4\pi h^2} \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\mu_1}{2n_0^2 \rho_0^2} + \frac{1}{\rho_0} \right) h + \dots \right], \quad (45)$$

a hol a correctiós tagban újabb elhanyagolás nélkül  $\rho_0 = 1$  tehető. Első közelítésben írhatunk tehát  $\sqrt{h^3}$  rendű tagokig bezárólag:

$$I_i = \frac{u_1 h}{4n_0^2 \rho_0^3} I_c,$$

vagy a pontosság ugyanazon fokával

$$I_i = \frac{\mu_1 h}{4n_0^2} I_e, \quad (46)$$

a mi a (28) egyenlettel összevetve

$$\frac{I_i}{I_e} = \frac{h}{2} \frac{\text{tang } e_i}{\text{tang } \varphi_i} \quad (47)$$

érdekes, a sugár törésmutatójától teljesen független vonatkozás-hoz vezet.

Csak teljesség kedvéért említem futólag, hogy az  $I$ ,  $I_e$  intenzitások és a  $G_1$ ,  $G_e$  becsült erősségfokokozatok között a

$$G - G_e = \frac{3}{2} \log \frac{I}{I_e} \quad (48)$$

egyenlet áll fenn, a mely (46)-ra alkalmazva

$$G - G_e = \frac{3}{2} \log \frac{\mu_1 h}{4n_0^2} \quad (49)$$

relatiót adja.

A seismológiában már szerepel egy inflexiós pont, a melyet a charlestoni rengés alkalmából DUTTON hozott be. Sík homogen Földön az intenzitás-görbének

$$I = \frac{h^2}{h^2 + \varphi^2} I_e$$

$$h = \sqrt{3} \varphi_i$$

helyen inflexiója van. Ha a rombolás mértékének gyors változásából sikerül ennek helyét megállapítani, akkor ezzel a fészek mélysége is megvan. Bár az itt tárgyaltakhoz hasonló szerkezetű egyenletek ezen pontra is felállíthatók, ezek a mi tárgyunkkal semmiféle rokonságot sem tüntetnek fel.

\*

A (24), (25), (26) és (43) egyenletek egyértelműen azt mutatják, hogy az inflexiós pont létezésének lényeges feltétele, hogy  $\mu_1$  pozitív, azaz

$$\left[ \frac{\partial}{\partial \rho} (n^2 \rho^2) \right]_{\rho_0} > 0 \quad (50)$$

legyen. E feltétel

$$1 + \frac{\rho_0}{n_0} \frac{\partial n_0}{\partial \rho} > 0 \quad (51)$$

alakban is írható.

Amde a (11) és (12) egyenletekből könnyen levezetjük a rengéssugár  $P$  görbületi sugarát. Értéke

$$P = - \frac{n^2 \rho}{c \frac{\partial n}{\partial \rho}},$$

vagy  $c$  jelentésénél fogva

$$P = - \frac{n \sec e}{\frac{\partial n}{\partial \rho}}, \quad (52)$$

ha a Föld középpontja felé vezető sugarat pozitívnek vesszük. Ha tehát a fészekből vízszintesen ( $e_0 = 0$ ) kilépő sugarat tekintünk, akkor (51) szerint az inflexiós pont lehetőségének feltétele

$$1 - \frac{\rho_0}{P_0} > 0, \quad (53)$$

azaz: Ha a fészken átmenő gömbfelületből súrolva kilépő sugár a Föld középpontja felé convex, akkor mindig van a menetgörbének inflexiója; ha a sugár concav, akkor inflexio csak addig lehetséges, míg  $|P_0| > |\rho_0|$ , azaz míg a sugár kevésbé görbült, mint a fészken átmenő gömbréteg, vagyis, míg a rengéssugár a fészek szintje alá nem hatol.

A magam elméletében ez annyit jelent, hogy vagy

$$-\infty < q \leq \frac{1}{2},$$

vagy

$$q > 1$$

legyen.<sup>1</sup> Ezen közben

$$0 < q < \frac{1}{2}$$

esetén a seismikus sugarak ellipszisek,

<sup>1</sup> Seismonomia p. 17.



$$-\infty < q < 0$$

és

$$q > 1$$

esetén pedig hyperbolák, amelyeknek nagy tengelye egymásra merőlegesen áll.

A  $q = \frac{1}{2}$  határesetre a Föld felszínén haladó RAYLEIGH-hullámoknak felel meg.

★

A megelőző fejtegetések (53. feltétel) teljesen a Földben maradó, önmagukba visszatérő rengéssugarak lehetőségét is gyaníttatják. A földrengésekre vonatkozó első tanulmányomban<sup>1</sup> éppen ezen jelenség kötötte le kiválóbban figyelmemet.

Ha valamely rengési lökés zárt pályán terjed a Föld belsejében, akkor  $\rho$  folyton egy irányban nem változhatik, hanem valamikor egy  $a$  maximumot, majd egy  $b$  minimumot fog elérni. A radiusvectornak ezen  $a$ -n túl való növekedése, vagy  $b$  alá való fogyása a (11) egyenlet gyökkifejezését imagináriussá tenné. Kell tehát, hogy mindkét esetben a radicans zéruson menjen át. Ebből azt is látni, hogy a maximális és minimális sugár a görbe symmetriatengelyei.

A (13) egyenlettel való összehasonlítás mutatja, hogy ekkor a sugár az  $a$  és  $b$  sugarú gömbhéjat surolja, a mi a maximum-minimum probléma feltételeivel egybeesik. Tehát ugyanolyan sugárral van dolgunk, mint a mely a menetgörbe inflexióját előidézi és ez az oka, hogy a tárgyalás teljessége a BERTRAND-féle problémához átvezet.

Ha  $\phi$  az  $a$  maximális és  $b$  minimális radiusvector közé foglalt szög, akkor az egész pálya ilyen  $\phi$  szögű sectorokból rakható össze és a görbe zárul, ha  $\phi$  és  $\pi$  commensurabilisek. Ha tehát  $\lambda$  két egész szám hányadosa, akkor

$$\phi = \lambda\pi, \tag{54}$$

míg  $\phi$  maga (11)-nek megfelelőleg

<sup>1</sup> A seismikus tűnemények új geometriai elmélete, Math. és Termtud. Értés. XIII. k. 363—407, 1895.

$$\phi = c \int_b^a \frac{d\rho}{\rho \sqrt{n^2 \rho^2 - c^2}} \quad (55)$$

által van adva.

A fent mondottakból következik a maximum-minimum feltétele számára, ha egyszerűség kedvéért  $n^2 \rho^2$ -t

$$n^2 \rho^2 = p \rho^2 + \phi(\rho) \quad (56)$$

alakban írjuk:

$$p a^2 + \phi(a) - c^2 = 0, \quad (57)$$

$$p b^2 + \phi(b) - c^2 = 0, \quad (58)$$

a miből

$$p = \frac{\phi(b) - \phi(a)}{a^2 - b^2}, \quad c^2 = \frac{a^2 \phi(b) - b^2 \phi(a)}{a^2 - b^2} \quad (59)$$

következik.

Írjunk most

$$a = \sigma + \varepsilon, \quad b = \sigma - \varepsilon, \quad \rho = \sigma + \varepsilon \zeta, \quad (60)$$

bontsuk TAYLOR-sorba  $\rho = \sigma$  hely körül  $\phi(a)$ -t és  $\phi(b)$ -t és hanyagoljuk el  $\varepsilon$  ötödik és magasabb hatványait.

A hosszadalmas, de könnyű számolást egészen elhagyom, mert egészen lényegtelen módosításokat nem tekintve, egész terjedelmében pl. TISSERAND «Traité de Mécanique céleste»-jében megtalálható.<sup>1</sup> Csak annyit kell talán megjegyezni, hogy az (55) nevezőjében álló  $\rho$  (60) segítségével szintén sorba bontandó. Az eredmény (54) és (55) összefoglalásával:

$$\begin{aligned} \lambda \pi = & \frac{1}{\sqrt{\sigma}} \sqrt{\frac{\sigma \phi' - 2\phi}{\sigma \phi'' - \phi'}} \int_{-1}^{+1} \frac{d\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon}{\sigma} \zeta - \frac{\sigma \varepsilon}{6} \frac{\phi'''}{\sigma \phi'' - \phi'} \zeta + \right. \\ & + \frac{\sigma^2 \varepsilon^2}{24} \frac{\phi''''}{(\sigma \phi'' - \phi')^2} \zeta^2 - \frac{\varepsilon^2}{24} \frac{\sigma(1+\zeta^2) \phi^{IV} - 2\phi'''}{\sigma \phi'' - \phi'} - \\ & \left. - \frac{\varepsilon^2}{12\sigma} \frac{6\sigma \phi'' - 6\phi' - \sigma^2 \phi'''}{\sigma \phi' - 2\phi} + \frac{\varepsilon^2}{6} \frac{\phi'''}{\sigma \phi'' - \phi'} \zeta^2 + \frac{\varepsilon^2}{\sigma^2} \zeta^2 + \dots \right\}, \quad (61) \end{aligned}$$

<sup>1</sup> TOME I, p. 43.

a hol természetesen  $\psi, \psi' \dots$  rövidség kedvéért  $\psi(\sigma), \psi'(\sigma) \dots$  helyett áll.

A

$$\zeta = \sin \xi$$

helyettesítés, a mely az integrál határait  $-\frac{\pi}{2}$  és  $+\frac{\pi}{2}$ -vé változtatja, integratio után az  $\varepsilon$ -t első hatványban tartalmazó tagokat eltünteteti és marad:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{\sigma}} \sqrt{\frac{\sigma\psi' - 2\psi}{\sigma\psi'' - \psi'}} \left\{ 1 + \frac{\varepsilon^2}{\sigma^2} \Psi \right\}, \quad (62)$$

ahol

$$\begin{aligned} \Psi = & -\frac{\sigma^2}{24} \frac{\sigma\psi^{IV} - 2\psi'''}{\sigma\psi'' - \psi'} - \frac{\sigma}{12} \frac{6\sigma\psi'' - 6\psi' - \sigma^2\psi'''}{\sigma\psi' - 2\psi} + \\ & + \frac{\sigma^4}{48} \frac{\psi''''^2}{(\sigma\psi'' - \psi')^2} - \frac{\sigma^3}{48} \frac{\psi^{IV}}{\sigma\psi'' - \psi'} + \frac{\sigma^2}{12} \frac{\psi'''}{\sigma\psi'' - \psi'} + \frac{1}{2}. \end{aligned} \quad (63)$$

Ezen egyenletnek érvényesnek kell lennie, bármi legyen is  $\sigma$  és  $\varepsilon$ . A (62) egyenlet tehát a következő két egyenletre esik szét:

$$\lambda^2 \sigma^2 \psi''(\sigma) - (1 + \lambda^2) \sigma \psi'(\sigma) + 2\psi(\sigma) = 0, \quad (64)$$

és

$$\Psi = 0. \quad (65)$$

Az első egyenlet általános integrálja

$$\psi(\sigma) = A\sigma^2 + B\sigma^m, \quad (66)$$

ahol

$$m = \frac{1}{\lambda^2}. \quad (67)$$

Ha  $\sigma$  helyett  $\rho$ -t írunk és az eredményt (56)-ba helyettesítjük, azt látjuk, hogy az általánosság korlátozása nélkül  $A = 0$  tehető, a mennyiben a  $\rho^2$ -vel arányos tag  $p\rho^2$ -vel egyesíthető. A további számítás (63)-nak kiértékesítéséből áll (66) felhasználásával. Az eredmény:

$$\Psi = \frac{1}{24} (m-1)(m-4), \quad (68)$$

a mely (65) és (67) miatt a



$$\lambda = \frac{1}{2} \quad \text{és} \quad \lambda = 1 \quad (69)$$

megoldásokat adja. Az elsőt fogadva el

$$n^2 \rho^2 = p \rho^2 - pq \rho^4 \quad (70)$$

eredményhez jutunk, melyben  $-pq$  az integratio állandója. Ez azonos lévén (7)-tel, az a törési törvény, mely az én elméletem alapja. Ekkor a rengési sugarak a Földdel concentrikus kúpszeletek, tehát négy congruens ívből tehetők össze.

A második megoldás szerint

$$n^2 \rho^2 = p \rho^2 + C \rho. \quad (71)$$

és ekkor a lökés pályája csak ket kongruens ívből tevődik össze, a Föld középpontja tehát gyújtópont szereppel bír. A (11) egyenlet ez esetben

$$\rho = \frac{2c^2}{C - \sqrt{C^2 + 4pc^2} \cos(\varphi - \gamma)} \quad (72)$$

lévén, csakugyan oly kúpszeleteket jellemez, melyeknek egyik gyújtópontja a Föld középpontja.

Ha elfogadjuk, hogy a NEWTON-féle értelemben vett törő erő a sűrűséggel arányos, akkor

$$s = A + \frac{B}{\rho}, \quad (73)$$

vagyis a Föld középpontjában a sűrűség végtelen nagy. A folytonos átmenetek híve ezen következtetés alapján tagadni fogja a (71) egyenlet lehetőségét; meg lehet menteni azon feltevással, hogy a Föld középpontját vagy üres gömb, vagy merev mag foglalja el. De még ezen hypothesis mellett is a sűrűség növekedése a középpont közelében valószínűtlen nagy.

Ezen sűrűségi törvény physikai háttere különben az, hogy a  $\Delta s$  állandó sűrűségnövekedés elérésére szükséges nyomás addig nő, míg a Föld anyagának sűrűsége a 4.28 értéket el nem érte. Azontúl a szükséges nyomás kisebbedik.

A ROCHE-féle törvény esetén az állandó sűrűségnövekedést előidéző nyomás a sűrűséggel együtt folyton nő.

A (12) egyenlet egészen hasonlóan tárgyalható. Ha  $\vartheta$  jelenti

az  $a$  és  $b$  radiusvectorok között fekvő  $\vartheta$  ivdarab befutására szükséges időt, akkor

$$\vartheta = \frac{(2\psi - \sigma\psi')\pi}{n_1 v_1 \sqrt{2h} \sqrt{\psi' - \sigma\psi''}} \left\{ 1 + \frac{\varepsilon^2}{\sigma^2} \left( \psi + \frac{\sigma^3}{12} \frac{\psi'''}{\sigma\psi' - 2\psi} \right) + \dots \right\} \quad (74)$$

vagy a (66) egyenletből  $A = 0$  feltevés mellett folyó értékekkel:

$$\vartheta = \frac{\sqrt{2-m} \sqrt{B\sigma^m} \pi}{\sqrt{2m} n_1 v_1} \left\{ 1 + \frac{\varepsilon^2}{\sigma^2} \frac{(m-1)(3m-4)}{24} + \dots \right\}. \quad (75)$$

Ezen egyenlet nevezőjében

$$n_1 v_1 = n_\sigma v_\sigma \quad (76)$$

írható, a hol  $\sigma$  index-szel ellátott mennyiségek a  $\sigma$  sugarú gömb felszínére érvényesek. Az (56), (59), (60) és (66) egyenlet ad végre

$$\frac{1}{n_1} = \frac{\sqrt{2} \sigma}{\sqrt{2-m} \sqrt{B\sigma^m}} \left[ 1 - \frac{\varepsilon^2}{\sigma^2} \frac{m(m-1)}{12} + \dots \right], \quad (77)$$

melylyel (75) a

$$\vartheta = \frac{\lambda\pi\sigma}{v_\sigma} \left[ 1 + \frac{\varepsilon^2}{24\sigma^2} \left( \frac{1}{\lambda^2} - 1 \right) \left( \frac{1}{\lambda^2} - 4 \right) + \dots \right] \quad (78)$$

egyszerű alakot adja, a melynek zárójeles része (68) miatt a (62)-ével azonos. Megtanuljuk belőle azt az érdekes tényt, hogy a lökés keringésideje mindkét lehetséges elméletben az excentricitástól független, de hogy a Föld középpontjától számított közepes távolságtól csak akkor független, ha

$$\frac{v_\sigma}{\sigma} = \text{const.} \quad (79)$$

Ha  $m = 4$ -nek megfelelőleg a (7) egyenletet fogadjuk el, akkor a teljes keringésidő számára (75)-ből

$$\Theta = 4\vartheta = \frac{2\pi}{\sqrt{4q(1-q)} v_1} \quad (80)$$

adódik, a mint azt már régebben találtam.<sup>1</sup>

★

<sup>1</sup> A seism. tün. új geom. elm. p. 391, vagy Seism. p. 105.

A BERTRAND-féle probléma a seismológiában tehát a következő fontos eredményre vezet: Ha van a Föld belsejében magába visszatérő rengéssugár, akkor egyáltalában csak két seismikus elmélet képzelhető. Az egyikben a rengéssugár a Földdel concentrikus kúpszelet — ez az az elmélet, a melyet tizenhét évvel ezelőtt e helyen kifejtettem —, a másikban oly kúpszelet, melynek egyik gyújtópontjában a Föld középpontja van. A második feltevés a Föld középpontja felé való rohamos és folyton gyorsuló sűrűsödés miatt kevésbé valószínű.

A BERTRAND-féle probléma kapcsán újra kell hangsúlyoznom, a mint már annyiszor tettem, a seismologia és az astronomia némely problémájának analogiáját. De különösen fontos, hogy e probléma megengedi a törésmutatónak és ezzel a terjedéssébségnek mint a Föld középpontjától való távolság függvényének előállítását, a nélkül, hogy a Föld befelé való sűrűsödését ismernők és a sűrűségnek a törő erővel való kapcsolatára feltevést tennénk. Éppen ez volt az egyedüli két lényeges hypothesis, a melyet elméletem felépítésében tennem kellett.

És ha a fizika képes lesz megadni a törésmutatónak és sűrűségnek egymástól függését, akkor a Föld sűrűségi törvénye tisztán seismologiai alapon is levezethető, sőt úgy lehet, hogy nagy nyomás mellett az anyag kompressibilitására is nyerünk felvilágosítást.

A követett gondolatmenet és a talált eredmény még akkor is érvényes, ha a Föld belsejében héjszerű discontinuitási felületek vannak, ha csak a continuitás egy  $\rho = b$  és  $\rho \leq a$  sugarú héjban meg van óva. A határfelületeken szükséges continuitási egyenletek tekintetbevételével a (70) vagy (71) egyenlet alapján származtatott elmélet még akkor is megáll, ha a kritikus felület két oldalán  $\eta$  különböző.

Marad azonban ama kérdésnek megvitatása, vajjon a Föld belsejében ily visszatérő sugarak feltehetőek-e?

Az itt elért eredmények a kérdést még nem döntik el, mert a (62) és (78) egyenlet feltételül csak azt szabja meg, hogy  $m > 0$  legyen: feltétel, mely szükséges, de nem elegendő.

A BERTRAND-féle probléma megoldásában követett gondolatmenet mutatta, hogy a visszatérő sugár radius vectora  $a$ -ban

maximum,  $b$ -ben minimum és mindkét pontban a hajlásszög zérus. Ebből következik, hogy e két pontban a görbületi sugár

$$P_a < a \text{ és } P_b > b \quad (81)$$

feltételnek tesz eleget. Ha a törésmutatót (70)-nek megfelelőleg választjuk, e feltétel így hangzik:

$$\frac{1}{2b^2} > q > \frac{1}{2a^2}, \quad (82)$$

vagy, minthogy  $a$  felső határa 1,  $b$  alsó határa pedig 0, annál inkább

$$\infty > q \geq \frac{1}{2}. \quad (83)$$

a mivel — az (53) feltétellel kapcsolatosan mondottak belefoglalásával —  $q$  értékészlete az összes reális számokra kiterjed.

Könnyen kimutatható, hogy inflexiós pont nem létezése esetén, a midőn a menetgörbe a  $\varphi$  tengelyhez domború ((51) feltétel),  $q$  értékészletének ezen kiterjesztése teljesen megegyeztethető azon két feltevessel, hogy a törőerő a sűrűséggel nő, ez pedig a Föld középpontjától mért távolsággal általában fogy.

Érdekes lesz  $q$  egyes értékeihez tartozó sugaralakokat tanulmányozni. Kiindulunk az

$$a^2 = \frac{1}{2q} (1 + \sqrt{1 - 4q\rho_0^2(1 - q\rho_0^2) \cos^2 e_0}) \quad (84)$$

és

$$b^2 = \frac{1}{2q} (1 - \sqrt{1 - 4q\rho_0^2(1 - q\rho_0^2) \cos^2 e_0}) \quad (85)$$

egyenletekből,<sup>1</sup> melyek a kúpszeletalakú sugár fél nagy és kis tengelyét adják. A könnyebb áttekinthetőség kedvéért csak azt a sugarat választjuk, a mely a fészken vízszintesen halad át, a mely számára tehát  $e_0 = 0$ .

Ezzel lesz

$$a^2 = \frac{1}{2q} [1 \pm (1 - 2q\rho_0^2)], \quad b^2 = \frac{1}{2q} [1 \mp (1 - 2q\rho_0^2)]. \quad (86) \quad (87)$$

<sup>1</sup> Seismonomia, p. 12.



a mely egyenletekben  $q < \frac{1}{2}$  számára a felső,  $q > \frac{1}{2}$  számára az alsó jel veendő. Az egyik tengely mindig a földrengés tengelyébe esik és végpontja a fészekben van.

Seism. index	Sugár neve	Tengelyei
$-\infty < q < 0$	Hyperbola	$b = \rho_0, a = \sqrt{\frac{1 - q\rho_0^2}{-q}} \cdot i$
$q = 0$	Egyenes	$b = \rho_0, a = \infty$
$0 < q < \frac{1}{2}$	Ellipsis	$b = \rho_0, a = \sqrt{\frac{1 - q\rho_0^2}{q}}$
$q\rho_0^2 = \frac{1}{2}$	Kör	$a = \rho_0, b = \rho_0$
$\frac{1}{2} < q < 1$	Ellipsis	$a = \rho_0, b = \sqrt{\frac{1 - q\rho_0^2}{q}}$
$q\rho_0^2 = 1$	Egyenes	$a = \rho_0, b = 0$
$1 < q < +\infty$	Hyperbola	$a = \rho_0, b = \sqrt{\frac{q\rho_0^2 - 1}{q}} \cdot i$

Végre még czélszerű lesz egynehány megjegyzést tenni a seismikus dispersióra vonatkozólag.

Ha a (70) egyenletet kapcsoljuk a törőerő ismeretes szabályával és a Föld sűrűsödési törvényével, pl. a ROCHE-féle

$$s = s_0(1 - a\rho^2) \quad (88)$$

szabálylyal, a melyben  $a = 0.764$ , akkor a földfelszíni törésmutató számára könnyen eljutunk a következő képlethez:<sup>1</sup>

$$n^2 - 1 = \frac{1 - a}{\frac{a}{q} - 1}, \quad (89)$$

a mely teljesen egyezik az egyetlen egy absorptiosávolylyal bíró anyagok dispersióképletével. Szerinte  $q$  visszás arányban van a hullámhosszúsággal és a Föld teljesen áthatatlan mindazon sugarakra nézve, melyek a

$$1 \geq q \geq a \quad (90)$$

definiálta közben fekszenek.

<sup>1</sup> L. c. p. 10.

Hogy seismikus dispersio létezik, azt mutatja ezenkívül egyrészt a seismogramm continuitása, másrészt a különböző sugarakhoz tartozó absorptiocoëfficiensek különbözősége. Ha a seismikus lökés csupán csak a longitudinalis, transversalis és RAYLEIGH-hullámokban terjedne, akkor a műszerfeljegyzés három egymástól elszigetelt szakaszból állana, holott ezek között valószínűleg folytonos áthidalás van. Azonkívül a mély, sekély és felszíneregetű hullámok absorptiocoëfficiense kilométerenként 0.004, 0.04 és 0.0002, a mi szintén dispersiojelenségre vall.

Ezen előkészületek után térjünk vissza a zárt seismikus sugár kérdéséhez.

Eddig csak a három seismikus phasis (longitudinalis, transversalis, RAYLEIGH-hullám) kezdőpontjának jellemzőjét ismerjük; ezeknek közelítő értéke sorban  $q = 0, -5, +\frac{1}{2}$ . Az első tehát közel a húr mentén, a második mélyen a Földbe merülő hyperbola mentén, a harmadik a Föld színén terjed.

A RAYLEIGH-hullámok tehát valóban zárt pályán haladnak és visszatérésök több ízben észlelés tárgya is volt.

De ebből még nem merném következtetni, hogy az én elméletem szükségképen a két lehetséges elmélet egyike, mert a RAYLEIGH-hullámok igaz, úgy az elastikus elméletnek, mint a geometriai seismologia elméletének egy speciális és *nem singularis*, de mégis speciális esete. Szükséges volna a  $q > \frac{1}{2}$  feltételnek megfelelő seismikus indexnek ismerete, azaz egy felfelé homorú menetgörbe vagy térbelileg lényegesen korlátozott rengés létezésének kimutatása.

DÁNOS ERZSÉBET kisasszony doktori értekezése<sup>1</sup> adta gyakorlatomban az első esetet, mely eléggé határozottan  $q > \frac{1}{2}$  feltételre utal. Eredményét a számbeli szép egyezés ellenére kételkedve fogadtam, mert ezen esetet szinte kizártuk tartottuk. Kár, hogy éppen a szélső észlelőhelyek bizonytalan adatai miatt ez értekezéssel nem tekinthetem bebizonyítottnak, hogy  $q > \frac{1}{2}$  feltételnek is megfelelő zárt sugarak valóban észleltek. A rengésnek ez esetben különben nem lett volna szabad 90°-ig terjednie és az a feltevés, hogy két egyidejű rengés superponáló-

<sup>1</sup> Az 1906 márczius 3-iki földrengés, Budapest, 1912.

dott, a mi az eddigi tapasztalatok szerint lehetséges, kockázatos volt.

De ha a seismikus dispersiót elfogadjuk, akkor kétségtelen, hogy a  $q$  minden reális értékének megfelelő sugárcomplexum megvan, tehát azon sugarak is, melyek zárt pályákban terjednek.

És ha  $q$  nem is változnék folytonosan, bizonyos, hogy a Föld belsejében mindig akad egy  $1-\rho_0$  mélység, a mely számára  $q\rho_0^2 = \frac{1}{2}$ , tehát  $q > \frac{1}{2}$ . Bármely  $\rho < \rho_0$  helyen kipattanó lökés a  $\rho_0$  sugarú gömb felszínén a RAYLEIGH-hullámokhoz hasonló hullámokat fog gerjeszteni, legalább is azt a deformációs hullámot, melylyel az egy pontban megindított Föld lüktetése jár. E hullám körmenti terjedéssége homogen Földben szigorúan, heterogen Földben pedig igen nagy közelítéssel követi a (79)-ben kifejezett szabályt.

RAYLEIGH-hullámok a (71) töréstörvény feltételezése mellett is lehetségesek, még pedig ugyancsak minden szintben. Ezek vizsgálata tehát újabb argumentumot nem ad, a melylyel az egyik vagy másik elmélet javára dönthetnénk.

Mindenesetre jelentősnek tartom azt a nagy valószínűséggel bíró eredményt, hogy a számítás menetét illetőleg teljesen rokon két lehetséges seismikus elmélet közül az egyiket nekem adatott meg kifejtetni.

A további lépés ezek után csak az lehet, hogy kizárólag a megfigyelésekből, tehát számbeli adatokból, specziális elmélet igénybevétele nélkül, numerikus úton oldjuk meg a problémát. A menetgörbéről mondottak erre már hasznavehető útbaigazításokat adnak.

## FOLYADÉKOK MOZGÁSA HAJLÍTOTT (SATORNÁKBAN.

BÁNKI DONÁT I. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

Tekintetes Akadémia!

Beválasztatásomat ezen legmagasabb fokon álló tudományos testületbe, a legnagyobb kitüntetést, a mely tudományos pályán működő embert érhet, eddigi csekély tudományos működésem jóakarató elbírálásaért halával eltelve köszönöm meg. De az alkalmat, midőn itt e díszes helyet először elfoglalom, nem mulaszthatom el, hogy köszönetemet és hódolatomat egyúttal a gépészeti tudományok iránt is ki ne fejezzem.

A gépészmérnökség azon harmincz és egynéhány év óta, midőn a nagy társadalom által más tudományos pályákkal akkor még egyenrangúnak el sem ismert pályát választottam, szemlélőjévé, tanújává, sőt csekély mértékben részesévé is tett rohamos fejlődésének, nagyarányú térfoglalásának a kulturában és nagy sikerivel járó megbecsültetésének.

A gépészeti tudomány gyorsított fejlődésnek azóta indult, a mióta nem egyoldalúlag az empiria költséges és lassú útján halad, de nem is a tisztán elméleti okoskodások nem ritkán csalóka útjain tévelyeg, hanem a majd minden elméleti és gyakorlati téren elért ismeretet és tudást magába fogadja és azokból a használhatót felszívja. Az újabb ilyen technikai alkotások klasszikus példája gyanánt előttünk áll a gőzturbina, a melynek egész fejlődés-procresszusa LAVAL és PARSONS első, gőzpazarló kis kísérleti gépeitől a leggazdaságosabban dolgozó 20—30 ezer lóerős egységekig alig egy negyed század alatt befejezést nyert, míg az inkább az empiria alapján fejlődött gőzgép, hacsak WATT-tól számítjuk is a fejlődése történetét, csak másfél évszázad alatt



jutott el tökéletessége hasonló fokára. A gőzturbinaszerkesztők tervezéseiknél felhasználták a műszaki fizika, a mechanika, a technologia legújabb tudományos vizsgálatait, melyeket, a hol a határok szűkeknek mutatkoztak, tovább fejlesztették, e mellett szerkesztéseiknél a gépgyártás minden finomságát felhasználták. Így lettek a LAVAL-cső és a turbinacsatornák mérekszámításai, a legjobb hatásfokok thermikus feltételei, a gyorsan forgó és egyenetlen hőhatások alatt álló tárcsák, dobok és egyéb szerkezeti részek szilárdsági számításai, a ventiláció- és résvesztések, a kiegyensúlyozás, a kritikus sebességek, a rezonancia kérdései, a kenés, a labirintus tömitések, a regulatorok, kondenzátorok mindmégannyi elméletileg és gyakorlatilag kidolgozott részletek.

Az absztrakt tudományos vizsgálatok eredményeit a mérnök számításainak alapjául csak szigorú ellenőrzés mellett fogadhatja el. Az absztrakt tudományos vizsgálatok gyakran foglalkoznak olyan lehetséges vagy lehetségesnek feltételezett jelenségekkel, melyeknek feltételei a valóságban nincsenek meg és ilyen esetekben mérnöki szempontból nagyfontosságú feladat az elméleti- és a valóságos jelenségek közötti eltérések kimutatása és az elméleti eredmények gyakorlati szempontból való korrigálása. Így tudjuk, hogy az elméleti hydrodynamika, mely pedig EULER és LAGRANGE óta a felsőbb matematika legszövevényesebb eszközeivel épült fel, mérnöki számításokra csak a gyakorlati hydraulika korrekció-módszerével alkalmazható, mert első sorban ideális, azaz surlódás nélküli, összenyomhatlan és légmentes cseppfolyós folyadékokkal foglalkozik, a milyenek valóságban nincsenek, de a mennyiben másodsorban a surlódásokat is figyelembe veszi, a korrekció mégis szükséges, mert a folyadékok nyúlóságát nem fejezheti ki elég szigorú matematikai formulázással.

A gyakorlati hydraulika az elméleti számítások és kísérleti eredmények közti quantitativ különbségeket a felemlített okokból magyarázza, egyébként pedig az elmélet feltételezte jelenségeket a valósággal qualitative megegyezőeknek fogadja el. Ezen felfogással szemben ezen székfoglaló értekezésemben rá akarok mutatni a hydrodynamika energia-tételének olyan alkalmazá-

saira, melyek a tényleges jelenségeket qualitative sem határozzák meg helyesen, egyúttal megkísérlem a helyesebb elmélet irányát legalább nagyjából kijelölni és a figyelmet a jelenlegi alkalmazások kritika nélküli elfogadásával elkövetett szerkesztési hibákra felhívni.

Előrebocsátom az *energia-tétel* rövid rekapitulációját.<sup>1</sup> Derékszögű koordináta-rendszer  $x, y, z$  pontjában legyenek a  $c$  sebesség komponensei:  $u, v, w$ , tehát:  $c^2 = u^2 + v^2 + w^2$ ; a tömegegységre működő tömegezők komponensei:  $X, Y, Z$ ; a feszültség:  $p$  és a fajlagos tömeg:  $\varepsilon = \frac{\gamma}{g} = \frac{1}{g'v'}$ , a  $\gamma$  fajsúlylyal és  $v'$  fajtérfogattal.

A hydrodynamikai alapegyenleteink:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -\frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial p}{\partial x} + X; & \frac{dv}{dt} &= -\frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial p}{\partial y} + Y; \\ & & \frac{dw}{dt} &= -\frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial p}{\partial z} + Z. \end{aligned} \quad (1)$$

Az  $u$  sebesség idő és hely szerinti változása =  $du$ :

$$du = \frac{\partial u}{\partial t} dt + \frac{\partial u}{\partial x} dx + \frac{\partial u}{\partial y} dy + \frac{\partial u}{\partial z} dz,$$

hol  $dx, dy, dz$  elmozdulások  $u dt, v dt, w dt$  értékeit behelyettesítve kapjuk:

$$\frac{du}{dt} = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t} \quad (2)$$

egyenletet és ugyanilyent  $\frac{dv}{dt}$ -t, valamint  $\frac{dw}{dt}$ -re is.

Permanens mozgásnál  $\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = 0\right)$  a folytonosság feltétele:

$$\frac{\partial(\varepsilon u)}{\partial x} + \frac{\partial(\varepsilon v)}{\partial y} + \frac{\partial(\varepsilon w)}{\partial z} = 0. \quad (3)$$

Az (1) egyenleteket  $dx, dy, dz$ -vel megszorozva és összeadva, továbbá a tömegegységre ( $g$  kg) és az időelemre vonatkoztatott következő értékeket:

<sup>1</sup> STODOLA: «Die Dampfturbinen», 4. kiadás, 572–582. lap.

a kinetikai energia-növekedést:  $u du + v dv + w dw = c \cdot dc$ -vel,  
az elemi expansió-munkát:

$$\frac{1}{\varepsilon} \left( \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) = \frac{dp}{\varepsilon} = g \cdot v' dp\text{-vel,}$$

a tömegerők munkáját:  $X dx + Y dy + Z dz = dA$ -val behelyettesítve és integrál-alakban írva, kapjuk az energiaegyenletet:

$$\frac{c^2}{2} + \int \frac{dp}{\varepsilon} - A = \text{áll.}, \quad (5)$$

mely egyenletben a jobb oldal általában áramvonalról áramvonalra különböző értékű is lehet.

A mozgás feladatának megoldása, mely általában a folyadék-elemek pályáinak, sebességeinek, feszültségeinek és ezeknek az idő szerinti változásainak meghatározásából áll, csakis bizonyos megszorításokkal lehetséges. Folytonos mozgás feltételezésével az idő szerinti változásokat már kizártuk. A feladat általánosságát a hydrodynamika még tovább megszorítja azzal, hogy 1. az egyik főirányban, pl.  $Z$ -ben nem tételez fel mozgást ( $w = 0$ ) és ezzel a feladatot síkbeli mozgásra vezeti vissza, 2. a tömegerőket a nehézségi erőn ( $Z = -g$ ) kívül kizárja. Légnemű folyadékoknál a nehézségi erő is figyelmen kívül marad. További feltétel, hogy a mozgás örvénylés nélküli, a minnek feltétele az, hogy van sebességpotenciál, azaz olyan függvény  $\varphi(x, y)$ , melynek differenciálhányadosai a sebességeket adják:

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}. \quad (6)$$

A felsorolt megszorításokkal STODOLA és HIRSCH zürichi tanároknek sikerült gázok isothermikus állapot-változása mellett a mozgási egyenleteket integrálni és a partikularis megoldás után az  $\varepsilon = \text{áll.}$  azaz kompresszió nélküli mozgásra vezető megközelítésekkel igen egyszerű egyenleteket lehozni az áramvonalakra, melyek ez esetben egyenszerű hyperbolák, a sebességi potenciálra, a sebességek és a feszültségek eloszlására. Ezen vizsgálatoktól eltekintve, egyelőre csakis összenyomhatlan folyadékok-

kal foglalkozunk, melyekről további lépésekkel áttérhetünk más folyadékokra is.

Összenyomhatlan folyadékokra  $\varepsilon = \frac{V}{g}$  áll.-val, kizárólag a nehézségi erő ( $Z = -g$ ) tekintetbe vételével (5) egyenletből következik:

$$\frac{1}{2} \varepsilon c^2 + p + z\gamma = \text{áll.}, \quad (7)$$

a mely egyszerű összefüggésből ideális (surlódás nélküli) cseppfolyós folyadék mozgására a sebességből a feszültség, és viszont, könnyen kiszámítható. A tétel, mely ezen összefüggést örvénylés nélküli, sebességi potenciálmozgásra kifejezi, a következő: *a térfogat-egységre vonatkoztatott kinetikai energia, a folyadéknyomás és a külső erők potenciálja (azaz a potenciális energia) összege minden időben és a térnek minden helyén ugyanazon értékű.* Sebességi potenciál nélküli mozgásra ez a tétel annyiban szenved megszorítást, hogy a hármasszeg csak egy es ugyanazon áramvonalban marad változatlan, de a különböző áramvonalakban az energiaösszegek különbözők lehetnek. A fentebbi tételből következik, hogy sebességi potenciál esetén bárhol, általában pedig egy áramvonal mentén, ceteris paribus a nyomás azon pontban legnagyobb, a melyben a sebesség a legkisebb, és viszont.

A gyakorlati hidraulika a (7) egyenletet a súlyegységre vonatkoztatott alakjában mint BERNOULLI 1738-ban levezetett tételének kifejezését ismeri:

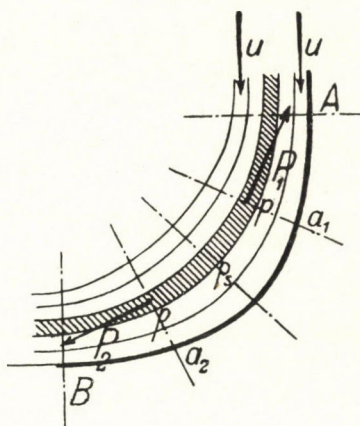
$$\frac{c^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = \text{áll.}, \quad (7a)$$

mely szerint a kinetikai, nyomási és helyzeti energia összege, vagy más kifejezési mód szerint a sebességi, feszültségi és helyzeti magasságok összege egy-egy áramvonal mentén változatlan. Gyakorlati számításoknál a BERNOULLI-egyenletet bizonyos megközelítéssel az egész sugárkeresztmetszetre is kiterjesztik még akkor is, ha a keresztmetszet egyes pontjaiban a sebességek különbözők.

A (7) és a vele azonos (7a) egyenlet alkalmazásakor még



figyelembe jön a kontinuitás egyenlete. A legtöbb feladatnál ezen utóbbi egyenletből megadott sebességgel és a közvetlen megadott  $z$ -vel a (7a) egyenletből kiszámítják a feszültséget. Vannak azonban esetek, melyekben a feszültséget nemcsak nehézségi erők, hanem más erők is okozzák. Ilyen esetekben úgy az elméleti, mint a gyakorlati hidraulika levezetéseinél és a sebességek számításainál azt az eljárást követi, hogy valami módon meghatározza a feszültségeket és tekintet nélkül arra, hogy ezen feszültségeket milyen erők idézték elő, általában minden megszorítás nélkül alkalmazza a (7a) egyenletet. Ezen elmé-



1. ábra.

let szerint valamely példaképpen felvett görbe tengelyű esatornában (1. ábra) (melyre  $z = \text{áll.}$ ), hol a feszültségek a konvex oldalon nagyobbak mint a konkáv oldalon, a sebességeknek megfordítva: a konkáv, azaz a belső oldaltól, a konvex, vagyis a külső oldal felé kisebbedniök kellene. A hydrodynamika továbbá az áramvonalakat síkgörbéknek veszi fel, melyeknek közeit a (7a) egyenletből számított sebességek és a folytonosság feltétele határozzák meg. Szabad felületű sugár elterelésénél végtelen nagy az olyan áramgörbék száma, melyek az alapegyenletnek megfelelően, a folytonosság feltételét is kielégítik és a feladat határozottá csakis bizonyos plauzibilitási feltevésekkel válik. Ilyen például a szabad sugárnál a szabad felületi konturvonal felvé-

tele sinus görbének, melyből kiindulva rajzolják meg egymás után a többi áramvonalat,<sup>1</sup> vagy pedig előre önkényesen felveszik az áramvonalak törvényét (például a görbület szimmétriátengelyében fekvő középpontból leírt koncentrikus közőknek)<sup>2</sup> és így állapítják meg a feszültségeket, sebességeket és az áramvonalak fekvéseit, melyeknek közei ezen elmélet szerint a görbületekben kibővülnek és ennek következtében az egész víz-sugárnak olyan mértékben kellene duzzadnia, mint ezt az egyes áramközők összegei kiadják.

Felfogásom szerint a BERNOULLI-képletnek ilyen alkalmazása az elterelt folyadékcsugár esetében hibás és a helyes energia-egyenletet úgy kapjuk, ha a nehézségi erő mellett, mely valamely áramcsőben a  $p$  feszültségeket létesíti, a vizsugarat elterelő csatornafal által kifejtett erők előidézte, pontról-pontra változó  $\Delta p$  feszültségnövekedéseket külön vesszük számításba. A két egymástól független erőterre így kiterjesztett energia-egyenletünk a következő:

$$\frac{c^2}{2g} + z + \frac{p}{\gamma} + \varphi(x, y, z) + \frac{\Delta p}{\gamma} = \text{áll.}, \quad (3)$$

hol  $x, y, z$  az áramcső tetszőleges pontjának koordinátái valamely szabadon, de egyszerűség kedvéért esetleg a legnagyobb  $\Delta p$ -feszültség helyén választott kezdőpontú koordinátarendszerben és  $\varphi(x, y, z)$  az energiának azt a részét fejezi ki, a mely a folyadékban az erőterben elfoglalt helyzeténél fogva van meg. Szabad vizsugár elterelése esetében (3) egyenletünk három első tagjának állandóságát párhuzamos, örvénylés nélküli mozgás feltételezése mellett a következőkben fogom bebizonyítani, a miből következik, hogy

$$\varphi(x, y, z) + \frac{\Delta p}{\gamma} = \text{áll.}, \quad (4)$$

a mi azt fejezi ki, hogy a feszültségnövekedés az elterelés helyén nem növeli egyszersmind a potenciális energiát is, a mi továbbá azt is jelenti, hogy a feszültségnövekedés, párhuzamos,

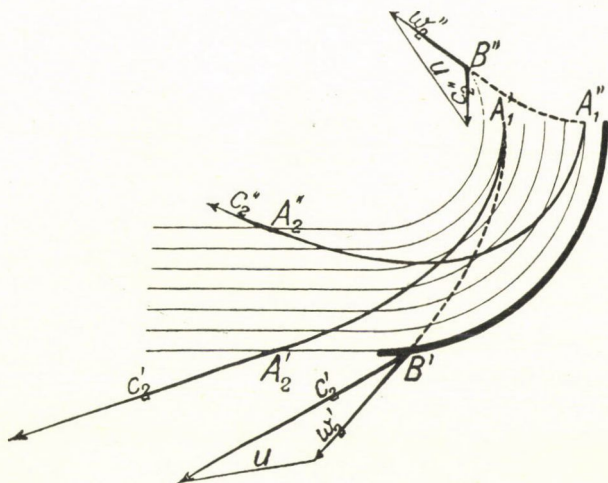
<sup>1</sup> Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1912. évf. 1510. lap.

<sup>2</sup> PFARR: Turbinen für Wasserbetrieb.

örvénylés nélküli mozgás feltételezése mellett, a kinetikai energiát nem csökkenti és így ceteris paribus a feszültség hullám helyén a sebesség változatlan marad.

Alapegyszerletünkben a feltételezett mozgás esetében a  $\left(\frac{c^2}{2g}\right)$  kinetikai energia  $\Delta p$ -től való független voltának bizonyítására legyen  $AB$  a folyadéksugárból kivágott valamelyik tetszőleges áramcső, melynek az  $A$  és  $B$  közötti görbületeit és  $0$ -tól  $(\Delta p)_{\max}$ -ig növekedő és innét  $0$ -ig csökkenő feszültségváltozásait a környező folyadékn nyomások tartják fenn. Az  $AB$  darabon tetszőlegesen választhatunk valamely keresztmetszetet ( $a_1$ ), melyben a túlnyomás  $\Delta p$ . Ezen keresztmetszethez találunk az áramcső más helyén olyan keresztmetszetet ( $a_2$ ) melyben ugyanaz a feszültség uralkodik és a mely  $z = \text{áll. } \frac{P}{\gamma} = \text{áll.}$  felvétele mellett azzal egyenlő területű. Az egyenlő területű és egyenlő feszültségű keresztmetszetekben a mozgás irányában  $P_1$  és  $P_2$  erő működik; a közük fogott folyadéktömegben egyensúly van, melynek tehát a keresztmetszeti felületek mozgására befolyása nincsen. A közbeeső víztömeget e szerint elvéve is képzelhetjük, miáltal ezen felületek egymásra esnek. A közös felületre merőlegesen a  $P_1$  és  $P_2$  egyenlő, ellenkező értelmű erők működnek, melyek a mozgás irányában nem adnak eredő gyorsító erőt. Ennek következtében nincsen gyorsulás és a sebesség változatlan marad. A keresztmetszetet az áramcső tetszőleges helyén választhattuk, a miből következik, hogy a sebességnek az egész áramcső mentén változatlanul kell maradnia, a surlódástól és a netalán fellépő egyéb akadályoktól eltekintve. Ezen felfogás értelmében, mely szerint a folyadék részecskék kisebb feszültségű helyről nagyobb feszültségű helyekre való áramlásának csak a surlódás és a szomszédos vízzészecskék kiszorítása okoz akadályt, a vízszálak nincsenek kényszerítve erős görbületekben síkbeli mozgásokat végezni, hanem sebességeik szerint szomszédos szálakat elterelve, vagy azoktól eltereltetve, tétlenségük következtében a lehető legnagyobb görbületi sugarú ívekben mozoghatnak. Az eltérés előtt például az  $A'_1$  pont (2. ábra) a görbületben átszeli az egyelőre párhuzamos mozgásban képzelhető vizsugarat ( $A'_1 A'_2$ ),

a mi azt jelenti, hogy az  $A'_1$  pont a vízszál mozgásához képest, valamint  $A'_1 B'$  relatív pályán mozog. A relatív pálya  $B'$  pontjában a relatív sebesség  $w'_2$  a szomszédos vízszálak  $n$  sebességével összetéve a  $c'_2$  abszolút sebességet eredményezi, mely nagyobb, mint az  $A'_1$  kezdőpontban volt:  $c'_2 > u'$ . A vízszárat belülről kifelé átszelő áramcsatornában e szerint a folyadék energiát vesz fel, tehát mint szivattyú viselkedik. Ha a kezdeti keresztmetszetben olyan pontot ( $A''_1$ ) választunk, a melyet a



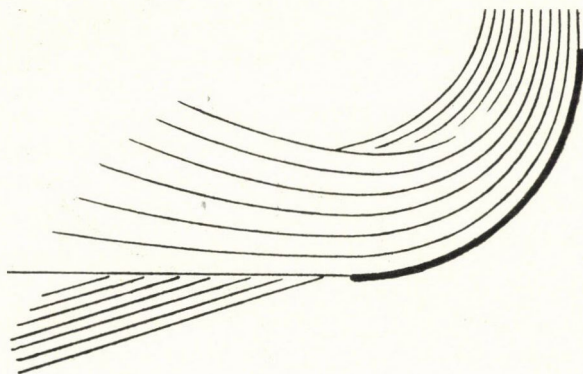
2. ábra.

szivattyú módon viselkedő vízszálak kívülről befelé terelnek ( $A''_1 A''_2$ ) és ennek  $A''_1 B''$  relatív pályája  $B''$  pontjában a sebességi háromszöget megrajzoljuk, olyan abszolút sebességet állapíthatunk meg, a mely  $c''_2 < u''$ . E szerint a kívülről befelé terelt vízszálak a környezetnek energiát adnak le, tehát ezek az áramcsatornák mint turbinák viselkednek. Valamennyi vízszál a kiömlési keresztmetszet külső éle felé törekszik, e mellett azonban a sugár belsőbb szálainak helyét a kívülből esőknek kell elfoglalniok, a miből az összes áramvonalaknak elterelőkre és eltereltre való szétválása keletkezik. Az úgynevezett párhuzamos mozgás e szerint megszűnik és e helyett egymást a térben össze-vissza keresztező és örvénylő vízszálak valami szövvényes



fonatot alkotnak. A kiömlés főiránya (3. ábra) a csatorna elterelő falának kiömlési irányához képest szögben törik meg, a mely jelenségnek felismerése a turbinacsatornák helyes szerkesztésére új irányt jelöl ki. A fősugarat, mint magvat, lazább, kisebb sebességű, többé-kevésbé szétszaggatott víztömegek burkolják.

Ezen következtetéseimmel a hydrodynamikai tételek szokásos alkalmazásaival, melyeknek pedig helyességét ez ideig senki sem vitatta, ellenkezésbe jöttem. Első kételyeimet a szokásos alkalmazások helyessége iránt az támasztotta, hogy az ívben elterelt szabad vízszögnek olyan duzzadását, mint az a hydro-



3. ábra.

dynamikai számításokból kiadódik, nem észleltem.<sup>1</sup> Észrevételeimet a hidraulikával irodalmilag foglalkozó kiválóbb szaktársaim, kikkel ezeket magánúton közöltem, tartózkodással fogadták,<sup>2</sup> a mi nem ingatott ugyan meg felfogásomban, de beláttam, hogy a hydrodynamikai egyenletek alkalmazásai csalhatatlanságába vetett hit ellen csak erősebb bizonyítékokkal szállhatok sikra. Ezen további bizonyításaim veleje annak a plausibilis magyarázatában állott, hogy az elterelés helyén keletkezett erőterben a potentialis energia következtében nem lehet az átmeneti helye-

<sup>1</sup> Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1909. évf. 73. l. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1909. 1490. l.

<sup>2</sup> Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1911. 34. sz. 437. l.

ken olyan ellentállás, a mely a kinetikai energiát, tehát a sebességet megváltoztathatná.<sup>1</sup> Továbbá megfordítva kimutattam,<sup>2</sup> hogy az átmeneteknél a sebességek nem változhatnak, a miből következtettem, hogy a feszültségi hullám helyén a hydrodynamika feltételezte energiaátalakulások nem mehetnek végbe.

Ezen fejtegetéseimmel LILJEBLAD mérnök a hydrodynamikai levezetésekét állította szembe,<sup>3</sup> az ismert alapokon megszerkeszti a görbület áramvonalait és meghatározza a sugár duzzadását. LILJEBLAD közleménye a hydrodynamikai ismereteinket nem tágitja, és így felfogásomban meg sem ingathatott. Válaszomban<sup>4</sup> az áramcsőben a sebesség változatlanságának fent ismertetett bizonyításán és állításaim mellett szóló néhány jelenség felemlítésén kívül felhoztam a Detroit város vízvezetékével és még SAPH és SCHODER végezte kísérleteket,<sup>5</sup> a melyek azt mutatják, hogy a nagyobb sebességű vizszálak a görbületekben tekintet nélkül a feszültségekre a konvex csőfal közelébe tolódnak át, mialatt a kisebb sebességű vizszálakat a konkáv csőfal felé terelik, egyébként pedig kísérleteket helyeztek kilátásba a vitás kérdés végleges tisztázására. Ezen kísérleteim, melyeket teljes részletességgel más helyen fogok ismertetni,<sup>6</sup> főfogásom helyességét igazolják.

Egy  $80 \times 50$  mm keresztmetszetű vízugarat három oldalon zárt csatornával vízszintesen  $90^\circ$  alatt tereltem el és az elterelő csatorna kiömlési keresztmetszetétől számítva több keresztmetszetben, melyek közül a legbelső a kiömlési keresztmetszettel  $27^\circ$  szöget zárt be, Pirót-csővel a nyomásokat, függélyes és vízszintes tengely körül elforduló zászlókkal a sebességirányokat, és mérőgömbbel az erre gyakorolt ellentállásoknak a keresztmet-

<sup>1</sup> Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1911. 1215. l., Revue de Mecanique. 1912. 140. l.

<sup>2</sup> Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye, 1911. 487. l. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1911. 1733. l.

<sup>3</sup> Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1912. 1510. l.

<sup>4</sup> U. o. 1513. l.

<sup>5</sup> Transactions of the American Society of Civil Engineers. Vol. XLVII. Paper No. 911.

<sup>6</sup> A „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure“, 1913. évf. 17. lap.

szetekre merőleges komponenseit mértem. Ezeket, valamint a függélyes zászlóelhajlásokat indikátorral regisztráltattam. A golyó ellentállási indikátor-diagrammok ordinátái közelítőleg bizonyos léptékben a sebességnégyzetek, tehát azok területei a kinetikai energiákkal arányosak. A diagrammterületekben csak kis, a mérési hibákra hárítható eltérések mutatkoznak még azon keresztmetszetekben is, a hol a régi elmélet szerint a kinetikai energia körülbelül felének kellett volna feszültségi energiává átalakulnia. Az iránymérések segítségével és színes folyadékok befecskendezésével sikerült a vizszálak pályáit megállapítanom és kimutatnom, hogy azok csakugyan az általam feltételezett mozgásokat követik.

Kísérleteim teljesen igazolják az elméleti okoskodásokkal levezetett tételeim helyességét, melyeket ismételve, a következőkben foglaltam össze:

1. Irányából elterelt vízszugárban a szálak párhuzamossága megszűnik.

2. Az elterelés erőterében keletkező folyadékfeszültségek nem csökkentik az elterelés előtt a folyadékban volt kinetikai energiamentységet.

3. A kisebb feszültségű helyekről a folyadékreszecskek a nagyobb feszültségű helyekre, és viszont, sebességük változása nélkül, akadálytalanul áramolhatnak.

4. A folyadékszálak egymást a térben keresztező fonadékot alkotnak és a csatornanyíláson kiáramló sugár tengelye a csatorna kiömlési irányával szögeltérést mutat.

5. A görbületben vannak helyek, hol a nagy feszültségek és nagy sebességek egybeesnek.

6. Az áramcsövek között az energiák kölcsönösen kicserélődnek.

## ÚJ GLUKOSIDEK SYNTHESISISE.<sup>1</sup>

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Különböző növényi anyagokból ismételten különítettek el vegyületeket, a melyek szerkezetükre nézve aromás oxyketonoknak glukosidjai. Így TIEMANN és DE LAIRE<sup>2</sup> az *Iris florentina* gyökerében egy glukosidet, az iridint fedezték fel és beható vizsgálataik alapján a fentebbi kutatók ezen természetes anyag szerkezetét mint egy oxyketon glukosidjét állapították meg. Egnéhány évvel ezelőtt sikerült nekem ezen glukosid legfontosabb bomlási termékének synthesisét eszközölnöm<sup>3</sup> és így a methyliridinsavnak TIEMANN és DE LAIRE által felállított szerkezeti képletének helyességét a synthesis útján bebizonyítanom. Hasonlóképpen G. PERON<sup>4</sup> kimutatta, hogy a pæonol a *Pæonia officinalis*-ban és a *Pæonia arboreaban* egy glukosid alakjában fordul elő. A pæonolt magát már előbb NAGAI<sup>5</sup> mint a resacetophenon 4 monomethylætherjét ismerte fel és synthetikusán előáll a resacetophenonnak partialis alkylatiója útján.

Az oxyketonglukosidek ezen természetes előfordulása arra indított, hogy az oxyketonglukosidek synthesisét megkíséréljem. Synthetikus kísérleteket eddig csak TIEMANN végzett<sup>6</sup> akképpen, hogy oxyaldehidek glukosidjait lúgos közegben acetonnal ketonglukosidekké kondenzálta. Ezen az úton a glukovanillinnek ace-

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> Ber. 26, 2018 (1893).

<sup>3</sup> Ber. 41, 3662 (1908); Ann. Chem. 370, 368 (1909).

<sup>4</sup> Journ. Pharm. Chim. (7) 3, 238.

<sup>5</sup> Ber. 24, 2847 (1891); Y. Tahara, Ber. 24, 2459 (1891).

<sup>6</sup> Ber. 18, 3481 (1885).



tonnal való kondenzációja által a gluko-ferulasav methylketont állította elő, a mely glukosid emulsiin behatására glukosera és ferulasavmethylketonra bomlik fel. Én az oxyketonok glukosidjainak synthesisére a közvetlen utat választottam, a mennyiben a már előzőleg a phenolcarbonsav glukosidokon kidolgozott eljárást<sup>1</sup> az oxyketonokra alkalmaztam. Így a paraoxyacetophenon glukosidjának synthesisét létesítettem azért, hogy a paraoxyacetophenont kondenzáltam  $\beta$ -acetobromglukoseval. A kondenzációt akképpen eszközöljük, hogy a paraoxyacetophenon lúgos oldatát a  $\beta$ -acetobromglukose ætheres oldatával hosszabb ideig összerázzuk. A paraoxyacetophenon szabad glukosidjának előállítására ezen tetraacetylzármazékot baryumhydroxyddal több óra hosszat összerázzuk közönséges hőmérsékleten. Ezen eljárás az oxyketonglukosidek synthesisére igen czélszerűnek bizonyult és ezen úton igen nagyszámú oxyketonglukosidet fog sikerülni szintetikusán előállítani. Több ezirányú synthesist már megkezdettem. Munkám további folyamában oxyaldehd-glukosidek synthesisével is foglalkoztam, mert ezen vegyületesoport számos képviselőjét úgy szabad állapotban a természetben, valamint secundaer termékek alakjában, a természetes glukosidek oxydatiójakor is fellelték. Így a három isomer monoxybenzaldehyd glukosidja közül kettő már ismeretes.

A helicin az ortho-oxybenzaldehyd glukosidja és szintetikusán MICHAEL<sup>2</sup> állította elő acetochlorglukosenak salicylaldehydre való behatása által. A második ismeretes isomert, a salinigrint JOWETT<sup>3</sup> különítette el és hydrolysisekor m. oxybenzaldehydet és glukosét nyert, a mely bomlási termékek alapján e vegyület a glukosido-metaoxybenzaldehyd. Most sikerült nekem a még ismeretlen glukosido p. oxybenzaldehyd synthesisét is létesítenem. Kiindulási test gyanánt a paraoxybenzaldehydet használtam és lúgos oldatban  $\beta$ -acetobromglukoseval tetraacetylglukoparaoxybenzaldehyddé kondenzáltam. Barytvízzel való elszappanosítás által e vegyületből a glukoparaoxybenzaldehydet nyertem.

<sup>1</sup> Matematikai és Természettudományi Értesítő. XXIX. k., 36. lap, ugyanott 970. l.; Journ. f. prakt. Ch. (2) 82,271 (1910), ugyanott 83,556 (1911).

<sup>2</sup> Ber. 14, 2097 (1881).

<sup>3</sup> Chem. Ztg. 24.352.

Ezen glukosidet még nem észlelték a természetben, mivel azonban a paraoxybenzaldehyd maga szabad állapotban a növényekben előfordul és oxyszármazékok elkülönítésekor a szőlő-cukor gyakran hydrolysis útján kiválik, így nem valószínű, hogy ezen glukosidet később sikerül szintén fellelni a növényországban. Mivelhogy a synthetikus termék tulajdonságai immár ismeretesek, így annak a növényi anyagokból való esetleges elkülönítését ez igen meg fogja könnyíteni.

### Kísérleti rész.

#### *Tetraacetylglukoparaoxyacetophenon.*

A kímulási test gyanánt szükséges paraoxyacetophenont többszöri meleg vízből való kristályosítás által tisztítjuk. A kondenzációt akképpen eszközöljük, hogy a paraoxyacetophenont a  $\beta$ -acetobromglukose ætheres oldatával közönséges hőmérsékleten hosszabb ideig összerázzuk. 4 gr paraoxyacetophenont 1·2 gr natriumhydroxydból és 60 cm<sup>3</sup> vízből készített oldatban feloldunk és 8 gr kristályos  $\beta$  acetobromglukose ætheres oldatával (60 cm<sup>3</sup>) 18 óra hosszat a rázógépen erősen összerázzuk. A reakció közben a kondenzációs termék már szintelen kristályokban vállott ki és ennek teljes kiválasztása céljából a reakció befejezte után a reakciókeveréket jeges vízbe tesszük. Ezután a víztől és az ætheres oldattól elkülönítjük, híg nátriummal, majd vízzel többször jól kimossuk. Az így nyert kristályokat a további tisztítás céljából meleg methyalkoholból kristályosítjuk át. Szintelen, 172—173 C°-on olvadó tük. Hoza-dék 1·5 gr.

0·1626 gr anyag adott: 0·3392 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·0830 gr H<sub>2</sub> O-t; C<sub>22</sub>H<sub>26</sub>O<sub>11</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 56·65%, H = 5·57%.

A kísérletileg talált értékek: C = 56·88%, H = 5·69%.

A tetraacetylglukoparaoxyacetophenon hideg vízben oldhatatlan, ellenben könnyen oldódik melegben. Hidegen alkoholban e vegyület nehezen oldódik, könnyen ellenben melegen. Aetherben a termék melegen nehezen oldódik fel.

*Glukoparaoxyacetophenon.*

A fentebb ismertetett tetraacetylglukoparaoxyacetophenon elszappanosítására e terméket hosszabb ideig hígított baryumhydroxydoldattal közönséges hőmérsékleten összerázzuk. A fölös baryumhydroxydet szénsavval eltávolítjuk, a baryumcarbonátról leszűrt oldatot a vacuumban szárazra párologtatjuk be és a visszamaradt termékből a glukosidet alkohollal való extractio útján nyerjük.

2·5 gr egészen tiszta tetraacetylglukosidet 200 cm<sup>3</sup> 6%-os baryumhydroxydoldattal 16 óra hosszat a rázógépen erősen összerázzuk. A reakció közben az elszappanosított glukosid teljesen feloldódott. A reakció bevégezete után a fölös baryumhydroxydet széndioxyddal kicsapjuk, a baryumcarbonatot szűrés által az oldattól elkülönítjük és hideg vízzel jól kimossuk. A szűrletet ezután vacuumban 12 mm nyomás alatt és 45 C° hőmérsékleten szárazra bepároljuk. A maradékot vacuumexsiccatorban teljesen kiszáritjuk és a finomra porított terméket absolut alkohollal többször extraháljuk. Az egyesített alkoholos kivonatot a vacuumban szárazra bepároljuk és a maradékot további tisztítás czéljából absolut methylalkoholból átkristályosítjuk. Termelési hányad 1·45 gr. 0·1705 gr anyag adott: 0·3519 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·916 gr H<sub>2</sub>O-t.

C<sub>14</sub>H<sub>18</sub>O<sub>7</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 56·37%, H = 5·637%, O = 37·993%.

Kísérletileg talált értékek: C = 56·27%, H = 5·96%. Az optikai vizsgálathoz a glukosid vizes oldatát alkalmaztam. A lemért anyag súlya = 0·1302 gr. Az oldat súlya = 11·0338 gr és sűrűségét  $d^{23} = 1·0036$ -nak találtam. Egy decziméter hosszúságú csőben az oldat  $D$  fényben 23 C°-on  $\alpha = -1·4^\circ$  csavaróképeséget mutatott. Ennélfogva:

$$[\alpha]_D^{23} = -87·82^\circ.$$

A glukoparaoxyacetophenon szintelen tüket alkot, a melyek 195—196 C°-on olvadnak. A glukosid könnyen oldódik vízben. Hidegen alkoholban nehezen oldódik, könnyen ellenben melegen. Aetherben e vegyület majdnem oldhatatlan.

*Tetraacetylglukoparaoxybenzaldehyd.*

Ezen vegyület előállítására a paraoxybenzoldehyd lúgos oldatát az acetobromglukose ætheres oldatával több óra hosszat összerázzuk. Az acetylszármazék a hőmérséklet szerint a reakció közben vagy kiváltott, vagy pedig oldatban maradt és ez utóbbi esetben az ætheres oldatból különítjük el. A kondenzációt a következőképen eszközöljük:

4 gr. paraoxybenzaldehydet 1·2 gr natriumhydroxydból és 60 cm<sup>3</sup> vízből készített oldatban feloldunk és 8 gr kristályos β-acetobromglukose ætheres oldatával (60 cm<sup>3</sup>) 18 óra hosszat a rázógépen erősen összerázzuk. A reakció befejezte után az ætheres oldatot higitott natronlúggal többször jól átrázzuk. Az oldat szabad elpárolgása közben az acetylszármazék kristályokban váltott ki, a melyeket további tisztítás czéljából methy!-alkoholból kristályosítottunk át. A tetraacetylglukoparaoxybenzaldehyd szintelen tüket alkot, a melyek 144—145 C°-on olvadnak. Hozadék 1·1 gr.

0·1607 gr anyag adott: 0·3285 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·0787 gr H<sub>2</sub>O-t.

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 = 55·74%, H = 5·44%.

E vegyület oldhatatlan hideg vízben, ellenben könnyen oldódik melegben. A vegyület könnyen oldódik alkoholban. Ezen acetylszármazék nehezen oldódik hidegen ætherben, könnyen ellenben melegen.

*Glukoparaoxybenzaldehyd.*

Az előbb ismertetett tetraacetylglukosid elszappanosítását legezészerűbb baryumhydroxyddal való hosszabb ideig való összerázás által eszközölni.

3 gr finomra porított tetraacetylglukoparaoxybenzaldehydet 12 gr baryumhydroxydból és 200 cm<sup>3</sup> vízből készített oldattal 18 óra hosszat a rázógépen összerázzunk. A fölös baryumhydroxydet szénsavval kicsapjuk, a kiváltott baryumcarbonatot az oldattól szűrés által elkülönítjük és a csapadékot vízzel jól kimossuk. A szüredéket vacuumban szárazra bepárologtatjuk és.



a maradékot vacuumexsiccatorban egészen kiszárítjuk. A finomra porított anyagot ezután sok absolut alkohollal többször kifőzzük és az alkoholos kivonatokat vacuumban bepárologatjuk. A visszamaradt anyagot a további tisztítás céljából absolut methylalkoholból kristályosítjuk át. Hozadék 1·4 gr.

0·1054 gr anyagot adott: 0·2120 gr  $CO_2$ -t, 0·0540 gr  $H_2O$ -t.

$C_{13}H_{16}O_7$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 54·92\%$ ,  $H = 5·63\%$ .

Kísérletileg talált értékek:  $C = 54·84\%$ ,  $H = 5·69\%$ .

Az optikai analysishez a glukosid vizes oldatát alkalmaztam. A lemért anyag súlya = 0·2316 gr. Az oldat súlya = 10·6786 gr és sűrűségét 21  $C^\circ$ -on  $d^{21} = 1·0058$ -nek találtam. Natriumfényben ezen oldat egy decziméteres esőben 21  $C^\circ$ -on  $\alpha = -2·06^\circ$  csavaróképességet mutatott. Ennélfogva:

$$[\alpha]_D^{21} = -94·45^\circ.$$

A glukoparaoxybenzaldehyd szintelen tüket alkot, a melyek 157—158  $C^\circ$ -on olvadnak. E vegyület könnyen oldódik vízben. Hidegen alkoholban nehezen oldódik, könnyen ellenben melegen. A glukosid majdnem oldhatatlan ætherben.

Ezen vizsgálataimat különben folytatom.

## A NADAPI ALUNIT.<sup>1</sup>

VENDL ALADÁR-tól.

A fejevármegyei Nadap községtől északra, illetőleg északkeletre levő magaslatok (Nyíreshegy, Csúcsoshegy, Csekélyhegy, Cseplek) lényegében *kvarcztól* állanak; csak a lejtőiket borítja a lósz s itt-ott -- egész apró foltokban -- a pannoniai (pontusi) homok. Ezeket a kvarczitokat a régebbi geológiai megfigyelések üledékes eredetűnek tekintették s főként WINKLER BENŐ geológiai térképezése nyomán a Velencei-hegység gránitjának egykori köpenyét alkotó, de ma már csak foszlányokban meglevő kontaktus-palájával együtt devon-kortúaknak vélték.

E kvarczitok fehér, fehéres-sárga, helyenként kisebb-nagyobb foltokban sárga, barnaszínű, többnyire finoman lyukacsos kőzetek. Helyenként erősen porózusak, másutt tömöttebbek. E kvarczitoknak alkotórészei: *kvarcz*, *alunit*, *vasoxidus (limonit)* foltok és helyenként *kaolin*, ritkán *zirkon*. A kőzetnek túlnyomó részét apró, szintelen *kvarcyszemek* alkotják, melyek átlagban 0.05—0.10 mm nagyságúak, néha jóval apróbbak is. E kvarcyszemek széle rendszeren öblös, karélyos vagy fogazott s e karélyokkal vagy fogak segítségével kapcsolódnak a kvarczok egymáshoz. Néha közöttük nagyobb, rendszeren kissé zsirosan fénylő törési felületű kvarczok is megfigyelhetők, melyek az aprók között mintegy beágyazottan foglalnak helyet; ezek vagy gömbölydedek, vagy szabálytalan alakúak karélyos széllel; néha két-három nagyobb szem kapcsolódik egymáshoz az öblök révén. E nagyobb

---

<sup>1</sup> A m. kir. földtani intézetben s a József-műegyetem ásvány-földtani intézetében készült dolgozat.

kvarcyszemek néha 1·00 mm nagyságot is elérnek; sőt ritkábban, például a Nyíreshegy tetején levő kvarczitban, 0·50 cm. nagyok. A kvarcyszemek belsejében rendszeren finom pontokból, illetőleg pontsorokból álló parányi interpozíciók észlelhetők.

Néha a kvarczit üregeiben fennötteen is előfordul a kvarc apró, szintelen kristálykákból, melyek  $\{10\bar{1}0\}$ ,  $\{10\bar{1}1\}$  és  $\{01\bar{1}1\}$  kombinációiból állanak.

A kőzetnek kisebb-nagyobb pórusaiban vékony lemezekben kifejlődve találjuk az *alunitot*. Az alunit fénylő lemezkéi szintelenek, vagy gyengén sárgásak, bázis szerint való vékony táblácskák, leveles aggregátumok. Rendszeren igen aprók, néha azonban 0·5—0·8 mm nagyságúak, ritkán nagyobbak is. A bázison kívül közelebbi forma meghatározása a rendkívül vékony, leveles aggregátumszerű kifejlődés miatt nem sikerül; a levélkéek széle többnyire meglehetősen egyenetlenül, néha czafatosan kifejlődött. Mikroszkoppal az alunit bázis szerint való hasadása kitűnően észlelhető.

Keresztmetszetben e lemezek természetesen keskeny léczcskéik alakjában tűnnek fel, amint a mikrofotografiából is kitűnik. Az alunit lemezkéi egy optikai tengelyűek, optikailag pozitívok; fénytörésük mérsékelt, kettőtörésük tetemes. Az immerziós módszerrel monobrombenzollal és bromoformmal közönséges fényben a következő értékeket nyertem:

$$\omega = 1\cdot575$$

$$\varepsilon = 1\cdot594$$

s ebből

$$\varepsilon - \omega = 0\cdot019.$$

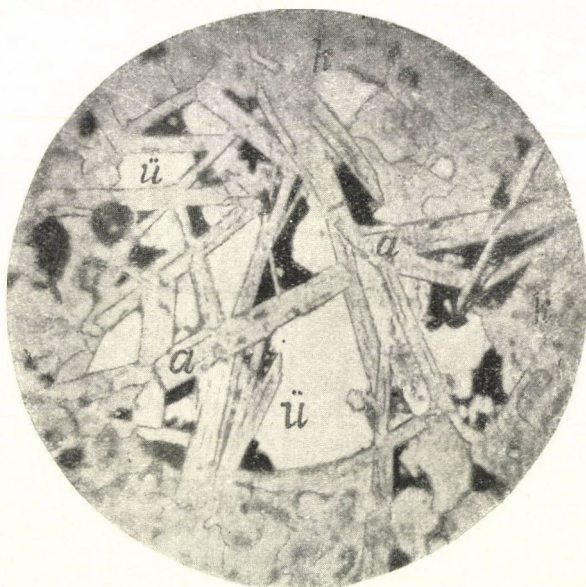
Megemlítem azonban, hogy a meghatározásra használt módszerből kifolyólag a harmadik tizedesek csak közelítő értékek. MICHEL-LÉVY és LACROIX<sup>1</sup> az allumièrei aluniton a következő értékeket állapította meg:  $\omega = 1\cdot572$ ,  $\varepsilon = 1\cdot592$ , miből  $\varepsilon - \omega = 0\cdot020$ ; LACROIX direkt méréséből:  $\varepsilon - \omega = 0\cdot018$ .

Alunitunk lemezkéi a lángban dekrepitálnak, nem olvadnak

<sup>1</sup> MICHEL—LÉVY A.—LACROIX A.: Les minéraux des roches, Paris, 1888, 140. lap.

meg. Gyenge hevítés után timsó lúgozható ki a porrátört kőzetből. Kobaltnitrát oldatával izzítva a lemezkéket, megkékülnek.

A kőzet üregecskéiben az alunitlemezkék rendszeren szabadon végződnek s csak egyik szélükkel fennőttek a kvarczit üregeinek falán; néha sajtáságos csillagszerű alakban csoportosultak. Ritkábban az üreget teljes összefüggésben alunit tölti ki, főként az igen parányi pórusok esetében. Némelykor az alunit



$a$  = alunit;  $k$  = kvarc;  $ü$  = üregecskék. A sötét foltok vasoxidos (limonitos) részletek.

A Templomdomb ÉK-i oldaláról való alunitos kvarczit mikrofotográfiája.  
Nagyítás:  $1 \times 42$ .

nemcsak az üregekben, hanem a kvarczok közé ékelten is előfordul.

Ezenkívül a kőzetben itt-ott vörösbarna vasoxid, illetőleg barnás-feketés limonit fordul elő; főként az üregecskék falán bevonat alakjában s az üregecskében levő alunit-lemezkék közti hézagok részleges kitöltéseként és itt-ott maguk között a kvarczzemek között.



A *kaolin* néhol majdnem teljesen hiányzik, máshol kisebb oltocskákban található, mely foltoeszkák gyakran hosszúkás, paralelogramma alakúak (egykori földpát?). Ritkán a kaolin-foltokban parányi alunit-foszlány ismerhető fel.

Igen ritkán *zirkon* is található alkotórészként szintelen prizmatikus habitusú, a terminális végein piramisokkal zárt parányi kristálykákban.

Mivel az alunit lemezkéi parányiak, a kémiai elemzéshez szükséges mennyiségben a kvarcztól tisztán megszabadítanom nem sikerült őket még nehéz folyadékokkal sem, tekintve, hogy az alunit és a kvarcz fajsúlya igen közel van egymáshoz. Ezért meg kellett elégednem magának a kőzetnek az analizisével. A megelemezett kőzet a Templomhegy DK-i részéről való (Nadap-tól É-ra), mely a mikroszkopos vizsgálat szerint csak igen kevés vasoxidot és csak igen minimálisan alárendelt mennyiségű kaolint — nyomokban — tartalmaz. Az elemzés eredménye:

$SiO_2$	54.65%
$ZrO_2$	nyomokban
$Fe_2O_3$	1.78%
$Al_2O_3$	16.97%
$CaO$	0.21%
$MgO$	0.16%
$K_2O$	2.28%
$Na_2O$	0.92%
$SO_3$	16.41%
$H_2O$	6.57%
	<hr/> Σa: 99.95

Ha ezekből az elemzési adatokból a kvarcznak megfelelő  $SiO_2$  mennyiséget, továbbá az  $Fe_2O_3$ -t, mely az üregecskék falán vékony kéregként fordul elő, továbbá az alárendelt mennyiségű  $CaO$  és  $MgO$ -t levonjuk, a többi adat 100-ra átszámítva a következő értékekre vezet:

$Al_2O_3$ .....	39·33 %
$K_2O$ .....	5·29 "
$Na_2O$ .....	2·13 "
$SO_3$ .....	38·03 "
$H_2O$ .....	15·22 "
	Sa: 100·00

Az alunitnak a  $K(Al_2OH)_3(SO_4)_2$  képletből számított teoretikus összetétele:

$Al_2O_3$ .....	36·98 %
$K_2O$ .....	11·36 "
$SO_3$ .....	38·62 "
$H_2O$ .....	13·04 "
	Sa: 100·00

Az elemzésből számított értékek s a teoretikus összetétel adatai közelítőleg ugyanazok; mindössze csak az alkáli-tartalomban vehető észre lényegesebb különbség, a mennyiben az elemzésből nyert adatok szerint az alkáliák összege:  $5·29 + 2·13 = 7·42$  %. Még akkor is kisebb ez érték a teoretikusnál, ha a  $Na_2O$  mennyiséget ekvivalens  $K_2O$ -ra számítjuk át. Ha azonban az elemzésből számított értékekben az  $Al_2O_3$  és a  $H_2O$  igen csekély fölöslegét esetleg a kaolin rovására írjuk, az alkáli-tartalom viszonyos mennyisége jóval kedvezőbbé válnék. Mindenesetre azonban az elemzési adatokból számított és a teoretikus értékek közt a megegyezés jó. Nem lehetetlen, hogy a igen kis mennyiségben előforduló  $CaO$  és  $MgO$  esetleg alkálit pótol.

MITSCHERLICH<sup>1</sup> elemzés eszerint a tolfai és a muzsaji alunit is tartalmaz a káliumon kívül nátriumot és kalciumot. A CROSS W.-tól leírt és EAKINS L. G.-tól elemzett Democrat Hill-i és Mount Robinson-i alunitos kvarczitok szintén elég sok nátriumot s ezen kívül  $Ca$ -t és  $Mg$ -t is tartalmaznak.<sup>2</sup> A Rammels-

<sup>1</sup> RAMMELSBERG C. F.: Handbuch der Mineralchemie, II. Aufl., Leipzig 1875. 274. lap.

<sup>2</sup> CROSS N.: On Alunite and Diaspore from the Rosita Hills, Colorado. The American Journal of science, XII., 1891. 466. lap.

berg munkájában felsorolt adatokra csak hivatkozva, itt csupán a két amerikai alunitos kvarczit elemzési adataiból számított értékeket tüntetem fel összehasonlításkepen, mint a legújabb elemzésekből számított értékeket. Ez átszámításoknál a *Fe*, *Ca*, *Mg* ismét figyelmen kívül maradt:

	Democrat Hill	Mount Robinson
$Al_2O_3$ — — — — —	38·77 %	44·98 %
$K_2O$ — — — — —	6·95 «	8·00 «
$Na_2O$ — — — — —	3·56 «	1·12 «
$SO_3$ — — — — —	37·34 «	30·39 «
$H_2O$ — — — — —	13·38 «	15·51 «
	<i>Sa</i> : 100·00	<i>Sa</i> : 100·00

Egyébként a régibb irodalomban közölt elemzési adatok szerint — melyek szintén a kisebb vagy nagyobb mennyiségű kvarcznak megfelelő kovasav levonásával átszámított értékeket tüntetik fel — az alunitok alkáli-tartalma hasonlóképen meg lehetős tág határok között ingadozik. Természetes, hogy a legnagyobb ingadozások főként a legrégebb elemzések eredményeiben szembeszökők.<sup>1</sup>

Az alunitnak ez a nadapi előfordulása eddig teljesen ismeretlen volt, tehát topografiai-mineralógiai szempontból egészen új adat.

Sokkal fontosabb azonban az alunitnak ez az előfordulása petrografiai, illetőleg petrogenetikai szempontból. Ismereteink mai állása szerint ugyanis az alunit eruptív kőzetek káliföldpátjából keletkezik másodlagosan intenzív *posztvulkáni metamorfizmus* eredményeként, nevezetesen szolfatára-hatásokra, illetve szolfatára- és fumarola-működések együttes hatására. Az alunitosodás kovasavnak a kiválásával jár karöltve, a mi nagyfokú *elkvarcosodást* eredményez. Számos helyen ezenkívül az alunitosodással együtt a *kaolin-képződést* is ismerjük; sőt gyakran a diaszpor is mutatkozik az alunittal kapcsolatban. (Rosita Hills).

<sup>1</sup> V. ö. RAMMELSBURG C. F. I. c. és az I. kiadás, Leipzig, 1860., 289–292. lapját.

Az alunit Nadap környékén — a mint látjuk — szintén kvarczitban s helyenként több-kevesebb kaolinnal együtt fordul elő. Az alunit jelenléte tehát kétségtelenül bizonyítja azt, hogy *ezek a kvarczitok káli földpáttartalmú eruptív kőzetekből keletkeztek másodlagosan intenzív posztrulkáni hatásokra.*

E viszonyok közelebbi tárgyalására és a kvarczitok megjelenésének részletes ismertetésére a Velencei-hegység közettani és geológiai viszonyainak monografikus összefoglalásában fogok majd kiterjeszkedni. Ez alkalommal még csak azt említem meg, hogy az alunit e kvarczitokban nem mindenütt található egyenlő mennyiségben. Legtöbb alunit fordul elő a Nyireshegyen s tőle nyugatra a kvarczitban mindenütt, az ú. n. Kirchenberg-en, továbbá különösen a Csúcsoshegyen.

Vizsgálataim kémiai részét a József-műegyetem ásványföldtani intézetének kémiai laboratóriumában végeztem. E helyen is őszinte köszönetet mondok SCHAFARZIK FERENCZ dr. professzor úrnak szíveségeért, hogy intézetének kémiai laboratóriumát használhattam.



## ÜLEDÉKKÉPZŐDÉSI VISZONYOK A MAGYAR KÖZÉPHEGYSÉGBEN A JURA IDŐSZAK ALATT.

VADÁSZ M. FLEMÉR-től.

«A Déli Bakony jurarétegei» című dolgozatomban volt alkalmam viszonylag kis területen eszközölt vizsgálatok kapcsán a mediterrán juraprovincia üledékeivel röviden foglalkozni. Kifejtettem ott, hogy mivel az általam vizsgált terület a bakonyi kiterjedt juravidéknek csak kis része, azért a fölmerülő rétegtani kérdéseket nem meritem ki egészen, hanem a Nagy-Bakony akkor-kilátásba helyezett további vizsgálatára hagyom. Azóta négy év múlt el s mivel ez a vizsgálat — rajtam kívül álló okokból — elmaradt, úgy érzem, tartozom még azokkal a megállapításokkal, melyeket akkor elhagytam. Indokolja ezt még az is, hogy azóta az egész Magyar Középhegység juraképződményeinek ismételt fölkeresése újabb szempontok és megfigyelések birtokába juttatott, úgyhogy jelenlegi vizsgálataimban mindenkor az egész Magyar Középhegység juraüledékeit tarthattam szem előtt. Ezenkívül ugyancsak saját megfigyelésem alapján vizsgálataim keretébe belevontam a Persány hegységbeli Alsó-Rákos alsó liászüledékeit, valamint a rendelkezésemre állott kisázsiai liász-anyagot is. Vizsgálataimmal a szóba kerülő, sokszor megvitatott kérdések korántsem mondhatók megoldottnak, de azt hiszem, hogy új adatokkal szolgálnak azok a juraüledékek *helyi* kifejlődésének ismeretén kívül általánosságban is, főként azonban új szempontokat tárnak fel azok előtt, a kik a terület részlettanulmányozásával foglalkoznak.

Alábbi tárgyalásaim során főként az itteni juraüledékek fáciesének megállapításával foglalkozom, de az üledékképződés hasonló kérdéseinek megoldásánál ki kell terjeszkednünk a triász-jurahatár kérdésére, a juratenger partvonalainak helyi megállá-

pítására, valamint a jura után bekövetkezett denudatiós jelenségekre is.

Mielőtt a Magyar Középhegység «mediterrán jellegű» jura-üledékeinek fácieséről szólnánk, előre kell bocsájtanunk egészen vázlatosan az idevonatkozó eddigi fölfogásokat, Tudvalevő dolog, hogy az alpesi és középeurópai juraüledékek különböző kifejlődését NEUMAYR<sup>1</sup> különböző klimaövekre vezette vissza. Az azóta fölszaporodott ismeretek megváltoztatták ezt a fölfogást s a legújabb időben UHLIG<sup>2</sup> a két provinciát «mediterrán kaukázusi» néven összefoglalta, hangsúlyozván, hogy a régi NEUMAYR-féle «mediterrán juraprovincia» pelagikus, a középeurópai pedig a litorális, sekélytengeri (neritikus) fácieseket foglalja magában. Az utóbbiak fáciesbeli helyének kijelölése sohasem adott annyi fejtérésre okot, mint a «pelagikus» üledékeké; homokos, agyagos és teresztrikus üledékeik keletkezési helye könnyen kijelölhető. A «pelagikusnak» mondott alpesi jura keletkezésére nézve azonban a legkülönbözőbb nézetek merültek már föl a sekélytengeri eredetet vitató fölfogásoktól egészen az abyssikus szélsőségekig. Leszámítva a mindkét provinciában egyaránt előforduló képződményeket, a mediterrán juraprovincia jellemző fáciesei a következők: a) crinoideás brachiopodás «*hierlatz facies*», mely nagymennyiségű crinoidea-nyeltagot, vékony héjú kagylókat s diszitett csigákat tartalmaz; b) többnyire vörösszínű gumós ammoniteszes fácies, melyen belül WÄHNER<sup>3</sup> a nagyobb agyagtartalommal bíró s mindig kőbélpéldányokban található ammoniteszekkel jellemezett «*adneti fácies*» és a foltokkal tarkázott mangángumós s mangánnal bekérgezett héjjas cephalopodakkal jellemezett «*tarka cephalopodás fácies*» különbözteti meg; c) tűzkőtartalmú rétegek és tisztán radioláriákat tartalmazó tűzkövek (radiolaritok).

Keletkezésüket illetőleg a vörös ammoniteszes mészköveket

<sup>1</sup> Die geogr. Verbr. d. Juraformation, 1885. — Über klimatische Zonen während d. Jura u. Kreidezeit, 1883.

<sup>2</sup> Die marinen Reiche des Jura u. der Unterkreide (Mitteil. d. geol. Ges. Wien. IV. 1911.).

<sup>3</sup> Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias (Verh. d. k. k. Geol. R. A. 1886.).

WÄHNER a globigerinás iszap és vörös agyag átmeneti üledékeinek tartja,<sup>1</sup> míg STEINMANN<sup>2</sup> a vörös agyagokkal veti össze. A radioláritokat WÄHNER, STEINMANN, RÜST, PHILIPPI és mások a mai radioláriás iszappal azonosítják. Ezek szerint tehát az említett üledékek az abyssikus mélységekben keletkeztek volna. Ezzel szemben a legszélsőbb másik fölfogást J. WALTHER képviseli, a ki ezeket sekélytengerieknek, sőt litorálisoknak tartja. A középben áll HAUG azzal az újabb fölfogásával, mely szerint a sekélytengert és abyssikus régiókat áthidaló «bathyalis» övbe helyezi ezeket.

Főntebb említett bakonyi dolgozatomban magam is bathyalis üledékek gyanánt fogtam föl az ammonitesz-tartalmú mészköveket és a radioláriás tűzköveket is, a nélkül azonban, hogy részletesebben foglalkoztam volna ezzel a kérdéssel. Azóta az egész Magyar Középhegység jurauledékeinek ismeretével talán jobb készséggel szólhatok hozzá a kérdéshez, melynek amúgy is nehéz megoldását itt nem nehezítik meg azok a szövevényes hegyszerkezeti viszonyok is, mint az Alpokban. Vizsgálataimat nem tisztán a faunára alapítottam, hanem a mennyire lehetett, az üledékeket is tanulmány tárgyává tettem, lehetőleg azon elvek alapján, melyek a mai üledékek vizsgálatánál használatosak. Erre a célra a Középhegység adneti kifejlődésű vörös ammoniteszes mészköveinek tiszta agyagos málladékát használtam, mert ez leginkább czélszerűnek mutatkozott. E mellett azonban mindenütt kiterjeszkedtem a vékony csiszolatokra is. Szükségtelen itt részleteznünk a vizsgálati eredményeket, azért csak összefoglalva közöljük azokat. Különös súlyt helyeztem a mikrofauna vizsgálatára, mely tudvalevőleg fáciesek megkülönböztetésénél jó szolgálatot tesz.

Valamennyi vizsgált anyag erősen meszes agyag. Iszapolás után még mindig túlnyomó részben oldódik tömény sósavban. A kioldás után visszamaradó anyag legnagyobbbrészt finom oldhatatlan agyagszemcsékből s kevés ásványos szemcséből áll.

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> Geol. Beob. in d. Alpen (Berichte d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 16. Bd. 1906.), p. 34.

Utóbbiak között úgy nagyságra, mint mennyiségre valamennyi anyagban fölismerhető a kvarc, viztiszta féleség alakjában. Nagysága helyenként, különösen az adneti alsó-liász anyagában, a 0.5 mm-t is eléri. Ezen kívül apró limonitpikkelyek gyakoriak s elvétele biotit is. A kvarcanyag viszonylagos gyakoriságának magyarázatául meg kell jegyeznünk, hogy meglehetősen sok iszapolt anyagból került az ki ( $1\frac{1}{2}$ —1 kg), másrészt pedig nem szabad felednünk azt a tényt, hogy málladékról van itt szó, melyből a könnyebben oldható anyagok már hiányoztak. A nyolcz különböző helyről származó anyag közül hat hevítés után is megtartotta eredeti vörös színét, ellenben a tardosi alsó-liász és a Nagyemenkesről származó középső-liász hevítés után lényegesen megbarnult.

A szerves maradványok közül a fáciest jelző ammoniteszen, brachiopodákon, crinoideákon kívül valamennyi anyagban több-kevesebb foraminifera észlelhető. Ezeket az alábbi táblázatban sorolom föl. Ezen kívül spongiatűk, echinodermatatuskék kivétel nélkül valamennyiben, apró csigák, ostracodák és apró halfogak pedig csaknem mindegyikben találhatók voltak. Utóbbiakban egyik-másik anyag különösen gazdag; így az alsórákosi alsó liászanyagban igen sok az ostracoda, míg a halfogak szempontjából különösen kiemelendő a középső és felső-liász határán közbelepetült kékesszürke leveles agyag, mely a lábatlani «Tölgyhát» kőfejtőjében van föltárva.

Egy futó pillantás a mellékelt táblázatra, meggyőz bennünket arról, hogy a vizsgált anyagban a fenéklakó foraminiferák (benthos) túlsúlyban vannak. Nemcsak a fajok számára vonatkozik ez, hanem még egyedszámra is ezek az uralkodók. Mint látjuk, a pelagikus alakok közül csak hármat sikerült kimutatni, ezek is csak két anyagban voltak megtalálhatók. A kisázsiai alsó-liász-anyagból a *Glob. bulloides* ORB. kevés példányban került ugyan ki, de tekintve a vizsgált anyag kis mennyiségét, viszonylag elég gyakorinak mondható; a fenéklakó alakok azonban itt is vezetnek. A pelagikus fajok szempontjából különösen kiemelendő a Gerecse-hegységben a lábatlani Berzsek-hegy «Tölgyhát» nevű kőfejtője, melyben a föltárt alsó-dogger rétegek tetején levő radioláriás tüzkő rétegei között levő agyagos fekvetek iszapolt

maradékából igen sok apró globigerina s orbulina került ki. Ezeket is ellensúlyozzák azonban a jelenlevő fenéklakó fajok (l. a táblázatot, 107. old.).

Ezeket tekintve, arra az eredményre jutunk, hogy a vizsgált mediterrán jellegű juráüledékek mikrofaunája a mai globigerinás iszap mikrofaunájával nem egyeztethető össze, de eltér az abyssikus vörös agyagétól is. Ennek megállapításánál kizárólagosan az iszapolt anyagok maradékát vettük ugyan alapul, mivel az ebből kikerült alakok biztosan felismerhetők, de az átvizsgált közel száz különböző vékony csiszolat is megerősíti ezt. Ezekben is csak a lagenidae családba tartozó fenéklakó típusok ismerhetők föl, míg globigerinák csak elvétve találhatók.<sup>1</sup> Igaz, hogy az említett mai üledékekben is megtalálhatók a fenéklakó alakok, de nem mulják fölül a pelagikus típusok számát. Az utóbbiak gyér előfordulása nem vezethető vissza a kövesedéssel járó elpusztulásra, miért is a két típus között észlelhető arányt a további következtetések alapjául elfogadhatjuk. Mielőtt azonban ezt tennénk, föl kell említenünk, hogy az itt vizsgált juráüledékekben talált foraminiferák általában apró alakok s erősen átkristályosodottak. A «Tölgyhát» alsó-doggerkorú radiolaritjának közbetelepült agyagos fekveteiből vett anyagban az orbulinák igen aprók s egyesek kovásodottak.

Nehéz volna ezekből még pontosan kijelölni az itt tárgyalt juráüledékek fáciesbeli helyét. A pelagikus foraminiferák gyér előfordulása arra utal, hogy az abyssikus üledékek között aligha keresendők. A terrigén eredetű anyagok kis mennyisége a szárazföld távollétére utal, viszont azonban az üledékek nagy mésztartalmát szintén eredetinek kell vennünk, a mi újból az abyssikus mélységek ellen szólna.

Behatóbban foglalkoztunk a foraminiferák szerepével nemcsak azért, mivel ezekről csak kevés adat van az idevágó irodalomban s az is csak csiszolatok alapján, hanem főként azért, mivel ezek a szóbanforgó juráüledékek szerves maradványai közül.

<sup>1</sup> WÄHNER az adneti mészköveket a mai globigerinás iszappal veti össze, holott ennek csiszolatában sem észlelhetők azok a típusok, melyek ezt az azonosítást indokolnák (V. ö. Korallenriffe u. Tiefseeabl. in den Alpen, No. 230. Schrift d. Ver. z. Verb. d. Naturw. 32. 1892.).





egyedül hasonlíthatók össze a mai üledékekkel. A mediterrán juraüledékek fáciesének megállapításakor pelagikus jellegeik hangsúlyozásával ugyanis mindig csak a kihalt ammoniteszeket vetjük alapul s épen ez vezetett azután a legellentétebb fölfogások hangsúlyozására. Ezúttal tehát a cephalopodák szerepét mellőzzük, e helyett azonban foglalkoznunk kell az egész juraretegek sorral, valamint annak a régebbi képződményekhez való viszonyával. Míg ugyanis litorális vagy sekélytengeri üledékek fáciesének kijelölésekor elégséges egyedül a vizsgálandó képződményt tekintetbe vennünk, addig a sekélytenger határain kívül eső üledékek egymagukban nem adnak olyan biztos jellegeket, melyek alapján fáciesük megállapítható volna. Ezeknél ki kell terjeszteni a vizsgálatot az idősebb és fiatalabb képződményekre s a kérdéses rétegnek ezekhez való viszonyára is. Az itt elmondottakban is több különböző korú és más-más helyről származó anyagról van szó.

Láttuk már most a Magyar Középhegység vörös ammoniteszes — adneti — fáciesének vizsgálati eredményeit önmagukban, térjünk most át ezeknek a többi jura-fáciessel való egyeztetésére, főként az idősebb képződményekhez való viszonyára s a triász-jura határ kérdésére is. Innen kiindulva, haladjunk a fiatalabb juraretegek felé, nyomozva azokat a változásokat, melyek biztosan kimutathatók.

Kétségbevonhatatlan tény, hogy a Magyar Középhegység egész területét a felső-triászban sekélytenger borította, melynek valószínű partvonala Budapesttől délre a Velencei-hegység északi peremén keresztül haladt s a Balaton déli partja alatt vágott a Mecsek-hegységnek körülbelül Pécsváradon keresztül, dél felé. A Bakonyban, Vértesben, Budai-hegységben és Gerecsében is egyes helyeken a dachstein-mészköben található nagy megalodusok, telepes korallok világosan mutatják ennek parti jellegét. A triász-időszak végén azonban ez az egységesség, üledékekben való egyöntetűség megszűnik, mert a liász-üledékek nincsenek meg a Középhegység minden részében. Egészen hiányoznak a Budai-hegységben,<sup>1</sup> míg a Bakonyban és Gerecsében a

<sup>1</sup> LŐBENTHEY: Vannak-e juraidőszaki rétegek Budapesten? (Földtani Közl. 1907. XXXVII. k.).

triászüledékekkel szemben északabbra húzódtak s egész kistertben vannak meg a Vértesben<sup>1</sup> és a Pilis-hegységben.<sup>2</sup> A különbségeket növeli még az is, hogy a liász legmélyebb tagjai más-más kifejlődésben vannak meg az említett területeken. A Bakonyban a liász legmélyebb tagja mindenütt az a dachsteintypusú mészkő, melyet a Déli-Bakonyban kimutattam,<sup>3</sup> majd azóta TAEGER a Nagy-Bakonyban is észlelt.<sup>4</sup> Ez a rétegösszetétel a Középhegység többi tagjában sehohsem mutatható ki, bár a liász legmélyebb szintje több helyen is észlelhető (Tata-, Gerecse-hegység), de más kifejlődésben. Egyes helyeken a dachstein-mészkőre települt liász legmélyebb szintjei nem mutathatók ki. Mindezek meggondolandó jelenségek, melyek a triász és jura határán beállott valamiféle változásra utalnak. Emellett szól az alsó-liásznak a dachstein-mészkőre való települési módja is. *Az alsó-liász az egész Középhegységben a dachstein-mészkőre települ.* A Déli-Bakonyban ugyan a földolomit adja a fekvőt, ezt azonban az azóta eszközölt megfigyeléseim birtokában csak helyi jellegű településnek mondhatom, mely lehet esetleg utólagosan létrejött tektonikai eredetű is. Ugyanilyen helyileg a dolomitra települt alsó-liászról TAEGER is tesz említést.<sup>5</sup> Rendesen azonban a dachstein-mészkőre települt a liász. A település módjára nézve eltérők a vélemények. A Bakonyban, ahol az alsó-liász a dachstein-mészkővel azonos kifejlődésben jelenik meg, TAEGER szerint *«a rhätium typusos dachstein mészkővel konkordáns módon összefüggve lép föl.»* Ugyanő azonban egy évvel utóbb a Déli-Bakonyra vonatkoztatott egyik föltevésémmel polemizáló jegyzetben — melyre alább még visszatérek — azt írja: *«itt is*

<sup>1</sup> HANTKEN: Geol. tanulm. Buda és Tata közt (Math. term. Közl. I. 1861.) p. 220, 221. TAEGER: A Vérteshegység földtani viszonyai (Magy. kir. földt. int. évk. XVII. k.).

<sup>2</sup> SCHAFARZIK: Jelentés az 1883. év nyarán a Pilishegységben eszközölt földt. fölv. (Földt. Közl. 1884. XIV. k.).

<sup>3</sup> L. c. p. 5—8.

<sup>4</sup> Adatok az északi Bakony geológiájához (Földt. int. Évi jel. 1909-ről). p. 56. (2) 1911.

<sup>5</sup> Adatok a Bakony fölépítéséhez és földtörténeti képehez (Földt. int. Évi jel. 1910-ről) p. 65. (5) 1912.

határozott diskordanciában vannak a liász-rétegek a dachsteini mészkővel szemben». <sup>3</sup> Itt tehát még nincs módomban megállapítani a két képződmény között levő viszonyt, de logikus következtetés szerint konkordanciának kell lenni, tekintve, hogy a liász legmélyebb szintje jelen van és pedig a dachstein-mészkővel teljesen megegyező kifejlődésben.

A Vértesben a már HANTKEN említette liász csak kis foltban van meg a dachsteini mészkővön s a kettő között látszólag gyenge eróziós diskordancia van TAEGER szerint. <sup>1</sup>

A Gerecsében az alsó-liász kivétel nélkül a dachstein-mészkőre települt. HOFMANN szerint <sup>2</sup> «az alattuk levő dachstein-mészkővel megegyező irányban dülnek, de arra, úgy látszik, kissé discordansan vannak reáhelyezkedve». STAFF szintén konkordáns települést említ. <sup>3</sup> Saját észleléseim alapján ismerem a Nagypiszniczén, a Teke-hegyen, az Asszony-hegyen a liász települését s általában mindenütt konkordánsnak mondható az. Közlelbbi vizsgálatnál azonban szembetűnik, hogy a színében elütő szürkésvörös, rózsaszínű vagy vörös *liászanyag a dachstein-mészkő preexistáló repedéseit kitölti*, a mint az Asszony-hegy déli oldalán igen szépen látható, de jól észlelhető a tatai Kálvária-dombon, a bajóthi «Öregkő» oldalán és a dorogi Nagykőszikla tetején is. <sup>4</sup> A Pilis-hegység északi nyúlványaiban a Velka

<sup>1</sup> Vérteshegység, p. 43., 167.

<sup>2</sup> Jelentés az 1883. év nyarán a Duna jobb partján stb. foganatosított fölvételekről (Földt. Közl. XIV. 1884.) p. 179.

<sup>3</sup> Adatok a Gerecsehegys. strat. és tekt. vizs. (Föld. int. évk. XV. k.) p. 171.

<sup>4</sup> A dorogi Nagykőszikla tetejéről legelőször HANTKEN írta le a liászt (Geol. tan. Buda és Tata közt, p. 221., 1861., valamint Az esztergomi barnaszénerület földt. vizs. Föld. int. évk. I. k. 53. old. 1871.). Ezt említi fölkésőbb STAFF is (l. c. p. 166 [8]). LIFFA a terület agrogeológiai fölvétele alkalmából arra az eredményre jut, hogy a dorogi Nagykőszikla tisztán dachstein-mészkőből áll s ott liász nincsen (Földt. int. Évi jelent. 1902-ről, 1903. p. 156.). Később ugyancsak ő még egyszer fölemlíti ezt STAFF munkájáról szóló bírálatában (Földt. int. évk. XVI. k. 10. old.). Ezzel szemben saját legutóbbi kirándulásom alapján HANTKEN eredeti leírásának kell igazat adnom, mert a dorogi Nagykőszikla tetején csakugyan megvan az alsó liász (sőt még egy másik szintet jelző tűzkő is), legfőljebb nem olyan nagy folt-

Skala-n előforduló liász és dachstein-mészkö viszonyáról SCHAFARZIK nem emlékezik meg, de saját tapasztalásom szerint itt is konkordancia van dachstein-repedéskitöltésekkel, mint a Gerecsében.

Hogyan kell tehát ezekből a megfigyelési tényekből a liász-tengert rekonstruálnunk a dachstein-tengerrel szemben? Lokális diskordanciák és helyenként denudatio nyomai a Bakonyban, eróziós diskordancia a Vértesben, látszólagos konkordancia a Gerecsében és a Pilisben s a liászrétegek teljes hiányát tekintve, egész szárazföld a budai hegységben. Ezekből a földtörténeti tényekből csakis parteltolódásra következtethetünk. Szükségtelen itt nagyszabású regressiót fölvennünk, mert ezek a helyi jellegű változások létrejöhetnek a nélkül, hogy a nagy jura-«Tethys» helyzetét változtatta volna. De kellett lenni egy bármily rövid időszaknak, a midőn a Magyar Középhegység északi részének megszilárdult dachstein-mészkövében létrejöttek a liász-tenger üledékeivel kitöltött repedések. Ezek keletkezése ugyanis kétféleképpen magyarázható. Föltételezzük, hogy a Bakonyban meglévő legmélyebb liász-szint, a dachstein-typusú mészkövek keletkezése alatt a Gerecsében és a Pilisben (talán a Vértesben is?) rövid ideig tartó száraz időszak volt. *Emnek bekövetkezésére csak nagyon jelentéktelen parteltolódásra van szükség, mert ezek a területek a dachstein-mészkö keletkezési ideje alatt igen sekély tengerrel voltak borítva.* Vagy fölvehetnénk azt az esetet is, hogy a sekély dachstein-tengerben keletkezett üledék, a dachstein-mészkö, már keletkezési ideje alatt szilárd volt, lévén WALTHER szerint<sup>1</sup> zátonyeredetű s az ilyen zátonyokban már eleve is lehettek azok a repedések, melyeket a liászanyag kitöltött. Utóbbi esetben a budai hegység szárazra jutott egész területe is ilyen korallsziget gyanánt volna fölfogható.

A két magyarázat közül inkább az elsőt tartanám való-

---

ban, mint HANTKEN írja. Az itteni köfjítő azonban dachstein-mészköben van. Ezt a kérdést legközelebb VIGH GYULA műgegy. tanársegéd közelebből is tárgyalni fogja.

<sup>1</sup> Die gesteinsbild. Kalkalgen d. Golf. v. Neapel etc. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1885.).



színűbbnek. E mellett szól egyrészt az a körülmény, hogy a szóbanforgó területeken a liász legmélyebb szintje nemcsak a bakonyi dachstein-fáciesben, de egyáltalán nincsen még eddig kimutatva, másrészt pedig az, hogy a budai terület egyáltalán nem jut többé a juratenger hullámai alá.<sup>1</sup> A Gerecse-hegység jurarétegeinek most folyó részletes vizsgálata, valamint a Pilis-hegység nyulványaiban folyamatban levő vizsgálatok meg fogják hozni ennek a kérdésnek biztos rétegtani bizonyítékát.

Eljutottunk tehát a tények ismeretéből folyó következtetéseink során addig, hogy a liász elején a Magyar Középhegység területén partelmozdulásoknak kellett történniök. Ugyanezt irtam már a Déli-Bakonyra vonatkozólag is az ott eszközölt helyi vizsgálatok alapján. Ugyanott rámutattam arra a szabályszerűségekre is, mely a Magyar Középhegységben a jurarétegek elterjedésében megnyilvánul. Szószertint közlöm az ott mondottakat, melyek a liász-tenger partvonalainak kijelölésére vonatkoznak, mivel azóta bővült megfigyeleseim alapján is ugyanezt vallom. «A Déli Bakony alkotja Herendnél partvonalát, mely *NE* felé tart a Vértessalján egészen a Pilisig. Ez a *NE—SW*-i vonal adja egyszerűen azt a határvonalat, melytől *SE*-re nem találunk a Magyar Középhegységben jurarétegeket, csakis idősebb mezozoikumot; ettől *W*-re ellenben mind fiatalabb korú rétegekre akadunk. Ez a vonal tehát olyan határ volt a mezozoi periodusban a szárazföld és a tenger között, melynek mentén az *ingadozások leg-*

---

<sup>1</sup> A budai hegységben a jurarétegek hiányát sokan a denudationak tudják be. Bár irodalmunkban ez a felfogás még nincsen bevezetve, mégis foglalkoznunk kell vele. Tény az, hogy a budai hegység hosszú ideig ki volt téve a pusztító erők hatásának, mert nemcsak a kréta és alsó-eocén alatt lett volna így (tudniillik a juralerakódások föltételezésével) szárazon, de a későbbi tengerekből is állottak ki szigetek gyanánt egyes részek. Nyomtalannul azonban nem tűnhet el semmi! A harmadidőszaki klasztikus üledékekben meg kellene találnunk a denudált jurarétegek nyomait, a mint pl. az eocén transgressziós üledékekben mindenütt látunk nagy mennyiségű dolomit- vagy leginkább dachstein-mészkökavicsot. Sőt a dorogi Nagykőszikla déli oldalán az eocén transgressio még a jurát is pusztította. Mivel pedig eddig semmiféle fiatalabb képződményben nem sikerült a juraképződménynek semmi nyomát sem megkapnunk, lehetetlen itt ezeknek egykori jelenlétét elképzelni.

*élesebben mutatkoztak*». Valóban a Balatonfelvidék hatalmasan fejlett triász-sorozata, a Vértes földolomit-vonulata s az imént fejtegetett Budai hegyvidék a liász elején s attól fogva már szárazra került, mert a juraüledékeknek semmi nyomát sem mutatja. Denudációval magyaráznunk ezt nem lehet, de különben is a hegység felépítése, a képződmények csapása is igazolja ebbeli felfogásunkat. Az itt említett triászvonulattól délre eső területen egy régi kristályos alaphegység maradványait látjuk a Velencei hegységben (Meleg-hegy). A Balaton déli partján mélyített furások közvetlenül a fiatal harmadidőszaki rétegek alatt szintén kristályos kőzetekbe jutottak,<sup>1</sup> tehát nem a Balaton északi partján vonuló triászüledékek, hanem az előbb említett alaphegység folytatódik. A liász-időszakban tehát ez sem lehetett tenger alatt, hanem szárazföld volt.

A liásztenger partvonalait tehát ezek tekintetbe vételével kell megvonnunk. A juratengerek elterjedését föltüntető első NEUMAYR-féle térképen, valamint LAPPARENT és HAUG hasonló térképein kívül POMPECKJ szerkesztett egy a mi területünket közelebbről érintő térképet a liásztenger elterjedéséről.<sup>2</sup> A partvonal e szerint a Mecsekhegység déli peremén halad egyenesen keletfelé a Bihar-hegységig. Ez a vonal az Alföld alsó harmadát szárazföld gyanánt szeli le s ez a szárazföld a Balkánon át dél felé terül el «orientalis sziget» gyanánt. A fönt elmondottak értelmében azonban POMPECKJ vázlatát *részleteiben* módosítanunk kell, mert, mint láttuk, a Magyar Középhegység idősebb triászvonulata, valamint az ettől délre elterült kristályos alaphegység nem lehetett tenger alatt. Az a kérdés, vajjon ezek a területek szigetek lehettek-e, avagy az előbb említett szárazulat tartozékai? Mint-hogy sem a felszínen észlelhető tények, sem a furási adatok, sem pedig a régi elhordás nyomait mutató fiatalabb klasztikus üledékek semmi nyomát sem mutatják annak, hogy a közbeeső részeken juraüledékek lettek volna, azért az egész területet inkább összefüggő szárazföldnek tarthatjuk s a föntebb említett liász-

<sup>1</sup> I. SCHRETER ZOLTÁN dr.: Földt. Közl. 1911. évf. 653. old.

<sup>2</sup> Paläont. u. strat. Notizen aus Anatolien (Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. 49.) 1897.

partvonalat a Mecsek-hegység déli pereméről észak felé a Balaton-felvidék régibb triászvonulata, a Vértes-hegység dolomitja peremén a Pilis-hegység déli részén át a Nagyszál horsztja fölött kell vezetnünk észak felé (l. a mellékelt ábrát). Ez a partvonal állandó maradt az egész mezozoikumon keresztül, sőt a jura második felében a szárazföld növekedett a tenger rovására, mely utóbbi csak az eocénban hódított vissza egyes részeket, egyesek azonban talán csak a legfiatalabb harmadidőszakban kerültek újból víz alá.

Lássuk már most, hogy ezek a megállapítások hogyan egyeztetethetők össze a fentebb előre bocsátott üledékvizsgálatokkal. A vizsgált vörös ammoniteszes anyagokból arra az eredményre jutottunk, hogy noha kevés bennük a terrigenanyag, de mégsem lehetnek pelagikus eredésűek. Az imént kijelölt partvonal szerint azonban a szárazföld meglehetősen közel lehetett s hogy innen mégsem juthatott több anyag a juratengerbe, az onnan van, hogy a közeli szárazföld túlnyomólag dolomitos-meszes képződményekből állott, meredek, szirtes partokkal, nagyobb folyók nélkül. Az üledékek kevés ásványos anyaga származhatott a szárazföld mészköveiből, dolomitjaiból is, a mint arra legutóbb KISPAFI<sup>1</sup> szolgáltatott analógiát a Karsztvidékből származó adriai anyagokban.<sup>1</sup> Litorális képződmények a partok meredeksége miatt nem képződhetnek, ellenben meszes-iszapos, gazdag faunát bezáró üledékek közvetlenül simulnak a partokhoz. Ezek az üledékek a mélytengeri és litorális üledékeket hidalják át s beleilleszthetők KRÜMMEL<sup>2</sup> «hemipelagikus» üledékei közé, a nélkül azonban, hogy teljes analógiájukat az utóbbiak között megtalálhassunk. Az a hirtelen fáciesváltozás, melyet a Berzsek-hegy «tölgyhái» kőfejtőjében föltárt félméteres kékesszürke leveses anyag jelez a vörös ammoniteszes felső-liászrétegek alatt, aligha egyeztethető össze az abyssikus mélységek üledékeinek jellegével, még akkor sem, ha csak kiékelődő közbetelepülés is. *A mediterrán juraöv ammoniteszes agyagos fáciese tehát nem nevezhető pel-*

<sup>1</sup> Der Sand v. Sansego und dessen Herkunft (Verh. d. k. k. geol. R. A. Wien, 1910.) p. 301.

<sup>2</sup> Handbuch d. Ozeanographie, I. p. 170. 1907.



*A liásztenger partvonalaainak valószínű határai a Magyar Középhegységben.*

I. Baranyai gránitrögök. II. Velencei hegység gránitjai.

- |                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Mecseki perm-triászvonulat.    | 5. Pilis vonulat.             |
| 2. Bakonyi perm-triászvonulat.    | 6. Duna balparti triászrögök. |
| 3. A Vérteshegység triász-tömege. | 7. Dorogi Nagykőszikla.       |
| 4. A budai hegység triász-tömege. | Szárzalat.                    |

*gikus üledéknek, hanem fossilis hemipelagikus üledék, melynek analogja a mai üledékek között nincs.* A radiolaritok pedig ennek csak fáiiesei. A crinoideás-brachiopodás képződmények keletkezési helye jól beleillik a sekélytenger határai közé.

A litorális jellegű dachstein-mészköre a Magyar Középhegységben először mindenütt brachiopodás-crinoideás fáiies települ. A Bakonyban a dachstein-fáiies folytatódik még a liászban is, itt csak erre következnek a crinoideás-brachiopodás rétegek. Az üledékképződés föltételei tehát a liász elején ugyanazok, mint a triász végén, dacára annak, hogy helyenként megszakítások történtek az üledékképződésben, sőt rövid pusztulási időszak is beállott.<sup>1</sup> A későbbi szintekben következnek a valamivel nagyobb

---

<sup>1</sup> Ezen a helyen ki kell térnem azokra a megjegyzésekre, melyeket TAEGER bakonyi vizsgálatai alapján koczkaztat meg a Déli-Bakony jura-rétegeiről szóló dolgozatomra vonatkozólag. Mielőtt ezt teszem, hangsúlyoznom kell, hogy az említett munkámban megállapított tényeket egész terjedelmükben magam sem tekintetem véglegeseknek, mivel azok csak lokális vizsgálataim eredményei. Ezt az előszóban kifejezetten hangsúlyoztam is. Már most TAEGER dr. kétségbe vonja a triász végére föltételezett helyi jellegű regressiót. Teszi ezt azért, mert szerinte a Nagy-Bakonyban mindenütt a dachstein-mészkö van a liászképződmények alatt, a miért PRINZ is helytelenül tüntet föl dolomitot a Mellár profiljában a liász alatt. «A valóságban e képződmény a Mellár vidékén általánosan elterjedt dachsteini mészköre telepedik. Ellenben itt is határozott *diszkordanciában* vannak a liász-rétegek a dachsteini mészkövel szemben; ez utóbbi a Mellár déli lábánál a Tüzköves árokban részben *denudálódott*, úgy, hogy elképzelhetőnek találok, hogy a liászképződmények lokálisan egyenesen az idősebb dolomiton nyugsznak: ezen esetekből azonban nem szabad a *rhaetiumban fevállott szárazföldi időszakra következtetnünk.*» Ime TAEGER dr. czáfolni akar és bizonyít! Elismeri, hogy a liász lokálisan a dolomitra is települ, a déli Bakonyban is ilyen eset áll előttünk. A dachsteini mészkö és liász között diszkordanciát hangsúlyoz, azonkívül helyenként a dachstein-mészkö denudatióját is észlelte s mégsem szabad még ezekből sem szárazföldi időszakra következtetnünk! Hát vajjon mire utal másra a diszkordancia, különösen pedig a denudacio? Avagy mindez talán a tenger színe alatt létesülhetett? Nem hisszük. Valami változásnak mégis csak kellett itt történnie!

TAEGER dr. foglalkozik még egy másik kitételemmel is, mely a Magyar Középhegység töréseit a középső krétára teszi. Ebben a feltevésben az vezetett, hogy az *addigi irodalom alapján* középső krétáról seholsem találtam említést s így ennek hiányára kellett következtetnem. Azóta



mélységekre utaló hemipelagikus üledékek, melyeknek leülepedése szakadatlanul tart a Bakonyban egészen az alsó doggerig bezárólag. A Vértesben, Pilisben, a dorogi Nagykösziklán és a bajóti Öregkőn az alsó-liász van csak meg. A Bakonyban csak a jura végén a tithonban találunk újból üledékeket; a Gerecsében ugyan az eddigi rétegtani ismeretek szerint valószínűleg az egész dogger s a malmnak is csaknem minden szintjét föltételezhetjük, mégis itt is csak egyes foltokban észlelhető ez.<sup>1</sup>

TAEGER kimutatta a középső krétát is, tehát természetes, hogy a törésekre vonatkozó helyeshítést el kell fogadnom szükségtelen oktatásainak visszautasításával, valamint a vele kapcsolatos «egyszerű természetű elmélgedések» helyességének kétségbevonásával. Ugyanis TAEGER dr., mint a Magyar Középhegység eocén képződményeinek egyik legjobb ismerője, kell, hogy tudja, miszerint az eocén transgressio igenis letarolt, egyenetlen térszínt talált a tőle hangsúlyozott rövidebb szárazföldi időszak (alsó-eocén) dacára. Különben is egyik mondatával a másikat cáfolja meg, mert miután engem kellelőleg kioktat arra, hogy a felső kréta és alsó eocén hosszú ideje alatt a középső krétakori hegység kétségkívül egyengetődött volna s a középső eocén letarolt tájakat talált volna a helyén», néhány sorral alább már az eocén-tenger tagolódásáról, öbleiről, édesvízi, félgsósvízi és nyílttengeri fácieseiről, tehát jól fejlett partvonalairól beszél, amelyek ugyan hogy lehetek volna, ha már nem *letarolt* tájakat talált volna az eocén-tenger.

Különböen ne szaporítsuk a szót! TAEGER dr. velem mindenáron polemizálni akar s keresve keresi a kitételeket, melybe belekapaszkodhat. Ezúttal még nem sikerült, mert eddig végzett munkájáról szóló jelentéseiben oly sok az ellentmondás, hogy ezélszerűbb volna előbb ezeket tisztázni. Néhányra már rámutattam, ezekhez járul még az is, hogy pl. a dachsteinmészkő egyszer sok foraminiferút tartalmaz, máskor meg, mikor ellenem óhajt érvelni, teljesen kövületmentes. Kérem TAEGER dr.-t, hogy ne erőlködjék így tovább. Saját, mindnyájunk által elismert s a miénknél amiúgy is jobban méltányolt munkásságát ezzel nem teszi értékesebbé, az enyémet pedig nem kissebbítheti. Minden tárgyilagos szakember tudja úgysis, hogy nagyobb területen eszközölt vizsgálódásainból föltétlenül kell olyan eredményeket nyernie, melyek a helyi megfigyeléseket módosítják. Ez azonban nem *egyéni* érdem, hanem a munka természetének szükségszerű folyamánya. Örökbecsű dolgot alkotni nagyon nehéz, örökéletűt még dr. TAEGER-nek is lehetetlen. Váratlan eredményeket pedig a Bakonyból kihozni senkisémm fog, legföljebb csak újabb *részleteket*.

<sup>1</sup> V. ö. KOCH N. összeállítását «A magyar Középhegység jurafáciesei» címen (Koch Emlékkönyv, 1912. 35. old.).

Az üledékeknek hézagossága, mely a mediterrán jura egyik jellemző sajátossága, egyike a legnehezebb kérdéseknek. Az eddigi magyarázatok túlnyomó része egyrészt az áramlások üledékkeletkezést meggátló hatásában, másrészt az üledékek zoogén természetében keresi ennek a hézagosságnak okát. E szerint tehát a juratenger állandó lett volna s mégsem keletkeztek benne üledékek. Ha ez a magyarázat elfogadható volna is olyan területekre vonatkozólag, melyeken a hézag után települt üledékek fáciesre egyeznek a fekvő rétegekkel, továbbá településükben sincsenek eltérések, a hol ilyenek észlelhetők, ott nincs okunk a tenger folytonosságának erőltetésére. Ezért vettem a Déli-Bakonyban az alsó-dogbertől a tithonig terjedő száraz időszakot inkább, mivel az utóbbi üledékek diszkordánsan települnek a más kifejlődésű idősebb jurarétegekre. Ezt a felfogást újabban TAEGER megfigyelései is igazolják.<sup>1</sup> A Magyar Középhegység azon helyein, a hol az alsó-liászra települ a tithon (Velka Skala, Aszszonyhegy), szintén közbeeső szárazulati időszak magyarázhatja a rétegsor hiányzó tagjainak elmaradását. Azok a helyek pedig, a hol csak a liászrétegek kisebb-nagyobb foltjait észleljük a dachstein-mészkö tetején, denudált maradványai a tithon-transzgressio által már el nem ért területeknek. A gerecsei jurasorozat hézagosságának okát pedig kereshetnénk az áramlásokban is, de nem abban a formában, hogy ez minden üledékképződést meggátolt volna. A neritikus és abyssikus mélységeket áthidaló azon bathyalis régióban, melyben ezeknek a juraüledékeknek keletkezniök kellett, az áramlások nem éreztetik már hatásukat. Valószínűbbnek tartom, *hogy ezúlszerint nincs módunkban faunisztikus alapon a keletkezett szinteket kimutatni* s ez is hozzájárulhat bizonyos szintek egyes helyeken való hiányához: Az bizonyos, hogy a Gerecsében az alsó-doggerig terjedő rétegsorozatnak általánosnak kellett lennie s hogy ma ez nincs meg mindenütt, az a nagy mértékben működött denudatió-  
nak tudható be. Hogy itt ez is egyik okozó tényezője a hézagosságnak, azt bizonyítják a tithon-rétegekben a Déli Bakonyban észlelhető régibb jura-darabkák,<sup>2</sup> valamint a neokom-

<sup>2</sup> Id. h. 1909. p. 57. 1910. 65., 66. old.

<sup>1</sup> Id. m. 26. old.

tengerbe került s jelenleg a neokom-üledékekkel egészen beborított és körülvevő malmrög a tatai Kálváriahegyen.<sup>1</sup> A jurarétegek hézagosságának magyarázatában tehát a Középhegységben kétségtelenül a parteltolódásra esik a főszűly, e mellett *helyenként* az utólagos denudatio is számításba jön.

Egész röviden térjünk még reá a Magyar Középhegységre nézve itt megállapított tényeknek a nagy juratenger általános jelenségeivel való egyeztetésére is. Az idevonatkozó irodalomból — melyből csak SUSS<sup>2</sup> és újabban HAUG<sup>3</sup> becses összeállítását említjük — kitűnik, hogy a juratenger partvonalai folytonos ingadozásoknak voltak alávetve. A rhätiumban Európa nyugati részein több helyen szárazulatok kerültek víz alá, míg ennek megfelelőleg keleten több ponton visszavonul a tenger: «retrait, qui se manifesta par une lacune entre le trias supérieur et un terme du Lias...»<sup>4</sup> A liász elején (hettangiens-sinemuriens) az alpesi géantiklinális is a hullámok alá kerül s a «hierlatz rétegek» közvetlenül felső, sőt középső triász képződményekre települnek. Településük az eróziós diszkordancia minden jelét magán viselő transgressió jellegű.<sup>5</sup> Ugyanezt állítottuk föntebb a Magyar Középhegységre nézve is.

Regressiót ismerünk HAUG szerint a bajocientól a kallovienig terjedő időszakban. Erre az időre esik a Magyar Középhegységben föntebb megállapított alsó-dogger utáni regressio is.

Nagy transgressio indul meg a portlandienben a juratethysben s ugyanekkor az alsó-tithonban észleljük azt a Magyar Középhegységben is.

Ezek szerint tehát a Magyar Középhegységben tett helyi észlelések a juratenger szintváltozásait illetőleg teljesen födik

<sup>1</sup> KOCH N.: A tatai Kálváriadomb földt. viszonyai (Földtani Közlöny, 1909. évf.).

<sup>2</sup> SUSS: *Antlitz d. Erde*, II. p. 369.

<sup>3</sup> Les géosynclinaux et les aires continentales (Bull. soc. géol. de Fr. sér. 3. t. 28. 1900.). — *Traité de géologie*, II. p. 2. 1910.

<sup>4</sup> *Traité de géol.* II. 2. P. p. 1129.

<sup>5</sup> GEYER: Über die Lagerungsverhältnisse der Hierlatzschichten (Jahrbuch d. k. k. geol. R. A. Bd. XXXVI. 1886.). KRAFFT: Über den Lias des Hagengebirges. (Ugyanott XLVII. 1897.).

ennek a tethysnek partvonalaira vonatkozó egyebütt tett észleléseket, vagyis ezek nem pusztán helyi jellegű jelenségek, hanem az egész geosynklinális ingadozásainak megnyilvánulásai. *Ebből pedig önként következik, hogy a Magyar Középhegység jurauledékei hézagosságának okát helyesen keressük a parteltolódásokban és ezzel járt szárazföldi időszakokban.*

Fejtegetéseim végére jutottam. Bizonyos, hogy sok kérdés marad még megoldatlan, de nem is lehetett czélom mindent megoldani. Ismétlem, csak szempontokat akartam nyújtani azokhoz a vizsgálatokhoz, melyek ezen a területen most folyamatban vannak. A paleogeographiai összeállítások még nagy vonásokban is rendkívüli nehézségekbe ütköznek; sokszorosan nehezebbek azonban a részletek tisztázásánál. A durva váz talán már előttünk áll, a további vizsgálatok hivatása lesz, hogy azt ki-pallérozva formába hozzák.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1912 decz. 16.-án tartott üléséből.)

# ULTRAMIKROSKOPOS RÉSZECSKÉK LÉTESÍTETTE FÉNYFLHAJLÁS POLÁROSSÁGÁRÓL.

KURDILLA FERENCZ-től.

TARTALOMMUTATÓ.

## Bevezető.

**1. §.** A dolgozat célja és összefüggése az eddig végzett ilyfajta vizsgálatokkal. 122. lap.

## A kísérletek mennyileges eredményei. Következtetés Fresnel feltevésére.

**2. §.** A megfigyelés tárgyát tevő jelenségek részletesebb leírása. A mérő kísérletek berendezése. A megfigyelésben követett eljárás. A vizsgálatokhoz használt üvegtárgymény; 1. és 2. ábra. 125. lap

**3. §.** Alaphelyzetek a használt pozíció-körökön; a BABINET-féle kompenzátor köze; a fázis-eltolódás előjele. A táblázatokban előforduló jelölések és jelentésük. 3. és 3a. ábra. 130. lap.

**4. §.** A mérések csoportosítása. A mérési eredmények és grafikus előállításuk. Negyedik ábra; tizenkét számtábla; öt vetületi rajz és két kiegészítő rajz. (4.; 5., 5a., 6., 7., 7a., 8., 9. ábra.) 133. lap.

**5. §.** A különböző:  $0^\circ$ ,  $42.6^\circ$ ,  $65^\circ$  beesési szögek mellett nyert megfelelő jellemzők középértékei és a maximális eltérések; négy számtábla. 162. lap.

---

<sup>1</sup> (A M. Tud. Akadémia III. osztálya 1912. évi november hó 18. napján tartott ülésén előterjesztette FRÖHLICH IZIDOR r. t.)



## A megfigyelések eredményeinek összehasonlítása a Fröhlich-féle elméletből folyó értékekkel.

**6. §.** A táblázatokban használt új jelölések. A háromféle sugárcsoport jellemzőinek számítására szolgáló FRÖHLICH-féle formulák csoportosítása. 170. lap.

**7. §.** Az üvegfélgömbön végzett megfigyelések eredményeinek összehasonlítása az elméletből folyó adatokkal; négy szám-tábla. 172. lap.

**8. §.** Az elhajlított, szétszóró sugarak fényerősségi viszonyai, valamint fáziskülönbségei és a  $\vartheta_N$  között fennálló tapasztalati és elméleti összefüggés. 179. lap.

**9. §.** Az eredmények összefoglalása. Befejező megjegyzések. 182. lap.

**1. §.** A dolgozat célja és összefüggése az eddig végzett ilyfajta<sup>1</sup> vizsgálatokkal.

---

<sup>1</sup> FRÖHLICH I. dr.: Az üvegrácsokról visszaverődve elhajlított fény polározási viszonyai általános törvényszerűségeinek kísérleti megállapítása. (M. T. Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítőjének XXII. kötete, 207—312. l., Budapest, 1904. Előterjesztve a M. T. Akadémia III. osztályának 1904. évi márczius hó 14.-én tartott ülésén.)

Ugyanez a szerző: Az elhajlított fény polározásának új törvényszerűségei (kivonat). (Ugyanennek az Értesítőnek XXIV. kötete, 465—494. l. Budapest, 1906. Előterjesztve a M. T. Akadémia III. osztályának 1906. évi május hó 14.-én tartott ülésén.)

Ugyanez a szerző: A circumaxiális polározás törvényének általános érvényessége egyenletes fénytörésű közegek belsejében. (Ugyanennek az Értesítőnek XXVII. kötete, 299—370. l., Budapest. Előterjesztve a M. T. Akadémia 1909. évi márczius hó 15.-én tartott ülésén.)

Ugyanez a szerző: Experimentelle Erforschung und theoretische Deutung der allgemeinen Gesetzmässigkeiten der Polarisation des von Glasgittern gebeugten Lichtes. (Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, Bd. XXII, p. 65—438; továbbá ugyanennek külön kiadványú, vászonkötésű különlenyomata.) Leipzig, B. G. Teubner, 1907.

SELÉNYI PÁL: Adalékok az üvegrácson elhajlított fény polárosságának elméletéhez. (M. T. Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítőjének XXIX. kötete, 45—75. l., Budapest, 1911. Előterjesztve a M. T. Akadémia III. osztályának 1910. évi október hó 17.-én tartott ülésén.)

Az 1910. év nyarán FRÖHLICH egyetemi tanár úr szóbelileg velem azon kvalitatív kísérleti tapasztalatát közölte, hogy egy üvegfélgömb sík átfogó lapján elhelyezett vékony koromrétegből (másodrendű gerjesztő középpontokból) az egész térbe (levegőbe és üvegbe) kiinduló fénysugarak polárossági állapotának jellemzői függetlennek látszanak a párhuzamosan beejtett lineárisan poláros (gerjesztő) fénynyaláb beesési szögétől, hogyha a beejtett fény polározási síkja és beesési síkja egybeesik.

Az 1911. év nyarán pedig azon megtisztelő megbízását kaptam, hogy a fennemlített, helyesnek mutatkozó törvényszerűséget quantitative is igazoljam.

Kísérletileg kipróbált út állott ekkor már előttem FRÖHLICH tanár úrnak több évvel ezelőtt s legújabban<sup>1</sup> megjelent dolgozataiban s ezért a feladatot örömmel vállaltam.

Az említett utolsó dolgozatban megvizsgált jelenségnek leírása, törvényszerűségei s ezek magyarázata — a melyekhez a jelen vizsgálat eredményei is a legszorosabban fűződnek — a következők:

Egy üvegfélgömb sík átfogó lapját diffúzus fényben alig láthatóan, gyengén megkormozzuk. A kormozott lapra lineárisan poláros, párhuzamos fénynyalábot ejtünk. A fény által ért koromrészecskék összessége fehér, világító folt alakjában láthatóvá lesz. A koromrészecskék tehát másodrendű fénygerjesztő középpontokká váltak és a tér minden irányába (levegőbe és üvegbe) beesájtanak ki sugarakat, minden irányból láthatók.

A *merőlegesen* beejtett gerjesztő fénynyaláb esetén ily módon keletkező sugárrendszerek kísérleti meghatározása s elméleti leírása volt FRÖHLICH tanár úr utolsó dolgozatának<sup>1</sup> tárgya.

E vizsgálat során kiderült, hogy a *levegőben* akár mintegy *töréssel*, akár mintegy *visszaverődéssel* keletkezett sugárrendszerek — a beejtett fény polározási síkjának normálisa, mint tengely körül — *meridionális* rendszert alkotnak.

Az *üveg-féltérben* tovább terjedő fénysugarak kétféle visel-

<sup>1</sup> FRÖHLICH I. dr.: Az elhajlított fény polárossági állapotának újabb nevezetes törvényszerűségei. (Ugyanennek az Értesítőnek XXX. kötetéből különlenyomat. 1—97. lap. Budapest, 1912. Előterjesztve a M. T. Akadémia III. osztályának 1911. május 15.-én tartott ülésén.)

kedést mutatnak (akár az üveg, akár a levegő felől esik a lineáris gerjesztő fénysugárnyaláb a sík átfogó lapra):

A határkúpon (az üveganyagban a határsík normálisa mint tengely körül a totális-reflexió határszögével, mint fél-nyílásszöggel leírt kúp, a melynek csúcsa a másodrendű gerjesztő középpont) *belül* levő sugarak lineáris vektor-természetűek.

A határkúp *palástja mentén* levő sugarak szintén lineáris vektorok és ezek irányai az említett kúp alapkörét *érintőlegesen* határolják.

E határkúpon *kívül* levő sugarak pedig *elliptikus* vektorrendszert alkotnak.

A totális-reflexió e határkúpjának palástján tehát az eredőt adó összetevő vektorok között — úgyszólván — ugrásszerűen *fáziskülönbség* lép fel.

E fáziskülönbség a határkúp palástjával párhuzamos körön *egyenlő* értékű.

Ez az egyenlő nagy fáziskülönbség mindenkor egyenlő nagyságú sáv-eltolódásban nyilvánul a BABINET-féle kompenzátor látómezejében, ha a kompenzátor hosszabbik (a mozgatható ék haladási irányával párhuzamos) optikai tengelye az említett párhuzamos körnek a szóban forgó pontjában érintője.

FRÖHLICH tanár úrnak azon feltevés alapján, hogy a másodrendű gerjesztő középpontok (a mikroszkopikus nagyságúnál is kisebb koromszemecskék) mindenike (tapasztalat szerint) a beejtett fénynyaláb mindenkori polározás-síkjának *normálisa*, mint tengely körül meridionális rendszert hoz létre az öt környező homogén térben (éterben) s ez a rendszer a levegőben zavartalanul terjed, míg az üvegféltérbe törés miatt (a FRESNEL-formulák értelmében) megváltozva kerül, sikerült az előálló jelenségeket minden ízében leírnia.

A keletkezett sugárrendszerek eme FRÖHLICH-féle felfogása már magában foglalja azt a feltevést is, hogy a fennleírt módon keletkező összes sugárrendszerek jellemzői *függetlenek*: a lineárisan poláros beejtett fény beesési szögétől, hogyha a beejtett fénysugár polározás-síkja és beesési síkja *egybeesik*, mert ez esetben a polározás síkjára (feltevés szerint) merőleges fényrengés helyzete a levegő és üveg síkhatárlapjához

viszonyítva a különböző beesési szögek esetén sem változott meg.

A *qualitatív* megfigyelések — mint azt FRÖHLICH tanár úrnak szíves szóbeli közléséből megtudtam, a fenti feltevést igazolták úgy a levegőben, mint az üvegben haladó sugárrendszerekre nézve; csupán csak a *quantitatív* megerősítés hiányzott.

Ezen hiány pótlása a jelen dolgozat célja.

Az idevonatkozó kvantitatív megfigyeléseket elvégeztem s ezek eredményei szerint a különböző beesési szögek mellett nyert sugárrendszerek jellemzői FRÖHLICH tanár úr várakozását beváltva, a legteljesebb megegyezést mutatják, a miből, miként másféle fényelhajlási jelenségekből, itt is szintén *szükségszerűen* következik, hogy a *fényrezgés merőleges a mindenkori polározás síkjára*. (FRESNEL hipotézise.)

## A kísérletek mennyileges eredményei.

### *Következtetés Fresnel feltevésére.*

**2. §.** A megfigyelés tárgyát tevő jelenségek részletesebb leírása. A mérőkísérletek berendezése. A megfigyelésekben követett eljárás. A vizsgálatokhoz használt üvegtárgymény.

A megfigyelés tárgyát tevő jelenséget a következő módon állítjuk elő :

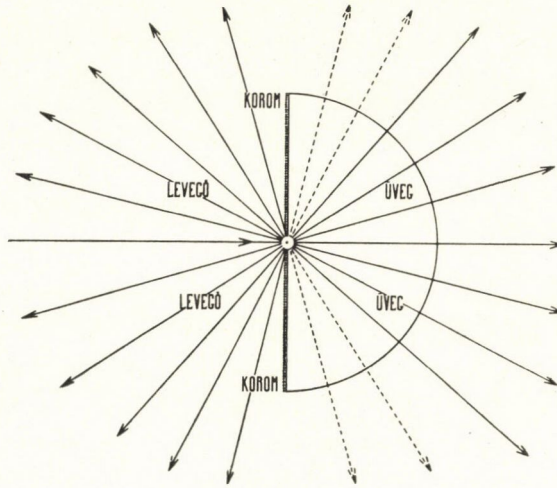
Egy üvegfélgömb sík átfogó lapját gyertyaláng felett olyan finom koromréteggel látjuk el, hogy a kormozás szétszórt fényben csak akkor látható, ha a sík határlapra közel érintőlegesen tekintünk, vagy ha a kormozás egy részét letöröljük. A kormozott lapra merőlegesen vagy a kellő beesésszög alatt lineárisan poláros fényt ejtünk, de úgy, hogy a párhuzamosan beejtett fénynyaláb polározás-síkja és a beesés síkja egybeesnek. A 4—5 mm. átmérőjű köralakú nyíláson átszűrődő, lineárisan poláros fénynyaláb az üvegfélgömb sík átfogólapján levő koromréteg közepét fehéren világítóvá teszi. A fehér, kerek foltocska a tér minden irányába bocsát ki sugarakat, látható. Az ilyen módon létrehozható sugárrendszerek és csoportosításuk FRÖHLICH szerint :

*Első főeset:* (1. ábra.) A napfény közvetlenül levegőből esik a kormozott átfogólapra. Ez esetben az

I. sugárrendszer az, a mely az üvegben mintegy törés útján jön létre; a

III. sugárrendszer pedig a levegőben látszólagos visszaverődéses szétszórással keletkezett.

*Második főeset:* (2. ábra.) A napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra. Ez esetben a



1. ábra.

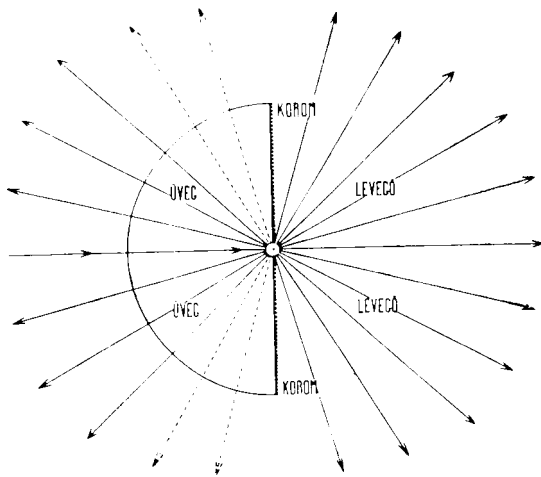
II. sugárrendszer látszólag visszavetődéssel az üvegben, a  
IV. sugárrendszer látszólag töréssel létrejött a levegőben létezik.

Az e sugárrendszerekben létező törvényszerűségek merőlegesen beejtett, lineárisan poláros gerjesztő fény esetén már *quantitative* is ismeretesek.<sup>1</sup> A jelen dolgozatnak czélja pedig azon *qualitative* tapasztalat igazolása, hogy az I., II., III., IV. sugárrendszerek jellemzői függetlenek a lineárisan poláros beejtett fény beesési szögétől, ha a polározás és a beesés síkja egybeesik. Az esetleg lehetséges egyezés vagy eltérés szemeltartásának megköny-

<sup>1</sup> L. a 123. oldalon idézett dolgozatot.



nyitése kedvéért a ferde beesésnél keletkező megfelelő sugárrendszerekben mindig csakis olyan irányban elhajlított sugarak voltak a megfigyelés tárgya, a melyek merőleges beesésnél is megvizsgáltattak, vagyis a mely sugaraknak az üvegekészítmény sík határlapja normálisára és a beesés síkjára vonatkozó gömbi koordinátái a merőleges beesésnél megvizsgált sugaraknak a főkör síkjára és az üvegekészítmény említett normálisára vonatkozó koordinátaival azonosak voltak.



2. ábra.

E feladat megvalósítására a következő berendezés szolgált:

Fényforrás a nap, melynek sugarát egy óraszerkezet által hajtott SILBERMANN-féle heliostat mindenkor vízszintesen vetette alkalmas kerek nyíláson át egy sötét terembe. A mérések egy JAMIN-SÉNARMONT-féle körön történtek, a melynek főkörén egy a mérések alkalmával mindenkorra rögzített polározó FOUCAULT-féle hasábbal ellátott cső és egy a főkör mentén mozgatható analízáló nicol foglalt helyet. A párhuzamos napfényugarak a polározó csövön — ennek tengelyével párhuzamosan — előbb a FOUCAULT-féle hasábon s azután egy 4—5 mm átmérőjű környíláson haladtak át s így estek az üvegfélgömb kormozott

sík átfogó lapjára. Az üvegfélgömb a főkör közepén egy FRÖHLICH-féle karon <sup>1</sup> foglalt helyet. A FRÖHLICH-féle kar a rögzített polározó csövön volt. Az analizáló csőre a nicol előtt egy az analizáló cső hossz tengelye, mint tengely körül forgatható BABINET-féle kompenzátor alkalmaztunk.

A FRÖHLICH-féle kar segélyével az üvegfélgömb a beejtett sugárhoz képest minden lehetséges helyzetet elfoglalhat, azaz forgatható a beejtett sugár, mint tengely körül, s változtatható a beesés szöge is egy az előbbi tengelyre merőleges s az üvegfélgömb sík határlapjában levő tengely körül lehetséges forgatással.

A fent leirt berendezés segítségével most már a következő módon határozhatók meg egy tetszésszerű beesési szög mellett beejtett lineárisan poláros gerjesztő fénynyaláb által létrehozott sugárrendszerek bármely sugarának jellemzői:

A kormozott sík határlapra eső fény beesés-szögét a FRÖHLICH-féle kar segélyével a kívánt nagyságra állítjuk azon tengely körül történő forgatással, a mely a kormozott sík határlapban fekszik. S minthogy a keletkezett sugárrendszereknek csakis azon sugarai vizsgálhatók meg az analizáló cső segélyével, a melyeknek elhajlítási síkja a főkör síkjával egybeesik, első feladatunk az, hogy a tetszésszerű elhajlítási síkban levő sugarat a főkör síkjába juttassuk. Ez csak úgy valósítható meg, ha vagy a főkör síkját forgatjuk a kérdéses elhajlítási síkba, vagy az elhajlítási síkot forgatjuk (az előbbi forgatással — természetesen — ellentett irányban) a főkör síkjába. Az első megoldás a jelen berendezésnél nem és más képzelhető berendezésnél is csak igen nehézkesen volna megvalósítható s épen ezért én is a második — FRÖHLICH tanár által megnyitott — utat választottam, a mely szerint:

*Merőleges beesésnél* azok a sugarak, a melyeknek elhajlítási síkja a főkör síkjával  $+a$  szöget zár be, úgy terelhetők a főkör síkjába, hogy a beejtett lineárisan poláros fénynek a polározó által változtatható polározási azimutját s ez által a megvizsgálendő elhajlított sugár elhajlítási síkját  $-a$ -val elforgatjuk.

<sup>1</sup> L. FRÖHLICH I. idézett német nyelvű művének 31. §-át.

(Az  $\alpha$  szög akkor pozitív (+), hogyha a beejtett sugárral szemben álló észlelő a szög leírásának a főkörtől számított irányát az óramutató járásával megegyezőnek látja.)

*Ferde beesésnél* egy tetszésszerű, a főkör síkjával  $+\alpha$  szöget bezáró elhajlítási sík a FRÖHLICH-féle karnak a polározó cső hossz tengelye körül  $-\alpha$  szöggel történő forgatásával hozható a főkör síkjába. Ezen forgatás után azonban a beesési sík a főkör síkjából kifordult  $-\alpha$  szöggel (a beejtett sugár, mint tengely körül). Minthogy azonban a jelen vizsgálatok csak arra az esetre vonatkoznak, a mikor a beesés síkja és a beejtett fény polározás-síkja egybeesik, a beejtett fénysugár polározási azimutja is elforgatandó  $-\alpha$ -val, hogy a két sík megint egybeessék; szóval a FRÖHLICH-féle kar és a polározás azimutja (a polározó) mint merevrendszer  $-\alpha$ -val fordítandó el.

Az ilyen módon minden körülmények között a főkör síkjába hozott sugarat az analizátorba bocsájtjuk (az analizátor tengelyével párhuzamosan) s az analizáló nicol forgatásával kioltjuk. Ha az elhajlított sugár lineáris természetű volt, akkor ez oltási szögből  $\frac{\pi}{2}$  levonásával kapjuk e sugárnak az elhajlítás síkjára vonatkozó polározási azimutját. Ez esetben a kompenzátor látómezőjében levő fekete sáv az alaphelyzetet jelölő fonalak között foglal helyet. Ha az elhajlított sugár ellipszises vektor, akkor a fekete sáv eltolódik a fonalak közül. Az eltolódás nagysága, mely a kompenzátor dobján mérhető, szolgáltatja az elhajlított sugárnak a kompenzátor optikai tengelyeivel párhuzamos komponensei között levő fáziskülönbségét. E fáziskülönbség és az ezekben az esetekben is meghatározott  $\frac{\pi}{2}$ -l kisebbített oltási szög határozza meg az elhajlított sugár-vektor-alakját.

*Megjegyzés.* A BABINET-féle kompenzátor hossz tengelyét (a mozgatható kvarcz-ék eltolódásának egyenesét) *merőleges beesésnél* keletkező sugárrendszerek vizsgálásakor a főkör síkjára merőlegesen és ez által a kormozott határsíkkal párhuzamosan állítottuk. *Ferde beesésnél* — ennek megfelelően — minden egyes megvizsgált sugárra nézve addig forgattuk a kompenzátor hossz tengelyét az analizáló cső tengelye körül, míg az említett határ-

sikkal újból párhuzamossá lett. Ezen feltételnek akkor tettünk eleget, ha az analizáló csőbe tekintve, a BABINET-féle kompenzátor hossz tengelyének az üveg (ill. levegő) félgömbre képzelt vetülete a megfigyelendő sugáron a sík határlappal párhuzamosan haladó gömbi-körnek ép a megfigyelt pontjában érintője, mert ez esetben a kompenzátor hossz tengelye megint merőlegesen áll a megfigyelt sugáron és az üvegfélgömb sík határlapjának normálisán átmenő síkra, a mely sík merőleges beesésnél a főkör és elhajlítás síkjaival esett egybe.

Az üvegekészítmény, a melynek sík lapját a kísérlet céljaira megkormozzuk, merőleges beesésnél előálló sugárrendszerek tanulmányozására félhenger alakú is lehet; de ferde beesésnél csak üvegfélgömb alkalmazható, mert csakis ez esetben terjednek a másodrendű centrumból jövő sugarak az üveganyagból — töréssel meg nem zavarva s az elhajlítás alkalmával nyert polározási állapotukat megtartva — a levegőbe.

**3. §.** Alaphelyzetek a használt pozíciókörökön; a BABINET-féle kompenzátor köze; a fáziseltolódás előjele. A táblázatokban előforduló jelölések és jelentésük.

1. A főkörön az alaphelyzet, a melytől az analizátorral megvizsgált sugarak elhajlítási szögeit számítjuk, a polározó csővön át haladó s akadály nélkül tovább terjedő beeső sugár és a főkör metszéspontjában van.

2. 3. A polározó FOUCAULT-hasáb és analizáló nicol pozíció-körén levő mutató akkor áll az alaphelyzetben, ha a beejtett fény illetve az analizált fénysugár polározás-síkja a főkör síkjával párhuzamos és a fényt az első, illetve a második hasáb forgatásával eloltottuk.

4. A beesés szögének pozícióköre a FRÖHLICH-féle karon van. Alaphelyzetét merőleges beesésnél állapítjuk meg.

5. A beesés síkja és a főkör síkja által bezárt szög ugyancsak a FRÖHLICH-féle karon elhelyezett második pozíció-körön olvasható le.

6. A BABINET-kompenzátor dobja alaphelyzetét akkor foglalja el, ha fehér, lineárisan poláros beejtett fény esetén a kompenzátorba tekintve, a közepén levő fekete sáv a párhuzamos fonálköz közepén áll.

7. A BABINET-féle kompenzátor hossz tengelye a főkörre merőlegesen állítva foglalja el az alaphelyzetet.

A fehér fény közepes hullámhosszúságára vonatkozólag — mint azt FRÖHLICH tanár kísérletileg megállapította — a BABINET-kompenzátor csikköze a dobnak 15-szöri körülforgatása után vonul el a párhuzamosan állított fix fonalak között.

A kompenzátorban mérendő fázis-különbség előjelére nézve ugyancsak FRÖHLICH tanár utolsó dolgozatában a következő kísérletileg megállapított és ellenőrzött szabály áll fenn:

«Ha a kompenzátor dobját osztályzata növekedő számainak elvonulása irányja mentén, azaz dobját csavarásával együtt jobbsodrásúlag kell forgatnunk abból a célból, hogy a középső csíkot a kis fonálköz közepébe hozzuk vissza: akkor ez annyit jelent, hogy a külső optikai ok folytán az észlelt sugárnyalábnak a kompenzátor hosszamenti vektor-összetevője viszonylagosan gyorsult (phasisa növekedett), vagy a kompenzátor szélessége menti vektor-összetevője viszonylagosan lassult (phasisa kisebbedett), vagy egyszerre lépett be mindkét változás» (lásd az i. h. 21. oldalát).

1. A főkörön az analizáló hasáb helyzetét meghatározó (elhajlítási) szög előjelét «+»-nek (az óramutató járásával megegyezőnek) a főkörre felülről tekintve állapítjuk meg.

2., 3., 5., 7. A polározón, analizálón leolvasott, a beesés és főkör síkja által meghatározott, a BABINET-féle kompenzátor hossz tengely-forgatásának pozíció-körén leolvasott szögek előjelének a fenti értelemben való meghatározásakor az észlelő a 2., 3., 7. esetben a megfelelő csövön keresztülmenő sugárral, az 5. esetben pedig a beejtett sugárral áll szemben.

4. Ha a beesés és főkör síkja  $0^\circ$ -ú szöget zár be és az észlelő szeme e két párhuzamos síkra felülről tekint le, akkor a beesés szögének előjelét úgy állapítjuk meg, hogy a szög leírásának irányát a kormozott sík határlapnak a levegő, illetve az üveg felé néző normalisától számítjuk.

A merőleges és ferde beesésnél keletkező sugárrendszerek minden megvizsgált sugarának meghatározása kétféle gömbi koordinátával történik (l. a 3. és 3a. ábrát).

Az egyik koordináta-pár (3. ábra):

$$\pm \vartheta_1, \pm \omega_1.$$



Ezek az elhajlitott sugárnak ( $\vec{OR}$ ) a beejtett fénynyalábra ( $\vec{OI}$ ) (innen származik az I index) és ennek polározás-síkjára ( $PII'$ ) vonatkozó gömbi koordinátái; fizikai jelentésük a következő:

$+\vartheta_1$  = a beejtett fény polározási azimutja, tehát a beejtett fény polározási síkjának ( $PIF$ ) és a főkör ( $IIIH$ ) síkjának hajlásszöge, illetőleg e síkok normálisainak:  $\vec{OZ}$ -nek (FRESNEL felfogása szerint a vektor irányának) és  $ON'$ -nek (a főkör normálisának) hajlásszöge ( $N'OZ \sphericalangle$ ). A polározó pozíciókörén leolvasott adat.

$+\omega_1$  = a főkörön leolvasott szög, a mely az analizáló cső helyzetét, azaz a megvizsgált sugár elhajlitási szögét szolgáltatja ( $IOR \sphericalangle$ ).

A másik koordináta-pár (3.a ábra):

$$\pm \omega_{\pm N}, \quad \pm \vartheta_{\pm N}.$$

Ezek a beejtett fény polározás- (jelen esetben a beesés) síkjára ( $PIP$ ) és az üvegfélgömbben a kormozott sík határlapnak az üveg felé, a levegő-féltérben pedig a levegő felé mutató normálisára ( $\pm N$ ) vonatkozó gömbi koordináták. (Innen származik az «N» index.) Tehát pl.

$$+\omega_{+N} = NOR \sphericalangle, \quad \vartheta_{+N} = RNI \sphericalangle$$

(l. 3.a. ábrát) az I. illetve IV. sugárrendszerre vonatkozólag.

E gömbi koordináták tehát függetlenek a félgömb helyzetének és így a beesés szögének a változásától is s ép ezért az üveg- és levegő-féltér részekben a különböző beesési szögek mellett keletkezett megfelelő sugarak rögtön feltalálhatók s jellemzőiknek a beesés szögének változtatásával esetleg beálló változása vagy nem változása — a minek kutatása feladatunk — könnyebben tartható szemmel.

*Merőleges beesésnél* e kétféle koordináta egybeesik. Pontosabban szólva, ez esetben az I., IV. sugárrendszerekre nézve:

$$\omega_{+N} = \omega_1, \quad \vartheta_{+N} = \vartheta_1$$

és a II., III. sugárrendszerre nézve :

$$\omega_{-N} = (\omega_I)', \quad \vartheta_{-N} = -\vartheta_I,$$

a hol

$$\omega_I' + \omega_I = 180^\circ = \pi.$$

Továbbá

$\pm k$  = az a szög, a melyet az elhajlított lineárisan poláros vagy lineárisan alakított fénysugár polározási síkja és az elhajlított sugáron meg a kormozott sík határlap normálisán keresztül fektetett sík alkot. Merőleges beesés alkalmával ez utóbbi sík az elhajlított sugár elhajlítási síkjával azonos. Az analizáló pozíció-körén leolvasott szögből határozható meg.

$\pm J$  = a lineárisan poláros gerjesztő fénynyaláb beesési szöge.

$\pm \varepsilon$  = az elhajlított sugáron és az előbb említett normálison keresztül menő síkra merőleges vektor-összetevő fázisa — az említett síkhoz párhuzamos (és az elhajlított sugárra merőleges) vektor-összetevő fázisa. Azaz a BABINET-féle kompenzátorban beálló és dobján mérhető sáv-eltolás szögben kifejezett értéke.

*Megjegyzés:* A jobbra vagy balra «keringés» az ellipszis vektor leírási irányára vonatkozik s az óramutató járásával egyező leírást jelent. (Az észlelő a sugárral szembe néz.)

**4. §.** A mérések csoportosítása. A mérési eredmények és grafikus előállításuk.

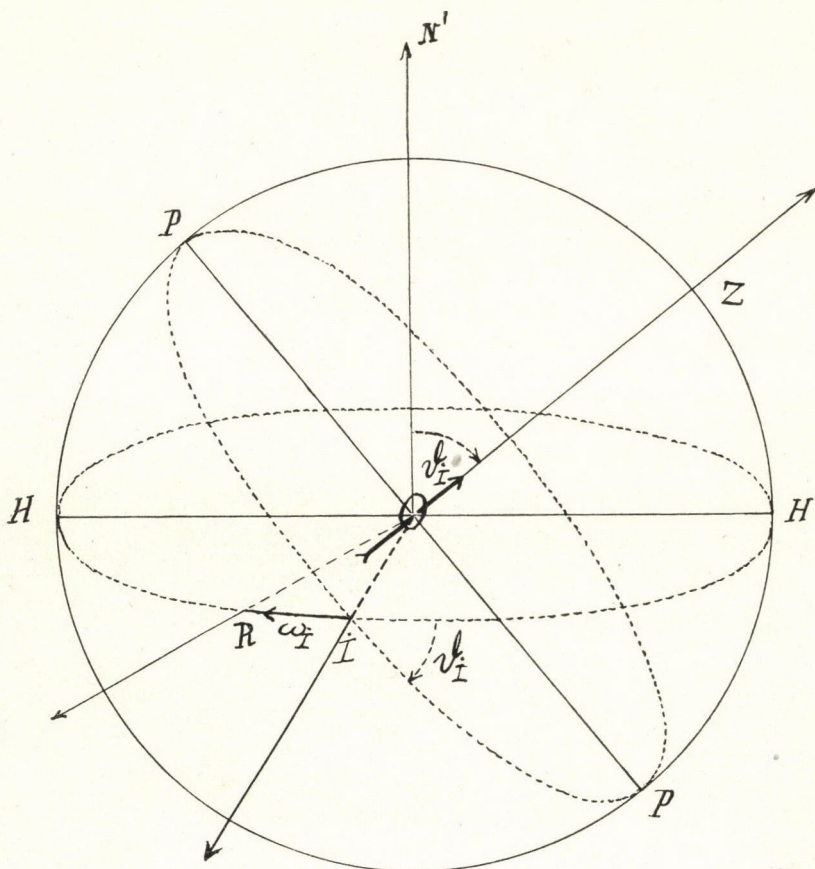
A 2. §-ban ismertetett kísérleti berendezéssel megvalósíthatjuk azt a feladatunkat, hogy különböző beesési szögekkel beejtett lineárisan poláros, gerjesztő fénynyaláb hatására keletkezett sugárrendszerekben vizsgáljuk meg mindig *ugyanazoknak* a sugaraknak (a melyekre nézve  $\vartheta_N^x$  és  $\omega_N$  ugyanazon értékkel bír) polározási állapotát, a melyeket merőleges beesésnél is megvizsgáltunk.

Ezen feladat megoldására az I., II., III., IV. sugárrendszerek megfelelő sugarait vizsgáltam meg  $J = 0^\circ$ ,  $= 42.6^\circ$ ,  $= 65^\circ$  beesési szögek mellett.

A merőleges ( $J = 0^\circ$ -ú) beesés mellett keletkező sugárrendszerek jellemzői FRÖHLICH tanár többször említett utolsó dolgozata alapján ismeretesek s a megfigyelési helyek térbeli

elosztását s táblázatokban való csoportosítását ezen nyomon végeztem.

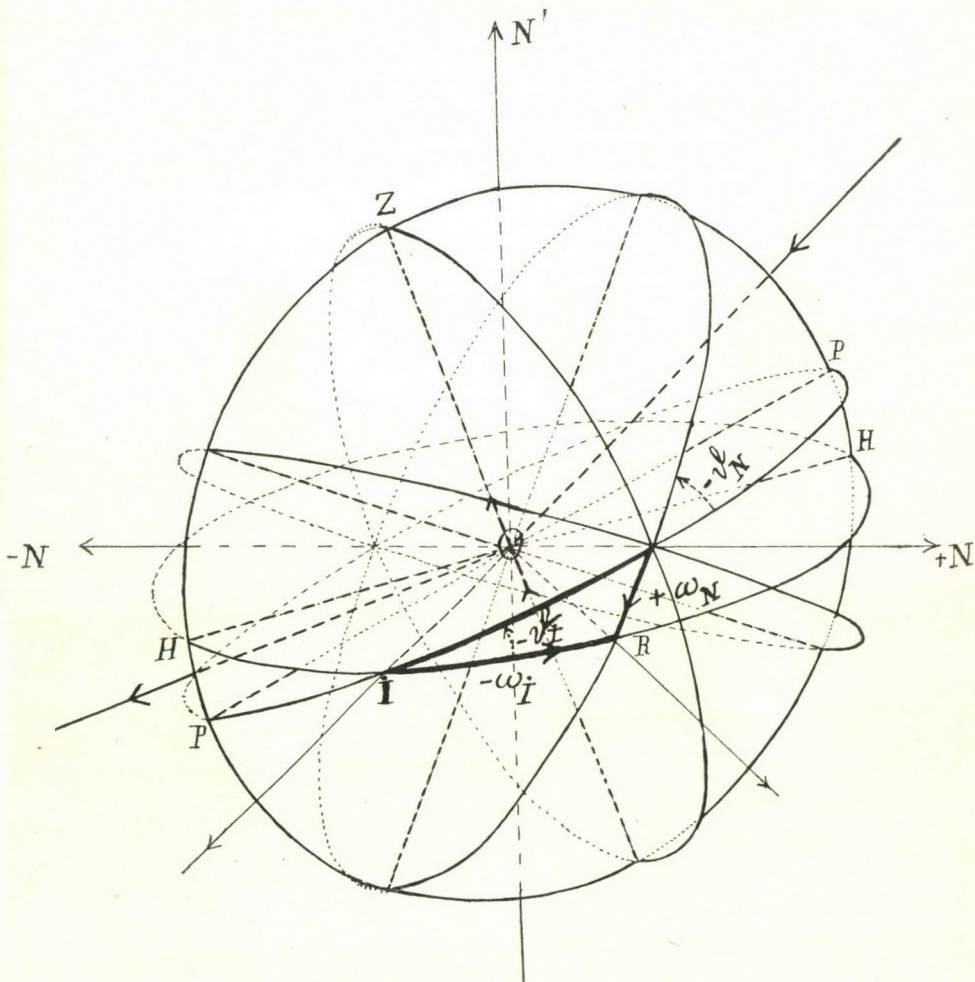
Az egyes beesési szögeknel megfigyelt sugárrendszerek féléréből: *merőleges* beesésnél mindig két szemközt levő quad-



3. ábra.

ránst figyeltünk meg, *ferde* beesésnél az egymás mellett levő quadránsok sugarait. (A quadránsok határait a beesés, illetve a bejuttatott fény polárizációs-síkja és egy erre merőleges, a határsík normálisán átmenő sík [rezgési sík] alkotta.)

Merőleges beesésnél a bejtett fény polározás-síkjának különböző, ferde beesésnél pedig egyazon oldalán levő quadrán-sok sugarait figyeltem meg csupán, mert merőleges beesésnél



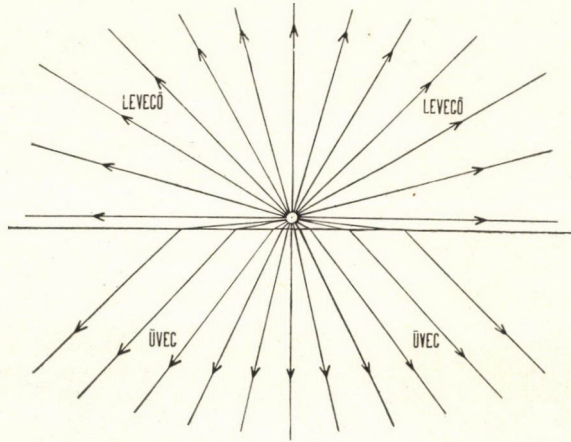
3a. ábra.

az egész térben előálló jelenségnek (a tapasztalat szerint) a beejtett fény polározási s az erre merőleges rezgési síkja szimmetriasíkjai; ferde beesésnél azonban a mérések megkezdése-



kor csupán a beejtett fény polározása (beesése) síkját vehettem fel (joggal) szimmetriasíknak. A mérések folyamán azonban kiderült, hogy a keletkezett sugárrendszereknek még ferde beesésnél is van egy második szimmetriasíkjuk, a mely merőleges az előbbire és keresztülmegy az üvegfóglapjának normálisán.

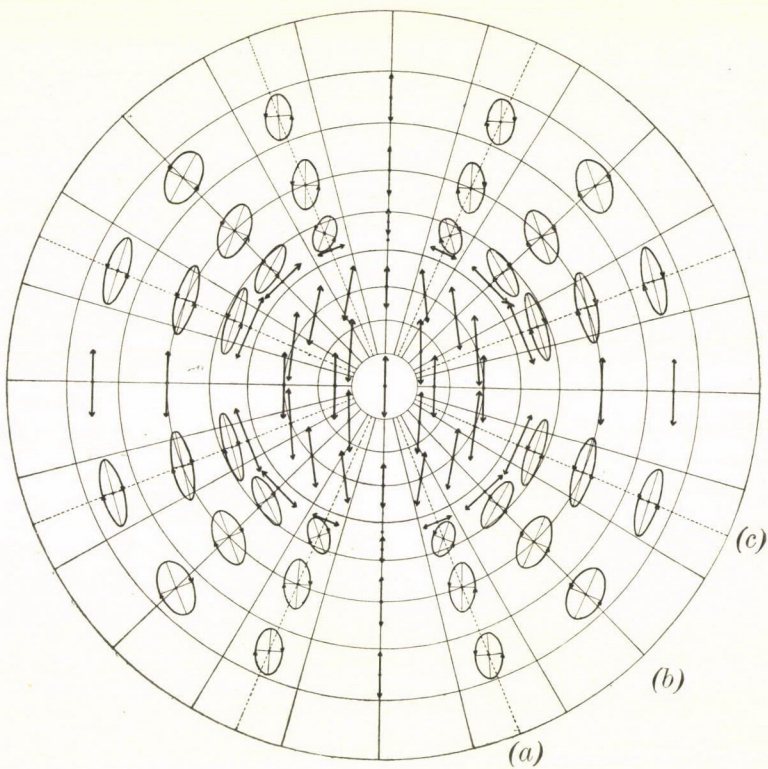
E megfontolások és tapasztalatok alapján az említett féltér-quadránsok sugárainak jellemzőit merőleges beesésnél a szemközt levő, ferde beesésnél pedig az egymás mellett levő



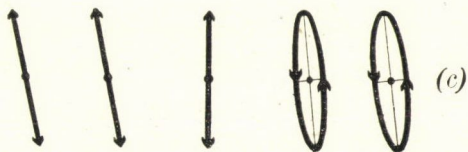
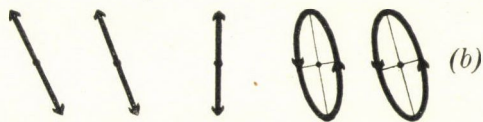
4. ábra.

quadránsok megfelelő sugarai jellemzőinek középértékéből számítottam. E középértékek már függetlenek az üvegfóglapjának centrikus beállításának hibáitól.

A következő táblázatokban közölt adatok igazolták először is FRÖHLICH tanárnak a különböző beesési szögek mellett végzett megfigyelésekre vonatkozó várakozását: a keletkezett sugárrendszerek jellemzői függetlenek a gerjesztő fény beesési szögétől, ha a beejtett fény polározás- és beesés-síkja egybeesik (részletesebben l. az 5. §-t), s másodsor igazolták e sugárrendszerek keletkezésének FRÖHLICH-féle felfogását (4. ábra), a mely szerint az üveg és levegő határán a levegőben elhelyezett koromszemecske egy olyan meridionális vektorrendszert ger-



5. ábra. I. sz. vetületi rajz.



5a. ábra.



jeszt, a melynek tengelye keresztülmegy a koromrészecskén és párhuzamos a beejtett gerjesztő, lineárisan poláros fény polározási síkjának normálisával. Továbbá, hogy e vektorrendszer a levegőben mindig változatlanul terjed tovább, míg az üvegbe a közönséges törés FRESNEL-féle törvényeit követve halad. Azonban mégsem közönséges töréssel van dolgunk. Ezt — FRÖHLIGH szerint — az a tapasztalati tény bizonyítja, hogy a totális reflexio határszögével, mint fél nyílásszöggel a kormozott sík normálisa, mint tengely körül az üvegben leírt kúp («határcúp») palástján kívül is haladnak a másodrendű gerjesztő centrumból származó sugarak. A másodrendű gerjesztő középpontként tekinthető koromszemecskék tehát kisebb távolságban vannak az üveganyagtól a levegőben elhelyezve, mint a mely távolság a szabályos törés létrejöttéhez szükséges. A közönséges törés képletei a határcúpon kívül levő sugarakra komplex értékeket szolgáltatnak, a melyek a valóságban létrejövő elliptikus vektorokat alkalmasan jellemzik s quantitative is leírják. (Részletesebben l. a 7. §-t.)

A jelen dolgozatban foglalt mérések is teljes összhangzásban vannak az eddigi kísérleti eredményekkel s azok felfogásával, akár az üveg, akár a levegő felől esik a fény a kormozott lapra:

a) A levegőben keletkező sugárrendszerek (III., IV.) — kivéven a  $J = 65^\circ$  beesési szög mellett keletkező IV. sugárrendszert — mindannyian *meridionálisak* (illetve az elhajlított sugarak polározás-síkjait tekintve *circumaxiálisak*). Szimmetriatengely a beejtett fény polározás-síkjának a másodrendű középponton átmenő *normálisa*.

b) Mindazok a sugarak pedig, a melyek a kormozott felületről az *üveg-anyagba* szóródnak szét, a következő viselkedést mutatják:

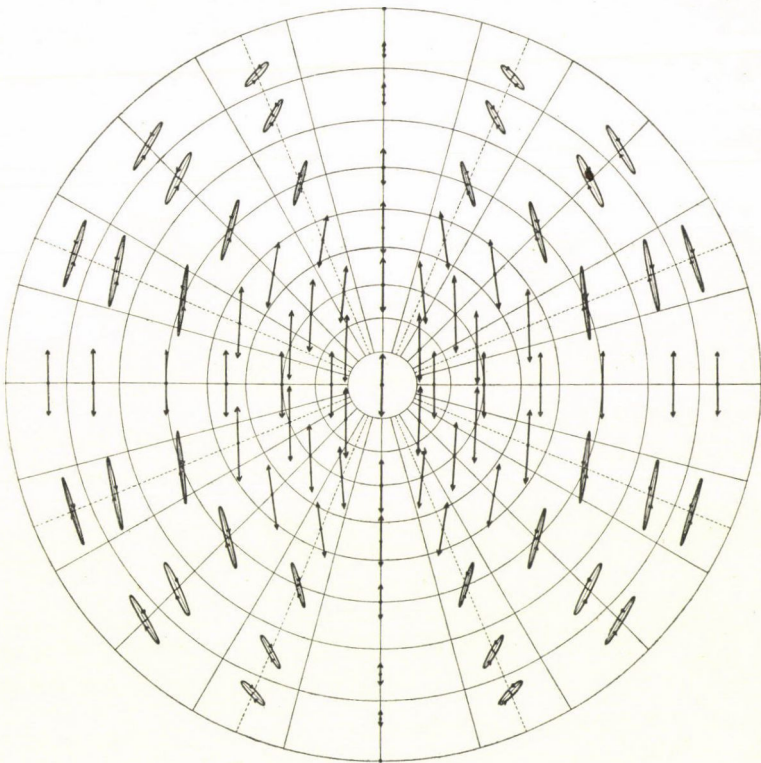
A «határcúp»-on *belül* haladó sugarak lineárisan polárosak (igen nagy közelítéssel).

A határcúpon *kívül* levő sugarak tetemes fáziskülönbséget mutató elliptikus vektorok.

A határcúp *palástján levő* sugarak szintén lineárisak és mindannyinak polározás-síkja egybeesik az üvegtárgy normálisán és a mindenkori elhajlított sugáron átmenő síkkal.

A jelen §-ban közölt megfigyelések eredményeit FRÖHLICH tanár eljárása nyomán *stereographikus polár-projectióban* tűntetjük fel.

A szempont a rajz síkja mögött, e síkra merőleges egyenesben, a vetített gömbfelület sugarával egyenlő távolságban van.



6. ábra. III. vetületi rajz.

Ilyen módon készült az I., II., III., IV., V. vetületi rajz. A lineáris vektorokat egyenes vonalú kettős-nyilak, az elliptikus vektorokat pedig a keringés irányát feltüntető nyilakkal ellátott ellipszisek ábrázolják. A vetületi rajzok közepén elhelyezett nyíl a beejtett gerjesztő fényrezgést (FRESNEL felfogása szerint) ábrázolja. A nyilak és ellipszisek közepén levő pontok a félgömb-

térnek és azon elhajlított sugárnak átdőfési pontjai, a melyhez az ábrán feltüntetett alakú vektor tartozik. A rajzok elkészítésekor az intenzitás-viszonyokra is tekintettel voltunk (l. pontosabban 8. §.).

Az I., II. sugárrendszerekhez tartozó megfelelő jelzésű vetület rajzokban feltüntetett sugarak gömbi koordinátái:

$$\vartheta_N = 45^\circ$$

síkban

$$\omega_N = 15^\circ, 30^\circ, 42\cdot6^\circ, 47\cdot1^\circ, 60^\circ, 75^\circ;$$

$$\vartheta_N = 22\cdot5^\circ, 67\cdot5^\circ$$

síkokban

$$\omega_N = -, 30^\circ, 42\cdot6^\circ, 47\cdot1^\circ, 60^\circ, 75^\circ;$$

$$\vartheta_N = 0^\circ$$

síkban

$$\omega_N = 15^\circ, 30^\circ, -, -, 60^\circ, 75^\circ;$$

$$\vartheta_N = 90^\circ$$

síkban

$$\omega_N = -, 30^\circ, 42\cdot6^\circ, 47\cdot1^\circ, 60^\circ, 75^\circ.$$

Az I., II. vetületi rajzhoz tartozó kiegészítő rajzokon:

$$\vartheta_N = 22\cdot5^\circ, 45^\circ, 67\cdot5^\circ$$

síkokon

$$\omega_N = 38\cdot1^\circ, 40\cdot1^\circ, 42\cdot6^\circ, 45\cdot1^\circ, 47\cdot1^\circ$$

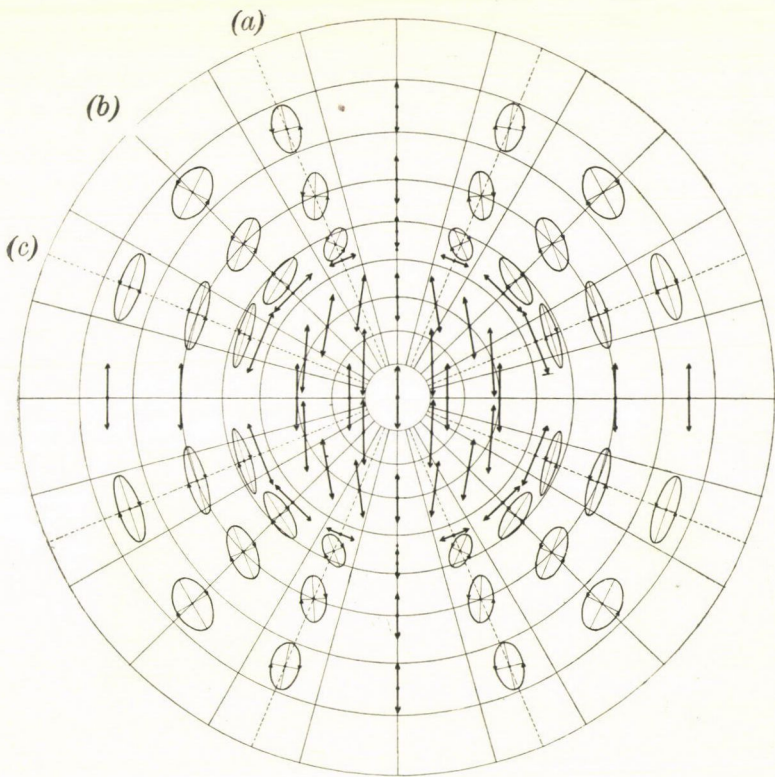
sugarak foglalnak helyet, tehát a «határkúp» palástja előtt és után (kívül és belül)  $4\frac{1}{2}^\circ$ , ill.  $2\frac{1}{2}^\circ$ -nyira levő sugarak és a paláston levő lineáris vektor. Ezek már a vetületi rajzokban e méretek mellett nem férnek el.

A III., IV., V. vetületi rajzról csupán a

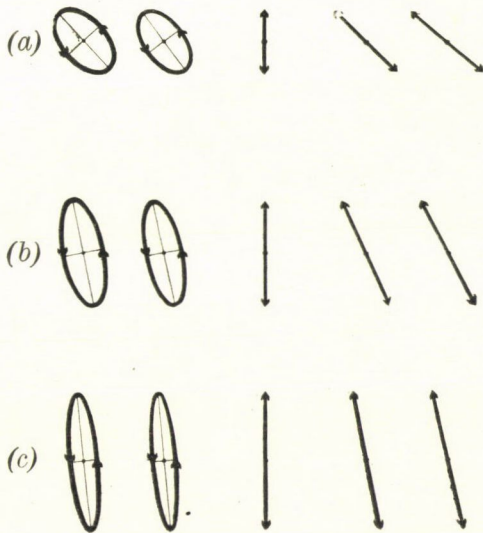
$$\vartheta_N = 22\cdot5^\circ, 67\cdot5^\circ, 90^\circ$$

síkokon megfigyelt  $\omega_N = 15^\circ$  sugár hiányzik (quadránsenként).

Az V. vetületi rajz az említett kivételesen viselkedő  $J=65^\circ$  beesésnél keletkező IV. sugárrendszerre vonatkozik. Ez esetben már az üvegyanyag felől beejtett fénysugár teljesen visszaverődik s



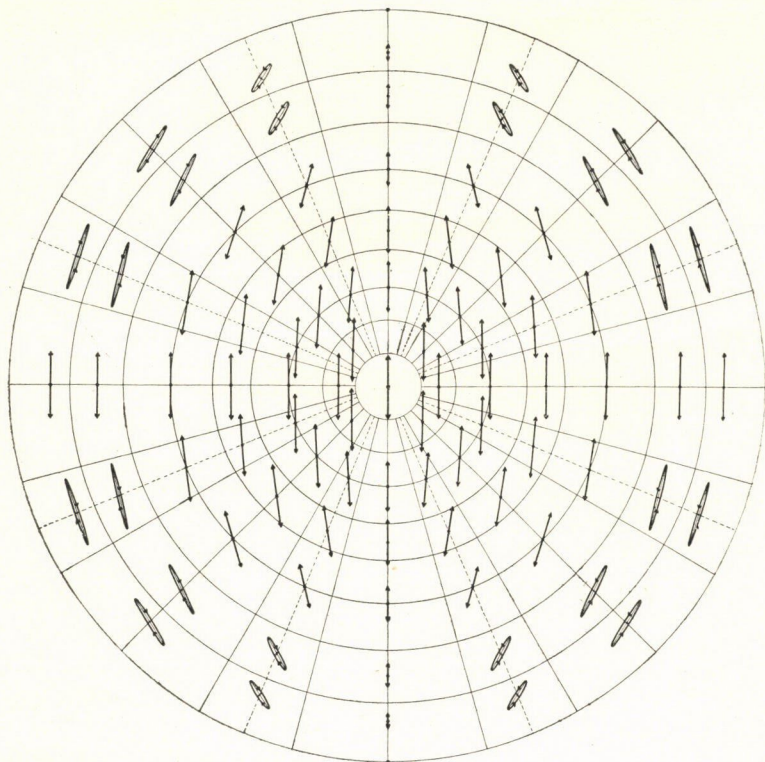
7. ábra. II. sz. vetületi rajz.



7a. ábra.



így tehát az V. rajz által előtüntetett levegő-féltérben nincsen olyan sugár, a mely szabályos töréssel keletkezett volna. Az  $R$ -rel jelölt pont a beejtett fény meghosszabbításának és a levegő-félgömbnek metszéspontja.

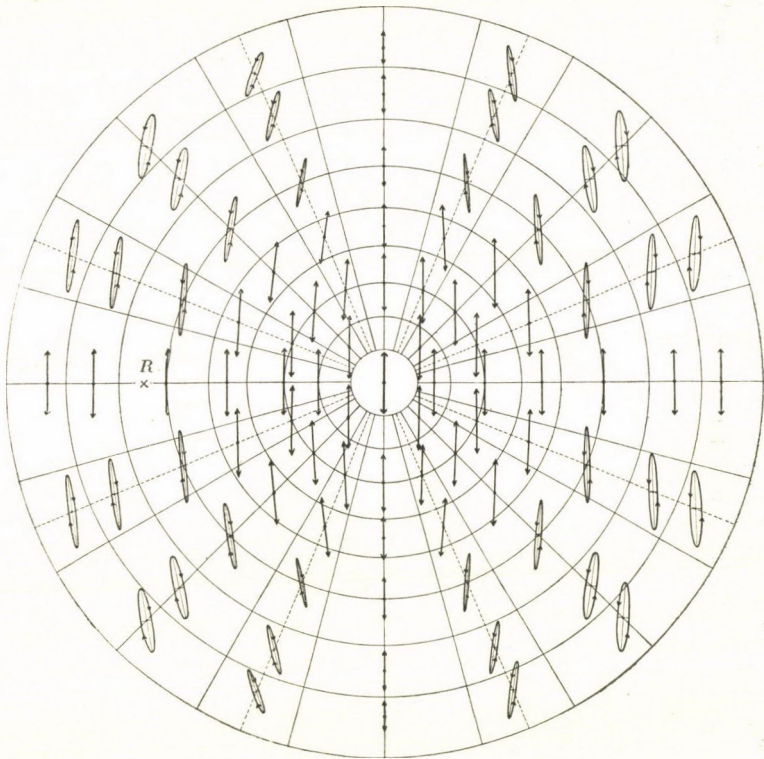


8. ábra. IV. vetületi rajz.

Az V. vetületi rajzon szemmel látható a meridionális vektorrendszernek *isogonálissá* történő fokozatos átmenetele.

Valamennyi vetületi rajz (I., II., III.) és kiegészítő rajzai a  $J = 0^\circ, 42.6^\circ, 65^\circ$  beesési szög mellett keletkező megfelelő sugárrendszerek azonos  $\vartheta_N$ -,  $\omega_N$ -nel bíró sugarainál nyert értékek középértékei alapján készültek.





9. ábra. V. vetületi rajz.

A IV. vetületi rajz csupán  $J = 0^\circ$ ,  $42\cdot6^\circ$ -nál nyert középértékeket tartalmazza. Az V. rajzot pedig csupán a  $J = 65^\circ$ -nál nyert adatok alapján készítettem.

Az  $n = 1.479$  törésmutatójú üvegfélgömbön végzett megfigyelések rendezett eredményei.

**Első főeset** (1. ábra): A napfény közvetlenül a levegőből esik a kormozott lapra. A beesés szöge:  $+J=0^\circ$ .

*I. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.*

Ide tartozik az 5. és 5a. ábra; az I. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza. 137. lap.

$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	Keringés	
22.5°	0°	22.5°	0°	23.6°	- 2.4°	22.5°	0°	23.6°	- 2.4°	balra	balra
22.5°	15°	22.5°	15°	21.2°	- 0.9°	22.5°	15°	21.6°	+ 0.7°	«	jobbra
22.5°	30°	22.5°	30°	16.2°	- 2.4°	22.5°	30°	17.0°	- 1.5°	«	balra
22.5°	38.1°	22.5°	38.1°	13.0°	- 3.8°	22.5°	38.1°	12.2°	+ 2.4°	«	jobbra
22.5°	40.1°	22.5°	40.1°	11.9°	- 2.4°	22.5°	40.1°	10.9°	+ 3.8°	«	«
22.5°	42.6°	22.5°	42.6°	h a t á r		22.5°	42.6°	i r á n y			
22.5°	45.1°	22.5°	45.1°	11.0°	+55.7°	22.5°	45.1°	11.6°	+60.5°	jobbra	jobbra
22.5°	47.1°	22.5°	47.1°	13.3°	+59.3°	22.5°	47.1°	13.3°	+63.4°	«	«
22.5°	60°	22.5°	60°	14.8°	+63.6°	22.5°	60°	15.6°	+61.9°	«	«
22.5°	75°	22.5°	75°	15.0°	+73.9°	22.5°	75°	14.0°	+73.2°	«	«
22.5°	82°	22.5°	82°	15.8°	+89.5°	22.5°	82°	14.4°	+83.3°	«	«
45°	0°	45°	0°	45.6°	- 4.8°	45°	0°	45.6°	- 4.8°	balra	balra
45°	15°	45°	15°	43.3°	- 0.2°	45°	15°	42.1°	- 0.2°	«	«
45°	30°	45°	30°	35.3°	+ 0.9°	45°	30°	36.9°	+ 0.2°	jobbra	jobbra
45°	38.1°	45°	38.1°	24.7°	- 2.6°	45°	38.1°	25.2°	+ 1.4°	balra	«
45°	40.1°	45°	40.1°	21.6°	- 4.8°	45°	40.1°	22.2°	+ 3.1°	«	«
45°	42.6°	45°	42.6°	h a t á r		45°	42.6°	i r á n y			
45°	45.1°	45°	45.1°	21.6°	+62.2°	45°	45.1°	22.1°	+60.2°	jobbra	jobbra
45°	47.1°	45°	47.1°	23.6°	+60.2°	45°	47.1°	24.9°	+60.0°	«	«
45°	60°	45°	60°	32.6°	+62.6°	45°	60°	32.2°	+63.8°	«	«
45°	75°	45°	75°	33.4°	+77.0°	45°	75°	33.2°	+75.8°	«	«
45°	82°	45°	82°	32.7°	+84.5°	45°	82°	34.7°	+92.2°	«	«

$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	Keringés	
67·5°	0°	67·5°	0°	68·8°	- 0·7°	67·5°	0°	68·8°	- 0·7°	balra	balra
67·5°	15°	67·5°	15°	68·0°	- 1·3°	67·5°	15°	66·6°	- 2·6°	"	"
67·5°	30°	67·5°	30°	58·7°	- 2·2°	67·5°	30°	61·0°	- 3·4°	"	"
67·5°	38·1°	67·5°	38·1°	49·8°	- 2·6°	67·5°	38·1°	46·0°	+ 0·2°	"	jobbra
67·5°	40·1°	67·5°	40·1°	41·2°	- 4·1°	67·5°	40·1°	42·3°	+ 2·4°	"	"
67·5°	42·6°	67·5°	42·6°	h a t		67·5°	42·6°	i r á			
67·5°	45·1°	67·5°	45·1°	38·9°	+ 62·9°	67·5°	45·1°	44·4°	+ 55·7°	jobbra	jobbra
67·5°	47·1°	67·5°	47·1°	48·4°	+ 64·6°	67·5°	47·1°	46·9°	+ 60·0°	"	"
67·5°	60°	67·5°	60°	58·8°	+ 66·9°	67·5°	60°	58·6°	+ 64·8°	"	"
67·5°	75°	67·5°	75°	60·2°	+ 76·8°	67·5°	75°	60·8°	+ 74·9°	"	"
67·5°	82°	67·5°	82°	59·0°	+ 64·6°	67·5°	82°	57·5°	+ 59·3°	"	"

III. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 6. ábra, a III. számú vetületi rajz, 139. lap.

$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$+\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
22·5°	156°	22·5°	24°	20·8°	+ 5·7°	22·5°	24°	21·6°	+ 2·9°	balra	balra
22·5°	150°	22·5°	30°	20·4°	+ 8·6°	22·5°	30°	20·1°	+ 3·1°	«	«
22·5°	135°	22·5°	45°	16·5°	+ 8·2°	22·5°	45°	18·0°	+10·6°	«	«
22·5°	120°	22·5°	60°	13·9°	+12·0°	22·5°	60°	13·0°	+11·3°	«	«
22·5°	105°	22·5°	75°	9·3°	+21·4°	22·5°	75°	10·3°	+21·6°	«	«
22·5°	97°	22·5°	83°	4·8°	—	22·5°	83°	5·2°	—	—	—
45°	156°	45°	24°	43·9°	+ 5·5°	45°	24°	42·9°	+ 3·8°	balra	balra
45°	150°	45°	30°	40·6°	+ 5·0°	45°	30°	41·4°	+ 6·9°	«	«
45°	135°	45°	45°	36·1°	+ 9·4°	45°	45°	37·3°	+ 8·9°	«	«
45°	120°	45°	60°	28·8°	+12·7°	45°	60°	29·6°	+11·5°	«	«
45°	105°	45°	75°	19·4°	+19·7°	45°	75°	20·3°	+15·6°	«	«
45°	97°	45°	83°	12·3°	—	45°	83°	12·2°	+23·3°	—	«
67·5°	156°	67·5°	24°	63·9°	+ 5·8°	67·5°	24°	64·6°	+ 2·2°	balra	balra
67·5°	150°	67·5°	30°	62·4°	+ 5·0°	67·5°	30°	63·9°	+ 6·7°	«	«
67·5°	135°	67·5°	45°	58·8°	+10·3°	67·5°	45°	59·7°	+ 9·1°	«	«
67·5°	120°	67·5°	60°	50·7°	+12·2°	67·5°	60°	51·8°	+12·7°	«	«
67·5°	105°	67·5°	75°	38·6°	+18·0°	67·5°	75°	40·6°	+18·7°	«	«
67·5°	97°	67·5°	83°	26·2°	—	67·5°	83°	28·9°	—	—	—

Második főeset (2. ábra): Napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra. A beesés szöge:  $+J=0^\circ$ .

II. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 7. és 7a ábra, a II. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 141. lap.

$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$+\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
22·5°	156°	22·5°	24°	19·3°	+ 2·4°	22·5°	24°	19·3	+ 2·6°	balra	balra
22·5°	150°	22·5°	30°	17·1°	+ 5·8°	22·5°	30°	18·3°	+ 4·3°	"	"
22·5°	141·9°	22·5°	38·1°	13·4°	+ 7·9°	22·5°	38·1°	13·5°	+ 3·8°	"	"
22·5°	139·9°	22·5°	40·1°	11·0°	+ 12·0°	22·5°	40·1°	11·7°	+ 5·0°	"	"
22·5°	137·4°	22·5°	42·6°	h a t á r		22·5°	42·6°	i r á n y			
22·5°	134·9°	22·5°	45·1°	10·4°	+ 60·7°	22·5°	45·1°	10·3°	+ 65·5°	"	"
22·5°	132·9°	22·5°	47·1°	11·5°	+ 69·4°	22·5°	47·1°	11·8°	+ 65·0°	"	"
22·5°	120°	22·5°	60°	15·1°	+ 71·0°	22·5°	60°	16·0°	+ 73·2°	"	"
22·5°	105°	22·5°	75°	17·4°	+ 84·2°	22·5°	75°	16·9°	+ 83·3°	"	"
22·5°	98°	22·5°	82°	18·6°	+ 72·0°	22·5°	82°	16·3°	+ 83·3°	"	"
45°	156°	45°	24°	38·3°	+ 5·8°	45°	24°	41·3°	- 0·7°	balra	jobbra
45°	150°	45°	30°	35·1°	+ 2·9°	45°	30°	34·3°	+ 2·6°	"	balra
45°	141·9°	45°	38·1°	26·8°	+ 5·3°	45°	38·1°	26·8°	+ 2·4°	"	"
45°	139·9°	45°	40·1°	22·6°	+ 8·2°	45°	40·1°	24·4°	+ 5·3°	"	"
45°	137·4°	45°	42·6°	h a t á r		45°	42·6°	i r á n y			
45°	134·9°	45°	45·1°	21·9°	+ 62·9°	45°	45·1°	19·9°	+ 66·6°	"	"
45°	132·9°	45°	47·1°	23·0°	+ 67·7°	45°	47·1°	26·0°	+ 70·1°	"	"
45°	120°	45°	60°	31·8°	+ 67·7°	45°	60°	32·7°	+ 69·4°	"	"
45°	105°	45°	75°	36·4°	+ 79·9°	45°	75°	34·1°	+ 78·0°	"	"
45°	98°	45°	82°	32·6°	+ 84·9°	45°	82°	33·9°	+ 88·6°	"	"



$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$+\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
67·5°	156°	67·5°	24°	61·7°	+ 5·0°	67·5°	24°	63·5°	+ 1·7°	balra	balra
67·5°	150°	67·5°	30°	58·5°	+ 5·5°	67·5°	30°	59·1°	+ 1·4°	«	«
67·5°	141·9°	67·5°	38·1°	49·4°	+ 8·6°	67·5°	38·1°	51·3°	+ 3·4°	«	«
67·5°	139·9°	67·5°	40·1°	42·2°	+ 9·1°	67·5°	40·1°	45·3°	+ 6·7°	«	«
67·5°	137·4°	67·5°	42·6°	h a t á r		67·5°	42·6°	i r á n y			
67·5°	134·9°	67·5°	45·1°	41·1°	+66·2°	67·5°	45·1°	42·7°	+62·4°	«	«
67·5°	132·9°	67·5°	47·1°	45·2°	+70·1°	67·5°	47·1°	45·1°	+64·6°	«	«
67·5°	120°	67·5°	60°	55·9°	+70·3°	67·5°	60°	57·4°	+64·6°	«	«
67·5°	105°	67·5°	75°	60·2°	+80·2°	67·5°	75°	60·7°	+78·7°	«	«
67·5°	98°	67·5°	82°	61·3°	+84·9°	67·5°	82°	61·7°	+82·1°	«	«

IV. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 8. ábra, a IV. számú vetületi rajz. 142. oldal.

$+\vartheta_I$	$\pm\omega_I$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$+\vartheta_N$	$-\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	Keringés	
22·5°	0°	22·5°	0°	22·5°	+0·9°	22·5°	0°	22·5°	+0·9°	jobbra	jobbra
22·5°	15°	22·5°	15°	22·2°	-0·5°	22·5°	15°	21·8°	+0·2°	balra	«
22·5°	30°	22·5°	30°	20·3°	+0·5°	22·5°	30°	18·6°	+1·4°	jobbra	«
22·5°	45°	22·5°	45°	16·9°	+1·9°	22·5°	45°	15·6°	+1·4°	«	«
22·5°	60°	22·5°	60°	13·3°	+4·8°	22·5°	60°	12·1°	+4·1°	«	«
22·5°	75°	22·5°	75°	9·2°	+3·8°	22·5°	75°	7·2°	+11·8°	«	«
22·5°	83°	22·5°	83°	4·8°	—	22·5°	83°	0·8°	—	—	—
45°	0°	45°	0°	44·4°	+1·4°	45°	0°	44·4°	+1·4°	jobbra	jobbra
45°	15°	45°	15°	43·5°	+0·0°	45°	15°	43·1°	+2·4°	«	«
45°	30°	45°	30°	40·8°	+1·2°	45°	30°	40·4°	+1·9°	«	«
45°	45°	45°	45°	36·6°	+3·6°	45°	45°	34·8°	+2·2°	«	«
45°	60°	45°	60°	28·1°	+6·0°	45°	60°	28·0°	+4·6°	«	«
45°	75°	45°	75°	18·7°	+8·2°	45°	75°	16·5°	+9·8°	«	«
45°	83°	45°	83°	10·1°	—	45°	83°	10·6°	—	—	—
67·5°	0°	67·5°	0°	67·6°	+4·3°	67·5°	0°	67·6°	+4·3°	jobbra	jobbra
67·5°	15°	67·5°	15°	66·2°	+3·6°	67·5°	15°	66·9°	+2·4°	«	«
67·5°	30°	67·5°	30°	63·8°	+3·4°	67·5°	30°	63·6°	+0·5°	«	«
67·5°	45°	67·5°	45°	59·5°	+3·4°	67·5°	45°	60·5°	+1·9°	«	«
67·5°	60°	67·5°	60°	49·9°	+6·2°	67·5°	60°	51·4°	+5·8°	«	«
67·5°	75°	67·5°	75°	37·5°	+9·6°	67·5°	75°	37·6°	+11·3°	«	«
67·5°	83°	67·5°	83°	29·9°	—	67·5°	83°	34·7°	—	—	—

**Első főeset** (1. ábra): A napfény közvetlenül a levegőből esik a kormozott lapra. A beesés szöge:  $+J = 42.6^\circ$ .

*I. sorozat: Az üvegbe szétszórta sugarak polárossági állapota.*

Ide tartozik az 5. és 5a. ábra, az I. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 137. lap.

$-\vartheta_I$		$-\omega_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
11.7°	06.9°	29.2°	56.6°	22.5°	15°	21.5°	0.0°	22.5°	15°	20.0°	+ 3.6°	jobbra	balra
37.9°	09.5°	18.1°	71.0°	22.5°	30°	16.2°	+ 7.4°	22.5°	30°	16.9°	+ 4.1°	"	"
64.6°	14.0°	15.1°	78.8°	22.5°	38.1°	10.8°	+ 0.2°	22.5°	38.1°	14.9°	+ 6.9°	"	"
72.3°	14.5°	15.0°	80.7°	22.5°	40.1°	9.2°	+ 1.7°	22.5°	40.1°	12.9°	+ 7.2°	"	"
				22.5°	42.6°	határ		22.5°	42.6°	irány			
91.0°	15.8°	15.7°	85.6°	22.5°	45.1°	10.4°	+60.7°	22.5°	45.1°	12.3°	+64.1°	"	"
97.8°	16.3°	16.4°	87.5°	22.5°	47.1°	11.3°	+69.1°	22.5°	47.1°	13.5°	+60.7°	"	"
127.2°	19.6°	24.6°	99.9°	22.5°	60°	14.4°	+62.2°	22.5°	60°	19.3°	+64.6°	"	"
142.6°	22.8°	37.4°	114.4°	22.5°	75°	17.4°	+67.7°	22.5°	75°	18.0°	+76.3°	"	"
146.8°	26.3°	43.8°	121.1°	22.5°	82°	22.6°	+77.5°	22.5°	82°	25.5°	—	"	—
19.5°	12.1°	33.3°	53.9°	45°	15°	43.3°	+ 1.9°	45°	15°	41.3°	+ 1.9°	jobbra	balra
47.4°	22.8°	28.7°	66.4°	45°	30°	34.9°	— 0.2°	45°	30°	34.0°	+ 4.6°	balra	"
64.2°	27.1°	28.9°	73.4°	45°	38.1°	29.5°	— 8.4°	45°	38.1°	26.3°	+ 1.4°	"	"
68.3°	28.1°	29.4°	75.2°	45°	40.1°	22.4°	+ 3.6°	45°	40.1°	21.8°	+ 0.7°	jobbra	"
				45°	42.6°	határ		45°	42.6°	irány			
77.7°	30.6°	30.8°	79.5°	45°	45.1°	24.3°	+75.4°	45°	45.1°	21.2°	+59.0°	"	"
81.5°	31.6°	31.6°	81.3°	45°	47.1°	23.9°	+52.4°	45°	47.1°	24.4°	+60.2°	"	"
100.5°	37.9°	38.5°	92.6°	45°	60°	34.6°	+54.6°	45°	60°	33.2°	+64.3°	"	"
115.7°	45.2°	49.3°	105.7°	45°	75°	34.6°	+64.3°	45°	75°	32.9°	+73.9°	"	"
121.1°	48.9°	54.8°	111.8°	45°	82°	36.0°	+84.9°	45°	82°	35.1°	+83.5°	"	"

$-\vartheta_I$		$-\omega_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
22·4°	18·2°	38·9°	49·9°	67·5°	15°	66·3°	+ 2·9°	67·5°	15°	65·4°	+ 0·5°	jobbra	balra
46·1°	32·0°	39·9°	59·6°	67·5°	30°	60·6°	+ 3·1°	67·5°	30°	57·3°	+ 2·6°	"	"
57·9°	38·9°	42·3°	65·2°	67·5°	38·1°	50·7°	- 0·2°	67·5°	38·1°	47·0°	+ 2·9°	balra	"
60·6°	40·4°	43·1°	66·6°	67·5°	40·1°	44·1°	- 0·2°	67·5°	40·1°	42·7°	+ 3·4°	"	"
				67·5°	42·6°	határ		67·5°	42·6°	irány			
67·0°	44·0°	45·3°	70·3°	67·5°	45·1°	45·3°	+64·6°	67·5°	45·1°	40·3°	+55·7°	jobbra	"
69·5°	45·4°	46·3°	71·8°	67·5°	47·1°	48·7°	+62·2°	67·5°	47·1°	46·4°	+59·0°	"	"
77·8°	53·9°	53·7°	81·7°	67·5°	60°	59·0°	+53·5°	67·5°	60°	56·9°	+65·0°	"	"
96·2°	63·4°	63·9°	93·4°	67·5°	75°	55·8°	+60·2°	67·5°	75°	59·5°	+73·2°	"	"
101·4°	67·8°	68·9°	98·8°	67·5°	82°	51·8°	+80·2°	67·5°	82°	59·9°	-	"	"

III. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak po.árossági állapota.

Ide tartozik a 6. ábra, a III. számú vetületi rajz, 139. lap.

$-\vartheta_I$		$-\omega'_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
06·9°	11·7°	56·6°	29·2°	22·5°	15°	23·8°	+ 0·5°	22·5°	15°	22·6°	- 2·2°	jobbra	jobbra
09·5°	37·9°	71·0°	18·1°	22·5°	30°	20·3°	- 1·7°	22·5°	30°	—	—	balra	—
15·8°	90·7°	85·4°	15·7°	22·5°	45°	17·4°	+11·5°	22·5°	45°	—	—	jobbra	—
19·6°	127·2°	99·9°	24·6°	22·5°	60°	15·1°	+ 7·4°	22·5°	60°	12·2°	+13·4°	«	balra
22·8°	142·6°	114·4°	37·4°	22·5°	75°	10·1°	+19·4°	22·5°	75°	11·0°	+14·4°	«	«
26·6°	147·3°	122·0°	44·8°	22·5°	83°	6·7°	+29·3°	22·5°	83°	5·8°	—	«	—
12·1°	19·5°	53·9°	33·3°	45°	15°	43·6°	+ 0·5°	45°	15°	44·0°	+ 1·2°	jobbra	balra
22·8°	47·4°	66·4°	28·7°	45°	30°	41·8°	+ 0·2°	45°	30°	42·6°	+ 4·3°	«	«
30·6°	77·6°	79·5°	30·8°	45°	45°	35·0°	+ 9·6°	45°	45°	35·1°	- 1·2°	«	jobbra
37·9°	100·5°	92·6°	38·5°	45°	60°	29·5°	+ 9·8°	45°	60°	28·3°	+ 8·2°	«	balra
45·2°	115·7°	105·7°	49·3°	45°	75°	21·9°	+22·8°	45°	75°	19·9°	+18·2°	«	«
49·5°	121·8°	112·6°	55·6°	45°	83°	16·3°	—	45°	83°	14·6°	+19·4°	—	«
18·2°	22·4°	49·9°	38·9°	67·5°	15°	66·3°	+ 4·8°	67·5°	15°	66·7°	+ 7·7°	jobbra	balra
32·0°	46·1°	59·6°	39·9°	67·5°	30°	64·2°	+ 7·4°	67·5°	30°	62·0°	+ 7·2°	«	«
43·9°	66·9°	70·2°	45·2	67·5°	45°	60·8°	+ 8·4°	67·5°	45°	58·7°	+ 5·3°	«	«
53·9°	77·8°	81·7°	53·7	67·5°	60°	53·0°	+ 7·9°	67·5°	60°	54·7°	+ 5·5°	«	«
63·4°	96·2°	93·4°	63·9°	67·5°	75°	40·1°	+16·9°	67·5°	75°	40·4°	+15·6°	«	«
68·5°	102·1°	99·6°	69·7°	67·5°	83°	30·5°	+26·2°	67·5°	83°	28·2°	—	«	—

Megjegyzés:  $(-\omega'_I) + (-\omega) : 180^\circ$



Második főeset (2. ábra): Napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra. A beesés szöge:  $+J=42^{\circ}6'$ .

II. sorozat: Az üvegre szétszóró sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 7. és 7a. ábra, a II. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 141. lap.

XXXI

$-\vartheta_I$		$-\omega'_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
06·9°	11·7°	56·6°	29·2°	22·5°	15°	22·3°	+ 1·4°	22·5°	15°	22·4°	+ 2·4°	jobbra	balra
09·5°	37·9°	71·0°	18·1°	22·5°	30°	17·5°	+ 2·2°	22·5°	30°	—	—	“	—
14·0°	64·6°	78·8°	15·1°	22·5°	38·1°	12·6°	+ 11·3°	22·5°	38·1°	—	—	“	—
14·5°	72·3°	80·7°	15·0°	22·5°	40·1°	11·7°	+ 10·6°	22·5°	40·1°	—	—	“	—
				22·5°	42·6°	határ		22·5°	42·6°	irány			
15·8°	91·0°	85·6°	15·7°	22·5°	45·1°	07·5°	+ 61·4°	22·5°	45·1°	—	—	“	—
16·3°	97·8°	87·5°	16·4°	22·5°	47·1°	11·2°	+ 70·8°	22·5°	47·1°	—	—	“	—
19·6°	127·2°	99·9°	24·6°	22·5°	60°	16·5°	+ 65·3°	22·5°	60°	16·9°	+ 73·9°	“	balra
22·8°	142·6°	114·4°	37·4°	22·5°	75°	15·7°	+ 77·8°	22·5°	75°	15·5°	+ 77·8°	“	“
26·3°	146·8°	121·1°	43·8°	22·5°	82°	18·1°	+ 83·8°	22·5°	82°	18·6°	+ 86·9°	“	“
12·1°	19·5°	53·9°	33·3°	45°	15°	42·8°	+ 1·2°	45°	15°	42·1°	— 1·2°	jobbra	jobbra
22·8°	47·4°	66·4°	28·7°	45°	30°	35·6°	+ 4·8°	45°	30°	36·1°	— 0·9°	“	“
27·1°	64·2°	73·4°	28·9°	45°	38·1°	25·2°	+ 4·3°	45°	38·1°	32·2°	+ 2·2°	“	balra
28·1°	68·3°	75·2°	29·4°	45°	40·1°	23·7°	+ 2·9°	45°	40·1°	23·9°	+ 6·0°	“	“
			—	45°	42·6°	határ		45°	42·6°	irány			
30·6°	77·7°	79·5°	30·8°	45°	45·1°	23·6°	+ 55·4°	45°	45·1°	17·7°	+ 69·4°	“	“
31·6°	81·5°	81·3°	31·6°	45°	47·1°	26·9°	+ 60·0°	45°	47·1°	21·3°	+ 70·1°	“	“
37·9	100·5°	92·6°	38·5°	45°	60°	32·2°	+ 65·3°	45°	60°	32·6°	+ 70·3°	“	“
45·2°	115·7°	105·7°	49·3°	45°	75°	34·9°	+ 76·1°	45°	75°	36·3°	+ 77·8°	“	“
48·9°	121·1°	111·8°	54·8°	45°	82°	33·4°	+ 74·9°	45°	82°	33·5°	+ 78·9°	“	“

11

$-\vartheta_I$		$-\omega'_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
18·2°	22·4°	49·9°	38·9°	67·5°	15°	65·8°	+ 1·2°	67·5°	15°	65·6°	- 0·5°	jobbra	jobbra
32·0°	46·1°	59·6°	39·9°	67·5°	30°	58·1°	+ 0·9°	67·5°	30°	60·0°	- 0·5°	«	«
38·9°	57·9°	65·2°	42·3°	67·5°	38·1°	50·1°	- 2·9°	67·5°	38·1°	51·4°	+ 2·6°	balra	balra
40·4°	60·6°	66·6°	43·1°	67·5°	40·1°	45·3°	- 1·7°	67·5°	40·1°	46·6°	+ 3·4°	«	«
				67·5°	42·6°	határ		67·5°	42·6°	irány			
44·0°	67·0°	70·3°	45·3°	67·5°	45·1°	43·4°	+ 56·4°	67·5°	45·1°	39·3°	+ 59·8°	jobbra	«
45·4°	69·5°	71·8°	46·3°	67·5°	47·1°	45·9°	+ 63·1°	67·5°	47·1°	41·9°	+ 67·2°	«	«
53·9°	77·8°	81·7°	53·7°	67·5°	60°	53·6°	+ 61·9°	67·5°	60°	61·7°	+ 74·9°	«	«
63·4°	96·2°	93·4°	63·9°	67·5°	75°	56·3°	+ 76·3°	67·5°	75°	61·6°	+ 80·6°	«	«
67·8°	101·4°	98·8°	68·9°	67·5°	82°	53·6°	+ 84·2°	67·5°	82°	63·5°	+ 88·8°	«	«

IV. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 8. ábra, a IV. számú vetületi rajz, 142. oldal.

$-\vartheta_I$	$-\omega_I$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés			
11·7°	06·9°	29·2°	56·6°	22·5°	15°	24·1°	+ 4·1°	22·5°	15°	22·2°	+ 3·6°	jobbra	balra
37·9°	09·5°	18·1°	71·0°	22·5°	30°	22·3°	+ 4·3°	22·5°	30°	19·6°	+ 5·5°	„	„
90·7°	15·8°	15·7°	85·4°	22·5°	45°	17·9°	+ 3·4°	22·5°	45°	18·1°	+ 5·8°	„	„
127·2°	19·6°	24·6°	99·9°	22·5°	60°	14·9°	+ 9·1°	22·5°	60°	15·4°	+ 6·7°	„	„
142·6°	22·8°	37·4°	114·4°	22·5°	75°	10·8°	+ 8·2°	22·5°	75°	11·5°	+ 13·2°	„	„
147·3°	26·6°	44·8°	122·0°	22·5°	83°	7·7°	—	22·5°	83°	07·6°	—	—	—
19·5°	12·1°	33·3°	53·9°	45°	15°	46·5°	+ 5·5°	45°	15°	42·4°	+ 4·6°	jobbra	balra
47·4°	22·8°	28·7°	66·4°	45°	30°	42·8°	+ 1·9°	45°	30°	40·8°	+ 2·4°	„	„
77·6°	30·6°	30·8°	79·5°	45°	45°	37·1°	+ 2·4°	45°	45°	36·5°	+ 3·4°	„	„
100·5°	37·9°	38·5°	92·6°	45°	60°	26·1°	+ 7·9°	45°	60°	27·8°	+ 5·0°	„	„
115·7°	45·2°	49·3°	105·7°	45°	75°	19·7°	+ 16·8°	45°	75°	20·9°	+ 10·3°	„	„
121·8°	49·5°	55·6°	112·6°	45°	83°	18·1°	—	45°	83°	17·3°	—	—	—
22·4°	18·2°	38·9°	49·9°	67·5°	15°	66·4°	+ 1·4°	67·5°	15°	65·1°	— 3·6°	jobbra	jobbra
46·1°	32·0°	39·9°	59·6°	67·5°	30°	64·7°	+ 0·9°	67·5°	30°	62·7°	— 3·6°	„	„
66·9°	43·9°	45·2°	70·2°	67·5°	45°	60·8°	+ 4·8°	67·5°	45°	58·7°	— 0·7°	„	„
77·8°	53·9°	53·7°	81·7°	67·5°	60°	62·1°	+ 6·2°	67·5°	60°	50·3°	+ 5·3°	„	balra
96·2°	63·4°	63·9°	93·4°	67·5°	75°	39·4°	+ 17·8°	67·5°	75°	40·3°	+ 13·2°	„	„
102·1°	68·5°	69·7°	99·6°	67·5°	83°	39·4°	+ 24·2°	67·5°	83°	38·8°	—	„	—

**Első főeset** (1. ábra): A napfény közvetlenül a levegőből esik a kormozott lapra. A beesés szöge  $+J=65^\circ$ .

*I. sorozat*: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik az 5. és 5a. ábra, az I. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 137. lap.

$-\vartheta_I$		$-\omega_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
07·2°	05·8°	51·3°	78·9°	22·5°	15°	20·9°	+ 1·7°	22·5°	15°	21·9°	+ 3·6°	jobbra	balra
18·0°	11·3°	38·3°	92·9°	22·5°	30°	16·2°	- 2·2°	22·5°	30°	18·4°	- 2·4°	balra	jobbra
26·5°	13·9°	31·5°	100·6°	22·5°	38·1°	11·1°	- 0·7°	22·5°	38·1°	12·0°	- 1·7°	"	"
29·2°	14·6°	30·4°	102·5°	22·5°	40·1°	10·1°	+ 0·0°	22·5°	40·1°	13·5°	- 0·9°	—	"
				22·5°	42·6°	határ		22·5°	42·6°	irány			
36·8°	16·5°	26·9°	107·1°	22·5°	45·1°	09·0°	+ 71·0°	22·5°	45·1°	13·7°	+ 55·9°	jobbra	balra
40·3°	17·3°	25·7°	109·0°	22·5°	47·1°	09·3°	+ 64·8°	22·5°	47·1°	14·5°	+ 66·2°	"	"
70·9°	22·8°	20·5°	120·9°	22·5°	60°	15·6°	+ 66·9°	22·5°	60°	18·5°	+ 64·8°	"	"
111·1°	31·2°	23·3°	124·4°	22·5°	75°	17·8°	+ 71·3°	22·5°	75°	19·9°	+ 63·8°	"	"
124·5°	36·5°	27·4°	140·4°	22·5°	82°	21·0°	+ 66·2°	22·5°	82°	25·6°	—	"	"
12·9°	10·8°	54·9°	75·9°	45°	15°	41·7°	- 2·6°	45°	15°	42·6°	+ 0·5°	jobbra	balra
29·1°	20·8°	46·6°	87·4°	45°	30°	35·7°	+ 4·8°	45°	30°	36·3°	+ 1·2°	"	"
39·5°	25·9°	43·3°	93·6°	45°	38·1°	25·2°	+ 4·6°	45°	38·1°	25·4°	+ 0·5°	"	"
42·3°	27·2°	42·6°	95·1°	45°	40·1°	23·1°	+ 5·3°	45°	40·1°	21·4°	+ 1·2°	"	"
				45°	42·6°	határ		45°	42·6°	irány			
49·5°	30·5°	41·2°	98·9°	45°	45·1°	20·1°	+ 56·4°	45°	45·1°	20·5°	+ 58·8°	"	"
52·5°	31·8°	40·8°	100·5°	45°	47·1°	22·8°	+ 58·8°	45°	47·1°	26·3°	+ 65·3°	"	"
72·4°	40·7°	39·9°	110·1°	45°	60°	33·1°	+ 59·1°	45°	60°	34·5°	+ 72·0°	"	"
94·5°	53·8°	43·2°	120·6°	45°	75°	32·7°	+ 66·9°	45°	75°	37·8°	+ 67·7°	"	"
103·8°	58·9°	46·1°	125·2°	45°	82°	35·5°	+ 81·6°	45°	82°	43·2°	—	"	"

$\vartheta_I$	$-\omega_I$		$\vartheta_N$		$\omega_N$	$k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$k$	$\varepsilon$	Keringés	
16·0°	14·6°	60·1°	71·4°	67·5°	15°	65·1°	+ 2·9°	67·5°	15°	64·6°	- 1·2°	jobbra	jobbra
33·0°	27·9°	57·4°	78·9°	67·5°	30°	60·1°	+ 0·5°	67·5°	30°	57·6°	- 0·2°	"	"
42·9°	35·1°	56·8°	83·2°	67·5°	38·1°	47·2°	+ 1·7°	67·5°	38·1°	46·4°	- 0·7°	"	"
45·3°	36·7°	56·9°	84·3°	67·5°	40·1°	38·7°	+ 2·2°	67·5°	40·1°	40·2°	0·0°	"	—
				67·5°	42·6°	határ		67·5°	42·6°	irány			
51·3°	40·9°	57·0°	86·9°	67·5°	45·1°	41·2°	+ 53·8	67·5°	45·1°	37·1°	+ 57·4°	"	balra
53·6°	42·6°	57·2°	88·1°	67·5°	47·1°	44·2°	+ 63·6	67·5°	47·1°	49·1°	+ 64·1°	"	"
68·6°	53·4°	59·2°	95·1°	67·5°	60°	52·2°	+ 58·3	67·5°	60°	58·9°	+ 71·3°	"	"
85·0°	66·4°	63·6°	103·0°	67·5°	75°	55·3°	+ 76·1	67·5°	75°	51·4°	+ 78·9°	"	"
93·1°	72·6°	66·3°	106·5°	67·5°	82°	55·3°	—	67·5°	82°	50·4°	—	—	—

III. sorozat : A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 6. ábra. a III. számú vetületi rajz, 139. lap.

$-\vartheta_I$	$-\omega'_I$	$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés			
5·8°	07·2°	78·9°	51·3°	22·5°	15°	21·4°	+ 1·7°	22·5°	15°	24·4°	+ 0·9°	jobbra	balra
11·3°	18·0°	92·9°	38·3°	22·5°	30°	20·6°	+ 3·4°	22·5°	30°	21·7°	+ 0·5°	«	«
16·5°	36·6°	107·0°	27·0°	22·5°	45°	17·7°	+ 2·6°	22·5°	45°	32·7°	—	«	—
22·8°	70·9°	120·9°	20·5°	22·5°	60°	12·5°	+ 2·6°	22·5°	60°	—	—	«	—
31·2°	111·1°	124·4°	23·3°	22·5°	75°	10·9°	+ 9·8°	22·5°	75°	—	—	«	—
37·4°	126·1°	141·2°	28·0°	22·5°	83°	07·3°	+34·8°	22·5°	83°	0·2°	+ 5·8°	«	balra
10·8°	12·9°	75·9°	54·9°	45°	15°	41·6°	— 1·7°	45°	15°	43·5°	— 1·2°	balra	jobbra
20·8°	29·1°	87·4°	46·6°	45°	30°	40·3°	+ 0·7°	45°	30°	47·0°	+ 1·4°	jobbra	balra
30·4°	49·3°	98·9°	41·2°	45°	45°	35·2°	+ 2·2°	45°	45°	36·7°	— 4·3°	«	jobbra
40·7°	72·4°	110·1°	39·9°	45°	60°	30·0°	+ 0·2°	45°	60°	32·9°	+ 0·9°	«	balra
53·8°	94·5°	120·6°	43·2°	45°	75°	16·1°	+21·8°	45°	75°	22·9°	+20·9°	«	«
59·9°	104·9°	125·8°	46·5°	45°	83°	12·7°	+20·6°	45°	83°	20·7°	—	«	—
14·6°	16·0°	71·4°	60·1°	67·5°	15°	64·6°	+ 0·7°	67·5°	15°	64·9°	— 1·4°	jobbra	jobbra
27·9°	33·3°	78·9°	57·4°	67·5°	30°	62·1°	+ 3·8°	67·5°	30°	62·1°	— 1·7°	«	«
40·9°	51·1°	86·9°	57·0°	67·5°	45°	56·9°	+ 3·1°	67·5°	45°	56·7°	+ 1·7°	«	balra
53·4°	68·6°	95·1°	59·2°	67·5°	60°	47·4°	+ 3·4°	67·5°	60°	50·8°	+ 3·6°	«	«
66·4°	85·0°	103·0°	63·6°	67·5°	75°	34·1°	+12·2°	67·5°	75°	35·0°	+10·6°	«	«
73·6°	93·1°	107·0°	66·7°	67·5°	83°	18·9°	—	67·5°	83°	24·3°	—	—	—



Második főeset (2. ábra): Napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra. A beesés szöge:  $+J=65^\circ$ .

II. sorozat: Az üvegbe szétszóró sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 7. és 7a. ábra, a II. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 137. lap.

$-\vartheta_I$		$-\omega'_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
05·8°	07·2°	78·9°	51·3°	22·5°	15°	21·9°	+11·3°	22·5°	15°	24·5°	+ 6·5°	jobbra	balra
11·3°	18·0°	92·9°	38·3°	22·5°	30°	19·3°	+ 9·6°	22·5°	30°	19·3°	+ 5·8°	"	"
13·9°	26·5°	100·6°	31·5°	22·5°	38·1°	13·2°	+ 9·6°	22·5°	38·1°	15·2°	+ 7·9°	"	"
14·6°	29·2°	102·5°	30·4°	22·5°	40·1°	11·9°	+ 6·2°	22·5°	40·1°	8·6°	+ 9·8°	"	"
				22·5°	42·6°	határ		22·5°	42·6°	irány			
16·5°	36·8°	107·1°	26·9°	22·5°	45·1°	07·5°	+50·6°	22·5°	45·1°	12·5°	+62·4°	"	"
17·3°	40·3°	109·0°	25·7°	22·5°	47·1°	09·3°	+53·0°	22·5°	47·1°	—	—	"	—
22·8°	70·9°	120·9°	20·5°	22·5°	60°	14·2°	+60·7°	22·5°	60°	—	—	"	—
31·2°	111·1°	124·4°	23·3°	22·5°	75°	18·7°	+69·6°	22·5°	75°	—	—	"	—
36·5°	124·5°	140·4°	27·4°	22·5°	82°	15·9°	+72·5°	22·5°	82°	—	—	"	—
10·8°	12·9°	75·9°	54·9°	45°	15°	43·9°	+ 2·9°	45°	15°	43·3°	+ 0·9°	jobbra	balra
20·8°	29·1°	87·4°	46·6°	45°	30°	34·3°	+ 0·7°	45°	30°	35·6°	+ 2·2°	"	"
25·9°	39·5°	93·6°	43·3°	45°	38·1°	27·9°	+ 3·8°	45°	38·1°	31·3°	+ 3·4°	"	"
27·2°	42·3°	95·1°	42·6°	45°	40·1°	24·6°	+ 2·4°	45°	40·1°	27·2°	— 1·7°	"	jobbra
				45°	42·6°	határ		45°	42·6°	irány			
30·5°	49·5°	98·9°	41·2°	45°	45·1°	17·0°	+46·1°	45°	45·1°	19·9°	+61·9°	"	balra
31·8°	52·5°	100·5°	40·8°	45°	47·1°	17·9°	+54·9°	45°	47·1°	21·9°	+60·9°	"	"
40·7°	72·4°	110·1°	39·9°	45°	60°	30·4°	+59·8°	45°	60°	33·0°	+55·9°	"	"
53·8°	94·5°	120·6°	43·2°	45°	75°	32·4°	+72·7°	45°	75°	36·4°	+77·3°	"	"
58·9°	103·8°	125·2°	46·1°	45°	82°	29·8°	+78·9°	45°	82°	24·3°	+82·3°	"	"

$-\vartheta_I$		$-\omega'_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
14·6°	16·0°	71·4°	60·1°	67·5°	15°	64·6°	+ 0·9°	67·5°	15°	65·8°	- 0·5°	jobbra	jobbra
27·9°	33·3°	78·9°	57·4°	67·5°	30°	58·6°	- 0·5°	67·5°	30°	61·9°	- 2·4°	balra	«
35·1°	42·9°	83·2°	56·8°	67·5°	38·1°	48·0°	+ 3·1°	67·5°	38·1°	54·2°	- 0·2°	jobbra	«
36·7°	45·3°	84·3°	56·9°	67·5°	40·1°	44·8°	+ 5·0°	67·5°	40·1°	49·9°	+ 1·4°	«	balra
				67·5°	42·6°	határ		67·5°	42·6°	irány			
40·9°	51·3°	86·9°	57·0°	67·5°	45·1°	39·9°	+56·4°	67·5°	45·1°	37·1°	+43·7°	«	«
42·6°	53·6°	88·1°	57·2°	67·5°	47·1°	43·4°	+57·4°	67·5°	47·1°	42·3°	+50·2°	«	«
53·4°	68·6°	95·1°	59·2°	67·5°	60°	51·0°	+66·9°	67·5°	60°	57·5°	+51·7°	«	«
66·4°	85·0°	103·0°	63·6°	67·5°	75°	55·5°	+74·4°	67·5°	75°	62·1°	+86·4°	«	«
72·6°	93·1°	106·5°	66·3°	67·5°	82°	43·7°	—	67·5°	82°	52·3°	—	—	—

IV. sorozat : A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 9. ábra, az V. számú vetületi rajz, 143. lap.

$-\vartheta_I$		$-\omega_I$		$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k$	$\varepsilon$	$-\vartheta_N$	$-\omega_N$	$-k$	$\varepsilon$	Keringés	
07·2°	05·8°	51·3°	78·9°	22·5°	15°	23·6°	+ 3·1°	22·5°	15°	23·1°	+ 2·6°	jobbra	balra
18·0°	11·3°	38·3°	92·9°	22·5°	30°	21·9°	+ 4·8°	22·5°	30°	25·2°	+ 4·6°	„	„
36·6°	16·5°	27·0°	107·0°	22·5°	45°	19·7°	+ 8·6°	22·5°	45°	20·7°	+ 6·7°	„	„
70·9°	22·8°	20·5°	120·9°	22·5°	60°	17·1°	+ 9·6°	22·5°	60°	22·9°	+ 12·2°	„	„
111·1°	31·2°	23·3°	124·4°	22·5°	75°	16·1°	+ 16·8°	22·5°	75°	23·9°	+ 15·4°	„	„
126·1°	37·4°	28·0°	141·2°	22·5°	83°	15·4°	+ 18·7°	22·5°	83°	25·4°	+ 18·5°	„	„
12·9°	10·8°	54·9°	75·9°	45°	15°	44·9°	+ 0·2°	45°	15°	44·6°	+ 3·6°	jobbra	balra
29·1°	20·8°	46·6°	87·4°	45°	30°	40·7°	+ 2·6°	45°	30°	43·8°	+ 6·0°	„	„
49·3°	30·4°	41·2°	98·9°	45°	45°	39·4°	+ 6·9°	45°	45°	43·1°	+ 6·7°	„	„
72·4°	40·7°	39·9°	110·1°	45°	60°	35·8°	+ 9·6°	45°	60°	40·8°	+ 8·4°	„	„
94·5°	53·8°	43·2°	120·6°	45°	75°	33·9°	+ 17·3°	45°	75°	37·5°	+ 19·7°	„	„
104·9°	59·9°	46·5°	125·8°	45°	83°	34·7°	+ 16·8°	45°	83°	41·4°	+ 22·3°	„	„
16·0°	14·6°	60·1°	71·4°	67·5°	15°	64·7°	+ 1·7°	67·5°	15°	67·8°	- 0·7°	jobbra	jobbra
33·3°	27·9°	57·4°	78·9°	67·5°	30°	64·1°	+ 2·2°	67·5°	30°	66·6°	+ 2·6°	„	balra
51·1°	40·9°	57·0°	86·9°	67·5°	45°	59·9°	+ 1·9°	67·5°	45°	63·7°	+ 6·9°	„	„
68·6°	53·4°	59·2°	95·1°	67·5°	60°	57·7°	+ 3·4°	67·5°	60°	63·0°	+ 10·8°	„	„
85·0°	66·4°	63·6°	103·0°	67·5°	75°	54·6°	+ 9·1°	67·5°	75°	60·2°	+ 15·4°	„	„
93·1°	73·6°	66·7°	107·0°	67·5°	83°	48·5°	+ 14·2°	67·5°	83°	60·5°	—	„	—

5. §. A különböző ( $+J=0^\circ, 42\cdot6^\circ, 65^\circ$ ) beesési szögek mellett nyert megfelelő jellemzők középértékei és a maximális eltérések.

Első főeset (1. ábra): A napfény közvetlenül a levegőből esik a kormozott lapra. Középértékek.

*I. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.*

Ide tartozik az 5. és 5a ábra, az I. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza. 137. lap.

$+ \vartheta_N = 22\cdot5^\circ$										
$+ \vartheta_N$	$+k$			$+ \bar{k}$	$\Delta k$	$\varepsilon$			$\bar{\varepsilon}$	$\Delta \varepsilon$
	$J=0^\circ$	$J=42\cdot6^\circ$	$J=65^\circ$			$J=0^\circ$	$J=42\cdot6^\circ$	$J=65^\circ$		
$15^\circ$	$21\cdot4^\circ$	$20\cdot8^\circ$	$21\cdot4^\circ$	$21\cdot2^\circ$	$-0\cdot4^\circ$	$-0\cdot8^\circ$	$+1\cdot8^\circ$	$+2\cdot6^\circ$	$+1\cdot2^\circ$	$-2\cdot0^\circ$
$30^\circ$	$16\cdot6^\circ$	$16\cdot5^\circ$	$17\cdot3^\circ$	$16\cdot8^\circ$	$+0\cdot5^\circ$	$-1\cdot2^\circ$	$+5\cdot8^\circ$	$-2\cdot3^\circ$	$+0\cdot8^\circ$	$+5\cdot0^\circ$
$38\cdot1^\circ$	$12\cdot6^\circ$	$12\cdot8^\circ$	$11\cdot5^\circ$	$12\cdot3^\circ$	$-0\cdot8^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$+3\cdot6^\circ$	$-1\cdot2^\circ$	$+0\cdot8^\circ$	$+2\cdot8^\circ$
$40\cdot1^\circ$	$11\cdot4^\circ$	$11\cdot1^\circ$	$11\cdot8^\circ$	$11\cdot4^\circ$	$+0\cdot4^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$+4\cdot4^\circ$	$-0\cdot9^\circ$	$+1\cdot2^\circ$	$+3\cdot2^\circ$
$42\cdot6^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$0\cdot0^\circ$			A totális reflexió határirányai				
$45\cdot1^\circ$	$11\cdot3^\circ$	$11\cdot4^\circ$	$11\cdot4^\circ$	$11\cdot4^\circ$	$-0\cdot1^\circ$	$+58\cdot1^\circ$	$+62\cdot4^\circ$	$+63\cdot5^\circ$	$+61\cdot6^\circ$	$-3\cdot5^\circ$
$47\cdot1^\circ$	$13\cdot3^\circ$	$12\cdot4^\circ$	$11\cdot9^\circ$	$12\cdot5^\circ$	$+0\cdot8^\circ$	$+61\cdot3^\circ$	$+64\cdot9^\circ$	$+65\cdot5^\circ$	$+63\cdot9^\circ$	$-2\cdot6^\circ$
$60^\circ$	$15\cdot2^\circ$	$16\cdot9^\circ$	$17\cdot0^\circ$	$16\cdot4^\circ$	$-1\cdot2^\circ$	$+62\cdot8^\circ$	$+63\cdot4^\circ$	$+65\cdot9^\circ$	$+64\cdot0^\circ$	$+1\cdot9^\circ$
$75^\circ$	$14\cdot5^\circ$	$17\cdot7^\circ$	$18\cdot8^\circ$	$17\cdot0^\circ$	$-2\cdot5^\circ$	$+73\cdot6^\circ$	$+72\cdot0^\circ$	$+67\cdot6^\circ$	$+71\cdot2^\circ$	$-3\cdot6^\circ$
$82^\circ$	$15\cdot1^\circ$	$24\cdot2^\circ$	$23\cdot3^\circ$	$20\cdot9^\circ$	$-5\cdot8^\circ$	$+88\cdot9^\circ$	$+77\cdot5^\circ$	$+66\cdot2^\circ$	$+77\cdot6^\circ$	$-11\cdot4^\circ$
$+ \vartheta_N = 45^\circ$										
$15^\circ$	$42\cdot7^\circ$	$42\cdot3^\circ$	$42\cdot2^\circ$	$42\cdot4^\circ$	$+0\cdot3^\circ$	$-0\cdot2^\circ$	$+1\cdot9^\circ$	$+1\cdot6^\circ$	$+1\cdot1^\circ$	$-1\cdot3^\circ$
$30^\circ$	$36\cdot1^\circ$	$34\cdot5^\circ$	$35\cdot9^\circ$	$35\cdot5^\circ$	$-1\cdot0^\circ$	$+0\cdot6^\circ$	$+2\cdot2^\circ$	$+3\cdot0^\circ$	$+1\cdot9^\circ$	$-1\cdot3^\circ$
$38\cdot1^\circ$	$24\cdot9^\circ$	$27\cdot9^\circ$	$25\cdot3^\circ$	$26\cdot0^\circ$	$+1\cdot9^\circ$	$+0\cdot6^\circ$	$+3\cdot5^\circ$	$+2\cdot5^\circ$	$+1\cdot8^\circ$	$-2\cdot4^\circ$
$40\cdot1^\circ$	$21\cdot9^\circ$	$22\cdot1^\circ$	$22\cdot2^\circ$	$22\cdot1^\circ$	$+0\cdot8^\circ$	$-0\cdot8^\circ$	$+2\cdot2^\circ$	$+3\cdot2^\circ$	$+1\cdot5^\circ$	$-2\cdot3^\circ$
$42\cdot6^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$0\cdot0^\circ$	$0\cdot0^\circ$			A totális reflexió határirányai				
$45\cdot1^\circ$	$21\cdot9^\circ$	$22\cdot8^\circ$	$20\cdot3^\circ$	$21\cdot6^\circ$	$-1\cdot3^\circ$	$+61\cdot2^\circ$	$+67\cdot2^\circ$	$+57\cdot6^\circ$	$+62\cdot0^\circ$	$-5\cdot6^\circ$
$47\cdot1^\circ$	$24\cdot3^\circ$	$24\cdot1^\circ$	$24\cdot6^\circ$	$24\cdot3^\circ$	$+0\cdot3^\circ$	$+60\cdot1^\circ$	$+56\cdot3^\circ$	$+62\cdot0^\circ$	$+59\cdot5^\circ$	$-3\cdot2^\circ$
$60^\circ$	$32\cdot4^\circ$	$33\cdot9^\circ$	$33\cdot8^\circ$	$33\cdot4^\circ$	$-1\cdot0^\circ$	$+63\cdot2^\circ$	$+59\cdot4^\circ$	$+65\cdot5^\circ$	$+62\cdot7^\circ$	$-3\cdot3^\circ$
$75^\circ$	$33\cdot3^\circ$	$33\cdot8^\circ$	$35\cdot3^\circ$	$34\cdot1^\circ$	$+1\cdot2^\circ$	$+76\cdot4^\circ$	$+69\cdot1^\circ$	$+67\cdot3^\circ$	$+70\cdot9^\circ$	$+5\cdot5^\circ$
$82^\circ$	$33\cdot7^\circ$	$35\cdot6^\circ$	$38\cdot9^\circ$	$36\cdot0^\circ$	$+2\cdot9^\circ$	$+88\cdot3^\circ$	$+84\cdot3^\circ$	$+81\cdot6^\circ$	$+84\cdot7^\circ$	$+3\cdot6^\circ$

$$+\vartheta_N = 67.5^\circ$$

$+\omega_N$	$+k$			$+k$	$Jk$	$\varepsilon$			$\bar{\varepsilon}$	$\Delta\varepsilon$
	$J=0^\circ$	$J=42.6^\circ$	$J=65^\circ$			$J=0^\circ$	$J=42.6^\circ$	$J=65^\circ$		
15°	67.3°	65.9°	64.9°	66.0°	+1.3°	-1.9°	+1.7°	+0.8°	+0.5°	-2.4°
30°	59.9°	58.9°	58.9°	59.2°	+0.7°	-2.8°	+2.9°	+0.1°	+0.1°	-2.9°
38.1°	47.9°	48.9°	46.8°	47.9°	-1.1°	-1.2°	+1.3°	+0.5°	+0.2°	-1.4°
40.1°	41.8°	43.4°	39.4°	41.5°	+1.9°	-0.8°	+1.6°	+1.1°	+0.6°	-1.4°
42.6°	0.0°	0.0°	0.0°			A totális reflexió határirányai				
45.1°	41.7°	42.8°	39.2°	41.2°	-2.0°	+59.3°	+60.1°	+55.6°	+58.3°	-2.7°
47.1°	47.7°	47.6°	46.6°	47.3°	-0.7°	+62.3°	+60.6°	+63.8°	+62.2°	+1.6°
60°	58.7°	57.9°	55.5°	57.4°	-1.9°	+65.9°	+59.3°	+64.8°	+63.3°	-4.0°
75°	60.5°	57.7°	53.4°	57.2°	-3.8°	+75.8°	+66.7°	+77.5°	+73.4°	-6.7°
82°	58.3°	55.9°	52.8°	55.6°	-2.8°	+61.9°	+80.2°	--	+71.0°	+9.2°

III. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 6. ábra, a III. számú vetületi rajz, 139. lap.

$+ \vartheta_N = 22 \cdot 5^\circ$										
$+ \omega_N$	$+k$			$+k$	$Jk$	$\varepsilon$			$\varepsilon$	$J\varepsilon$
	$J = 0^\circ$	$J = 42 \cdot 6^\circ$	$J = 65^\circ$			$J = 0^\circ$	$J = 42 \cdot 6^\circ$	$J = 65^\circ$		
15°	21·9°	23·2°	22·9°	22·7°	-0·8°	+ 2·7°	- 0·8°	+ 1·3°	+ 1·1°	-1·9°
30°	20·3°	20·3°	21·1°	20·5°	+0·6°	+ 5·9°	- 1·7°	+ 1·9°	+ 2·0°	+3·9°
45°	17·3°	17·4°	25·2°	19·9°	+5·3°	+ 9·4°	+11·5°	+ 2·6°	+ 7·8°	-5·2°
60°	13·5°	13·7°	12·5°	13·5°	1·0°	+11·6°	+10·4°	+ 2·6°	+ 8·2°	-5·6°
75°	09·8°	10·6°	10·9°	10·4°	0·6°	+21·5°	+16·9°	+ 9·8°	+14·1°	+7·4°
83°	05·0°	06·2°	04·8°	4·8°	+1·4°		+29·3°	+20·3°	+24·8°	+4·5°
$+ \vartheta_N = 45^\circ$										
15°	44·9°	43·8°	42·6°	43·8°	-1·2°	+ 2·9°	+ 0·8°	- 1·4°	+ 0·8°	-2·2°
30°	41·0°	42·2°	43·6°	42·3°	-1·3°	+ 6·0°	+ 2·3°	+ 1·1°	+ 8·1°	+2·9°
45°	36·7°	35·1°	35·9°	35·9°	-0·8°	+ 9·1°	+ 4·2°	- 1·1°	+ 4·1°	-5·2°
60°	29·2°	28·9°	31·5°	29·8°	+1·7°	+12·1°	+ 9·0°	+ 0·6°	+ 7·2°	+4·9°
75°	19·9°	20·9°	19·5°	20·1°	+0·8°	+17·6°	+20·5°	+21·4°	+19·8°	-2·2°
83°	12·3°	15·5°	16·7°	14·8°	-2·5°	+23·3°	+19·4°	+20·6°	+21·1°	+2·2°
$+ \vartheta_N = 67 \cdot 5^\circ$										
15°	66·3°	66·5°	64·8°	65·8°	-1·0°	+ 2·5°	+ 6·2°	- 0·4°	+ 2·8°	+3·4°
30°	63·2°	63·1°	62·1°	62·8°	-0·7°	+ 5·9°	+ 7·3°	+ 1·1°	+ 4·8°	-3·7°
45°	59·3°	59·8°	56·8°	58·6°	-1·8°	+ 9·7°	+ 6·8°	+ 2·4°	+ 6·3°	-3·9°
60°	51·3°	53·9°	49·1°	51·4°	+2·5°	+12·5°	+ 6·7°	+ 3·5°	+ 7·6°	+4·9°
75°	39·6°	40·3°	34·6°	38·1°	-3·5°	+18·4°	+16·2°	+11·4°	+15·3°	-3·9°
83°	27·6°	29·4°	21·6°	26·2°	-4·6°	-	+26·2°	-	+26·2°	0·0°



Második főeset (2. ábra): Napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra. Középértékek.

II. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 7. és 7a. ábra, a II. számú vetületi rajz és kiegészítő rajza, 141. lap.

$+ \vartheta_N = 22.5^\circ$										
$+ \omega_N$	$+ k$			$+ \bar{k}$	$\Delta k$	$\varepsilon$			$\bar{\varepsilon}$	$\Delta \varepsilon$
	$J = 0^\circ$	$J = 42.6^\circ$	$J = 65^\circ$			$J = 0^\circ$	$J = 42.6^\circ$	$J = 65^\circ$		
15°	21.3°	22.4°	23.2°	22.3°	-1.0°	+ 1.5°	+ 1.9°	+ 8.9°	+ 4.1°	+ 4.8°
30°	17.7°	17.5°	19.3°	18.1°	+1.2°	+ 5.0°	+ 2.2°	+ 7.7°	+ 4.9°	+ 3.8°
38.1°	13.5°	12.6°	14.2°	13.4°	+0.8°	+ 5.9°	+11.3°	+ 8.7°	+ 8.6°	+ 2.7°
40.1°	11.4°	11.7°	10.2°	11.1°	-0.9°	+ 8.5°	+10.6°	+ 8.0°	+ 9.0°	+ 1.8°
42.6°	0.0°	0.0°	0.0°			A totális reflexió határirányai				
45.1°	10.4°	07.5°	10.0°	09.3°	-1.8°	+63.1°	+61.4°	+56.5°	+60.4°	- 3.9°
47.1°	11.7°	11.2°	09.3°	10.7°	-1.4°	+67.2°	+70.8°	+53.0°	+63.7°	-10.7°
60°	15.6°	16.7°	14.2°	15.5°	-1.3°	+72.1°	+69.6°	+60.7°	+67.5°	- 6.8°
75°	17.2°	15.6°	18.7°	17.1°	+1.6°	+83.8°	+77.8°	+69.6°	+77.0°	- 7.4°
82°	17.5°	18.4°	15.9°	17.2°	-1.3°	+77.6°	+85.3°	+72.5°	+78.5°	+ 6.8°
$+ \vartheta_N = 45^\circ$										
15°	43.1°	42.5°	43.6°	43.0°	+0.6°	+ 1.5°	+ 0.0°	+ 1.9°	+ 1.1°	+ 0.8°
30°	34.7°	35.9°	34.9°	35.2°	+0.7°	+ 2.8°	+ 1.9°	+ 1.4°	+ 2.0°	+ 0.8°
38.1°	26.8°	28.7°	29.6°	28.4°	- 2.4°	+ 3.8°	+ 3.2°	+ 3.6°	+ 3.6°	- 0.4°
40.1°	23.5°	23.8°	25.9°	24.4°	+1.5°	+ 6.7°	+ 4.4°	+ 0.4°	+ 3.8°	+ 2.9°
42.6°	0.0°	0.0°	0.0°			A totális reflexió határirányai				
45.1°	20.9°	20.7°	18.5°	20.0°	- 1.5°	+67.7°	+62.4°	+54.0°	+61.4°	- 7.4°
47.1°	24.5°	24.1°	19.9°	22.9°	-3.0°	+68.9°	+65.0°	+57.9°	+63.9°	- 6.0°
60°	32.3°	32.4°	31.7°	32.1°	-0.4°	+68.5°	+67.9°	+57.8°	+64.6°	- 7.2°
75°	35.3°	35.6°	34.4°	35.1°	-0.7°	+78.9°	+76.9°	+75.0°	+76.9°	+ 2.0°
82°	33.3°	33.5°	26.6°	31.1°	-4.5°	+86.8°	+76.9°	+80.6°	+81.5°	- 4.6°

$+ \vartheta_N = 67.5^\circ$										
$+ \omega_N$	$+ k$			$+ \bar{k}$	$\Delta k$	$\varepsilon$			$\varepsilon$	$\Delta \varepsilon$
	$J=0^\circ$	$J=42.6^\circ$	$J=65^\circ$			$J=0^\circ$	$J=42.6^\circ$	$J=65^\circ$		
15°	65.6°	65.7°	65.2°	65.5°	-0.3°	+ 2.1°	+ 0.4°	+ 0.2°	+ 0.9°	+ 1.2°
30°	58.8°	59.1°	59.8°	59.2°	+0.6°	+ 3.5°	+ 0.2°	- 1.4°	+ 0.8°	+ 2.7°
38.1°	50.4°	50.8°	51.1°	50.7°	+0.4°	+ 6.0°	- 0.1°	+ 1.4°	+ 2.4°	+ 3.6°
40.1°	43.8°	45.9°	47.3°	45.7°	-1.9°	+ 7.9°	+ 0.8°	+ 3.2°	+ 4.0°	+ 3.9°
42.6°	0.0°	0.0°	0.0°			A totális reflexió határirányai				
45.1°	41.9°	41.4°	38.5°	40.6°	-2.1°	+64.3°	+58.1°	+50.0°	+57.5°	-7.5°
47.1°	45.2°	43.9°	42.8°	43.9°	+1.3°	+67.3°	+65.2°	+53.8°	+62.1°	-8.3°
60°	56.7°	57.7°	54.2°	56.2°	-2.0°	+67.4°	+68.4°	+59.3°	+65.0°	-5.7°
75°	60.5°	58.9°	58.8°	59.4°	+1.1°	+79.4°	+78.5°	+80.4°	+79.4°	+1.0°
82°	61.5°	58.6°	48.0°	56.0°	-8.0°	+83.5°	+86.5°	-	+85.0°	+1.5°

IV. sorozat: A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

Ide tartozik a 8. ábra, a IV. számú vetületi rajz, 142. oldal.

$+ \vartheta_N = 22 \cdot 5^\circ$										
$+ \omega_N$	$+k$			$+k$	$\Delta k$	$\varepsilon$			$\varepsilon$	$\Delta \varepsilon$
	$J = 0^\circ$	$J = 42 \cdot 6^\circ$	$J = 65^\circ$			$J = 0^\circ$	$J = 42 \cdot 6$	$J = 65^\circ$		
15°	22·0°	23·2°		22·6°	+0·6°	− 0·1°	+ 3·8°		+ 1·9°	+ 1·9°
30°	19·5°	20·9°		20·2°	+0·7°	+ 0·9°	+ 4·9°		+ 2·9°	+ 2·0°
45°	16·3°	18·0°		17·1°	+0·9°	+ 1·7°	+ 4·6°		+ 3·1°	+ 1·5°
60°	12·7°	15·2°		13·9°	+1·3°	+ 4·4°	+ 7·9°		+ 6·2°	+ 1·7°
75°	08·2°	11·2°		09·7°	+1·5°	+ 7·8°	+ 10·7°		+ 9·2°	+ 1·5°
83°	02·8°	07·6°		05·2°	+2·4°	—			—	—
$+ \vartheta_N = 45^\circ$										
15°	43·3°	44·5°		43·9°	+0·6°	+ 1·2°	+ 5·0°		+ 3·1°	+ 1·9°
30°	40·6°	41·8°		41·2°	+0·6°	+ 1·6°	+ 2·2°		+ 1·9°	+ 0·3°
45°	35·7°	36·8°		36·3°	+0·6°	+ 2·9°	+ 2·9°		+ 2·9°	+ 0·0°
60°	28·1°	26·9°		27·5°	+0·6°	+ 5·3°	+ 6·5°		+ 5·9°	+ 0·6°
75°	17·6°	20·3°		18·9°	+1·3°	+ 9·0°	+ 13·6°		+ 11·3°	+ 2·3°
83°	10·4°	17·7°		14·0°	+3·7°	—	—		—	—
$+ \vartheta_N = 67 \cdot 5^\circ$										
15°	66·5°	65·8°		66·1°	+0·4°	+ 3·0°	− 1·1°		+ 0·9°	+ 2·1°
30°	63·7°	63·7°		63·7°	+0·0°	+ 1·9°	− 1·3°		+ 0·3°	+ 1·6°
45°	60·0°	59·8°		59·9°	+0·1°	+ 2·6°	+ 2·0°		+ 2·3°	+ 0·3°
60°	50·7°	56·2°		53·4°	+2·8°	+ 6·0°	+ 5·8°		+ 5·9°	+ 0·1°
75°	37·6°	39·9°		38·7°	+1·2°	+ 10·4°	+ 15·5°		+ 12·9°	+ 2·6°
83°	33·3°	39·3°		36·3°	+3·0°	—	+ 24·2°		+ 24·0°	+ 0·0°

Már a 4. §. táblázatainak gondos megtekintése után is szembetűnő, hogy a különböző beesési szögek esetén keletkezett bármely sugárrendszer bármely sugarának  $k$  és  $\varepsilon$  jellemzői nagy közelítéssel függetlenek a  $J$  beesési szögtől.

A jelen 5. §. táblázatainak összeállítása oly módon történt, hogy a különböző beesési szögek mellett nyert azonos sugárrendszerek megfelelő sugarai  $s$  ezek jellemzői egymás mellé kerültek s így a fenti állítást minden nehézség nélkül áttekinthetővé teszik a számbeli adatok.

A jelölések ugyanolyanok, mint a milyeneket a 4. §. táblázataiban használtunk. Újak csupán:

$\bar{k}$  = a különböző beesési szögek mellett nyert  $k$ -k számtani középértéke és

$\Delta k$  = az ettől való maximális észleleti eltérés.

$\varepsilon$  = hasonló értelemben az  $\varepsilon$ -ok középértéke s

$\Delta \varepsilon$  = az ettől való maximális észleleti eltérés.

Megjegyzések:

A  $\Delta k$  értékei általában kisebbek, mint a  $\Delta \varepsilon$  értékei; tehát a  $k$ -k megegyezése általában jobb, mint az  $\varepsilon$ -oké, de azért a különböző beesési szögek mellett nyert  $\varepsilon$ -ok megegyezése is kielégítőnek nevezhető.

A  $\Delta k$  eltérések csak a nagy elhajlítási szöghöz és a sík határlaphoz közel érintőlegesen haladó vagy a határkúp közelében levő sugaraknál tetemesebbek, de sehol sem haladják meg még ezek sem azokat a lehetséges hibákat, a melyek ezeken a helyeken a jelenségnek több okból származó határozatlansága miatt előre várhatók.

A  $\Delta \varepsilon$  fáziskülönbségeknél beálló eltérések nagyobb voltak az a körülmény igazolhatja, hogy a BABINER-féle kompenzátort hossz tengelyére merőleges irány körül is kellett forgatnunk s tapasztalat szerint az e tengely körül történő forgatásnál jelentkező esetleges beállítási hibák az  $\varepsilon$  értékét érzékenyen befolyásolják.

Ezen megfontolások alól azonban kivételek a már több ízben említett,  $J = 65^\circ$ -nál keletkező IV. sugárrendszer sugarai s

ezért ezek jellemzőit a középértékek képzésekor nem vettük figyelembe.

A mondottak alapján indokolt az az eljárásunk, hogy az I., II., III., IV. vetületi rajzot s azok kiegészítőit a különböző beesési szögek mellett nyert eredmények középértékei alapján szerkesztettük.

A mérések tehát quantitative is igazolták FRÖHLICH tanárnak azt az említett, qualitativ tapasztalatát, hogy a különböző sugárrendszerek jellemzői *függetlenek* a beesés szögétől, ha a beejtett fény polározás- és beesés-síkja egybeesik s egyben igazolják kísérleti úton, függetlenül az elméleteknek a fényre vonatkozó felfogásaitól, hogy a beejtett lineárisan poláros fénysugárnak az az alkotó eleme, a mely a koromrészecskéket másodrendű gerjesztő ezentrumokká, láthatókká teszi, a beesés szögének változtatásakor — a fent említett feltétel mellett — az üveg és levegő sík határlapjához képest helyzetét nem változtathatta, a polározás síkjára tehát csupán *merőleges* lehet.

Így tehát a dolgozat újabb bizonyítékot szolgáltat FRESNEL felfogására, a mely szerint *a fényt gerjesztő vektor merőleges a polározás síkjára a lineárisan poláros fényben.*

E FRESNEL-féle felfogást véve alapul, sikerült FRÖHLICH tanárnak a fentebb leírt módon keletkező jelenségeknek elméleti előállítását is.<sup>1</sup>

Az elméletből folyó értékek merőlegesen beejtett gerjesztő, lineárisan poláros fény esetén a kísérletiekkel a létesült jelenségek pontossága határain belül a legteljesebb megegyezést mutatták (l. a többször idézett utolsó dolgozatot).

Ezek után méltán várhatjuk jelen esetben is, hogy a megegyezés a kísérlet és elmélet eredményei között fenn fog allani, mert hisz fentebb láttuk, hogy a beesés szögének változásával a jelenségnek jellemzői ugyanazok maradtak, mint a melyek merőleges beesésnél voltak. Az összehasonlítást is csak a középértékekre végezzük.

---

<sup>1</sup> L. a 123. oldalon idézett dolgozat 19—23. §-ait.

## A megfigyelések eredményeinek összehasonlítása a Fröhlich-féle elméletből folyó értékekkel.

**6. §.** A táblázatokban használt új jelölések. A háromféle sugárcsoport jellemzőinek számítására szolgáló FRÖHLICH-féle formulák csoportosítása.

Általános megjegyzés:

A jellemzők jelölésére szolgáló betűk a következő táblázatokban «obs.» vagy «calc.», még rövidebben «o» vagy «c» indexet viselnek a megfigyelésekből folyó (observált) értékeknek az elméletből folyó (calculált) értékektől való megkülönböztetésére. A jelzett indextől eltekintve  $\omega_N$ ,  $\vartheta_N$  és  $k$ ,  $\varepsilon$  jelentését már láttuk.

$k$  obs.,  $\varepsilon$  obs. a közvetlenül mérési eredmények redukálásából származott, 4. §-ban levő táblázatokból adódtak; már e mennyiségek e formájukban is teljesen meghatározzák a vektorellipsziseket (a szerkesztéseket ezek alapján végeztem) s az elméletből folyó  $k_c$ ,  $\varepsilon_c$ -vel összevetve már ezek egyezése is igazolhatná esetleg az elméletet; a számokból olvasó szemnek azonban sokkal szemléletesebb, ha  $\alpha_{\text{obs.}}$  és  $K_{\text{obs.}}$  vannak megadva, a hol

$\alpha =$  a lineáris vektornak illetve a  $k$  és  $\varepsilon$  által jellemzett elliptikus vektor nagy tengelyének és a mindenkor elhajlított sugáron meg a kormozott sík határlap normálisán átmenő sík normálisának hajlásszöge,

$K =$  az a szög, a melyre nézve  $tg K$  jelenti a vektor-ellipszis két főtengelyének hányadosát; a melynek nevezője az a féltengely, a mely az előbb említett normálissal  $\frac{\pi}{2} + \alpha$  szöget alkot, szám-lálója pedig az ugyanavval a normálissal  $\alpha$  szöget képező féltengely.

A kísérlet és elmélet összevetésében tehát  $\alpha_{\text{obs.}}$ ,  $K_{\text{obs.}}$  és  $\alpha_{\text{calc.}}$ ,  $K_{\text{calc.}}$  összehasonlítása is szerepel.

$\alpha_{\text{obs.}}$  és  $K_{\text{obs.}}$  értékei  $k_{\text{obs.}}$  és  $\varepsilon_{\text{obs.}}$  értékeiből meghatározhatók. A számításokat az e célra nagyon alkalmas formára hozott:



$$tg(2\alpha_{\text{obs.}}) = tg(2k_{\text{obs.}}) \cos(\varepsilon_{\text{obs.}})$$

és

$$\sin(2K_{\text{obs.}}) = \pm \frac{2tg(k_{\text{obs.}})}{1+tg^2(k_{\text{obs.}})} \cdot \sin(\varepsilon_{\text{obs.}})$$

FRÖHLICH-féle formulák segélyével végeztem (l. utolsó dolgozat: 12—17. §§.).

A  $k_{\text{calc.}}$  és  $\varepsilon_{\text{calc.}}$  mennyiségek s az ezekből a fentihez hasonló úton kiszámítható  $a_{\text{calc.}}$ ,  $K_{\text{calc.}}$  mennyiségek meghatározására az említett utolsó dolgozat 18—23. §-aiban levezetett FRÖHLICH-féle formulákat használtam, a melyek;

1. *Levegőbe* szétszórt és benne zavartalanul terjedő sugarakra nézve (l. 21. §.).

$$tg(\alpha_c) = tg\vartheta_N \cos \omega_N. \quad (1)$$

Az ilyen sugár az elmélet szerint lineárisan poláros és így:

$$k_{\text{calc.}} = a_{\text{calc.}}$$

2. *Az üvegyanyagba* szétszórt és benne a teljes visszaverődés kúpján *belül* zavartalanul haladó sugarakra nézve (22. §)

$$tg\alpha_c = \frac{\cos \chi}{\cos(\chi - \omega_N)} tg\vartheta_N,$$

a hol még

$$\sin \chi = n \cdot \sin \omega_N; \quad n > 1; \quad (2)$$

és e mellett

$$0 \leq \omega_N \leq \arcsin\left(\frac{1}{n}\right).$$

Az ilyen sugár a FRÖHLICH-féle elmélet szerint szintén *lineárisan* poláros, tehát

$$k_{\text{calc.}} = a_{\text{calc.}}$$

3. *Az üvegyanyagba* szétszórt és benne a teljes visszaverődés kúpján *kívül* zavartalanul haladó sugarakra nézve (23. §)

$$tg(\varepsilon_c) = + \frac{n \sin^2 \omega_N}{\cos \omega_N \sqrt{n^2 \sin^2 \omega_N - 1}},$$

$$\operatorname{tg}(k_c) = \frac{\cos(\varepsilon_c)}{\cos \omega_N} \operatorname{tg} \vartheta_N; \quad (3)$$

$$\operatorname{tg}(2\alpha_c) = \operatorname{tg}(2k_c) \cos(\varepsilon_c),$$

$$\sin(2k_c) = \pm \frac{2 \operatorname{tg}(k_c)}{1 + \operatorname{tg}^2(k_c)} \sin(\varepsilon_c).$$

Az ilyen sugár az elmélet szerint ellipszisben poláros.

**7. §.** Az üvegfélgömbön végzett megfigyelések eredményeinek összehasonlítása az elméletből folyó adatokkal.

A III. és IV. sugárrendszer sugarainak jellemzőit tehát a 6. §. (1) formulája s az I., II. sugárrendszer sugarainak jellemzőit a 6. §. (2) és (3) formulái alapján számítottuk.

A III. és IV. sugárrendszer megfigyelt jellemzői az elméletből folyó circumaxiális, illetve meridinális vektorrendszer jellemzőivel szép megegyezést mutatnak e táblázatok differenciás rovatainak tanulsága szerint. Csupán a nagyobb mértékben elhajlított és a kormozás felől a sík határlapot közel érintőlegesen elhagyó sugarak mutatnak nagyobb eltérést az említett törvényszerűségtől s a lineáris vektor jellegtől.

Ez utóbbi eltéréseket indokolja az a körülmény, hogy az érintőlegesebben haladó sugarak polárossági állapotát a szomszédos koromrészecek sugárzása zavaróan befolyásolhatja (FRÖHLICH).

Az I. és II. sugárrendszerben az observált és calculált  $k$  értékek szép megegyezést mutatnak. Eltérések csupán — a már több ízben említett — nehezebben megfigyelhető sugarakra nézve merültek fel.

Az  $\varepsilon$ -ok is a fent említett nehezebben megfigyelhető (érintőlegesen haladó és a határkúp közelében levő) sugarak esetén nagyobb eltéréseket mutattak az elméletből folyó  $\varepsilon_c$ -ktől. Azonban az  $\varepsilon_{\text{obs.}}$ -től függő  $\alpha_{\text{obs.}}$  és  $K_{\text{obs.}}$  kielégítő megegyezésben vannak az elmélettel, a mely körülmény annál inkább megnyugtató, mert az ellipszisek formáját ezek szerint az  $\varepsilon$ -okban szereplő eltérések, hibák csak kisebb mértékben befolyásolják.

Ezek alapján a kísérlet és elmélet szolgáltatja adatok megegyezése az I., II. sugárrendszerre nézve is kielégítőnek tekinthető.

Első főeset (1. ábra). Napfény közvetlenül levegőből esik a kormozott lapra. A megfigyelések középértékei szerepelnek.

*I. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.*

$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
22·5°	15°	21·2°	21·1°	+ 0·1°	1·2°	0·0°	+ 1·2°	21·2°	21·1°	+ 0·1°	0·4°	0·0°	+ 0·4°
22·5°	30°	16·8°	16·4°	+ 0·4°	0·8°	0·0°	+ 0·8°	16·8°	16·4°	+ 0·4°	0·2°	0·0°	+ 0·2°
22·5°	38·1°	12·3°	10·9°	+ 1·4°	0·8°	0·0°	+ 0·8°	12·3°	10·9°	+ 1·4°	0·2°	0·0°	+ 0·2°
22·5°	40·1°	11·4°	8·6°	+ 2·8°	1·2°	0·0°	+ 1·2°	11·4°	8·6°	+ 2·8°	0·2°	0·0°	+ 0·2°
22·5°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
22·5°	45·1°	11·4°	9·4°	+ 2·0°	61·6°	73·6°	-12·0°	5·6°	2·8°	+ 2·8°	9·9°	9·0°	+ 0·9°
22·5°	47·1°	12·5°	11·5°	+ 1·0°	63·9°	70·4°	- 6·5°	5·8°	4·1°	+ 1·7°	11·2°	10·8°	+ 0·4°
22·5°	60°	16·4°	16·1°	+ 0·3°	64·0°	70·1°	- 6·1°	7·9°	6·0°	+ 1·9°	14·5°	15·0°	- 0·5°
22·5°	75°	17·0°	16·7°	+ 0·3°	71·2°	79·9°	- 8·0°	6·1°	3·5°	+ 2·6°	12·4°	16·4°	- 4·0°
22·5°	82°	20·9°	16·9°	+ 4·0°	77·6°	84·1°	- 6·5°	5·4°	1·9°	+ 3·5°	20·2°	16·8°	+ 3·4°
45°	15°	42·4°	42·9°	- 0·5°	1·1°	0·0°	+ 1·1°	42·4°	42·9°	- 0·5°	0·5°	0·0°	+ 0·5°
45°	30°	35·5°	35·3°	+ 0·2°	1·9°	0·0°	+ 1·9°	35·5°	35·3°	+ 0·2°	0·9°	0·0°	+ 0·9°
45°	38·1°	26·0°	24·9°	+ 1·1°	1·8°	0·0°	+ 1·8°	26·0°	24·9°	+ 1·1°	0·7°	0·0°	+ 0·7°
45°	40·1°	22·1°	19·9°	+ 2·2°	1·5°	0·0°	+ 1·5°	22·1°	19·9°	+ 2·2°	0·5°	0·0°	+ 0·5°
45°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
45°	45·1°	21·6°	21·8°	- 0·2°	62·0°	73·6°	- 11·6°	11·8°	7·5°	+ 4·3°	18·1°	20·7°	- 2·6°
45°	47·1°	24·3°	26·2°	- 1·9°	59·5°	70·4°	- 10·9°	14·9°	11·8°	+ 3·1°	20·1°	24·2°	- 4·1°
45°	60°	33·4°	34·8°	- 1·4°	62·7°	70·1°	- 7·4°	23·4°	21·2°	+ 2·2°	27·4°	30·9°	- 3·5°
45°	75°	34·1°	35·9°	- 1·8°	70·9°	79·2°	- 8·3°	19·6°	15·0°	+ 4·6°	30·7°	34·5°	- 3·8°
45°	82°	36·0°	36·3°	- 0·3°	84·7°	84·1°	+ 0·6°	7·9°	9·0°	- 1·1°	35·7°	35·8°	- 0·1°

$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
67·5°	15°	66·0°	66·0°	0·0°	0·5°	0·0°	+ 0·5°	66·0°	66·0°	0·0°	0·2°	0·0°	+ 0·2°
67·5°	30°	59·2°	59·7°	- 0·5°	0·1°	0·0°	+ 0·1°	59·2°	59·7°	- 0·5°	0·0°	0·0°	0·0°
67·5°	38·1°	47·9°	48·3°	- 0·4°	0·2°	0·0°	+ 0·2°	47·9°	48·3°	- 0·4°	0·1°	0·0°	+ 0·1°
67·5°	40·1°	41·5°	41·2°	+ 0·3°	0·6°	0·0°	+ 0·6°	41·5°	41·2°	+ 0·3°	0·3°	0·0°	+ 0·3°
67·5°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
67·5°	45·1°	41·2°	44·0°	- 2·8°	58·3°	73·6°	- 15·3°	37·9°	41·5°	- 3·6°	28·8°	36·7°	- 7·9°
67·5°	47·1°	47·3°	49·9°	- 2·6°	62·2°	70·4°	- 8·2°	49·8°	58·8°	- 9·0°	30·9°	33·9°	- 3·0°
67·5°	60°	57·4°	59·2°	- 1·8°	63·3°	70·1°	- 6·8°	67·9°	73·9°	- 6·0°	27·1°	27·9°	- 0·8°
67·5°	75°	57·2°	60·3°	- 2·9°	73·4°	79·2°	- 5·8°	73·9°	81·2°	- 7·3°	30·4°	28·9°	+ 1·5°
67·5°	82°	55·6°	60·6°	- 5·0°	71·0°	84·1°	- 13·1°	70·1°	85·2°	- 15·1°	30·9°	29·2°	+ 1·7°

III. sorozat : A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
22·5°	15°	22·7°	21·8°	+0·9°	1·1°	0·0°	+ 1·1°	22·7°	21·8°	+0·9°	0·4°	0·0°	+ 0·4°
22·5°	30°	20·5°	19·7°	+0·8°	2·0°	0·0°	+ 2·0°	20·5°	19·7°	+0·8°	0·7°	0·0°	+ 0·7°
22·5°	45°	19·9°	16·3°	+3·6°	7·8°	0·0°	+ 7·8°	19·7°	16·3°	+3·4°	2·5°	0·0°	+ 2·5°
22·5°	60°	13·5°	11·7°	+1·8°	8·2°	0·0°	+ 8·2°	13·4°	11·7°	+1·7°	1·9°	0·0°	+ 1·9°
22·5°	75°	10·4°	6·1°	+4·3°	14·1°	0·0°	+14·1°	10·1°	6·1°	+4·0°	2·5°	0·0°	+ 2·5°
22·5°	83°	4·8°	2·9°	+1·9°	24·8°	0·0°	+24·8°	4·4°	2·9°	+1·5°	2·0°	0·0°	+ 2·0°
45°	15°	43·8°	44·0°	-0·2°	0·8°	0·0°	+ 0·8°	43·8°	44·0°	-0·2°	0·4°	0·0°	+ 0·4°
45°	30°	42·3°	40·9°	+1·4°	3·1°	0·0°	+ 3·1°	42·3°	40·9°	+1·4°	1·5°	0·0°	+ 1·5°
45°	45°	35·9°	35·3°	+0·6°	4·1°	0·0°	+ 4·1°	35·9°	35·3°	+0·6°	1·9°	0·0°	+ 1·9°
45°	60°	29·8°	26·6°	+3·2°	7·2°	0·0°	+ 7·2°	29·7°	26·6°	+3·1°	3·1°	0·0°	+ 3·1°
45°	75°	20·1°	14·5°	+5·6°	19·8°	0·0°	+19·8°	19·3°	14·5°	+4·8°	6·3°	0·0°	+ 6·3°
45°	83°	14·8°	6·9°	+7·9°	21·1°	0·0°	+21·1°	13·9°	6·9°	+7·0°	5·1°	0·0°	+ 5·1°
67·5°	15°	65·8°	66·8°	-1·0°	2·8°	0·0°	+ 2·8°	65·9°	66·8°	-0·9°	1·0°	0·0°	+ 1·0°
67·5°	30°	62·8°	64·4°	-1·6°	4·8°	0·0°	+ 4·8°	62·8°	64·4°	-1·6°	1·9°	0·0°	+ 1·9°
67·5°	45°	58·6°	59·6°	-1·0°	6·3°	0·0°	+ 6·3°	58·6°	59·6°	-1·0°	2·8°	0·0°	+ 2·8°
67·5°	60°	51·4°	50·4°	+1·0°	7·6°	0·0°	+ 7·6°	51·4°	50·4°	+1·0°	3·7°	0·0°	+ 3·7°
67·5°	75°	38·1°	32·0°	+6·1°	15·3°	0·0°	+15·3°	37·9°	32·0°	+5·9°	7·4°	0·0°	+ 7·4°
67·5°	83°	26·2°	16·4°	+9·8°	26·2°	0·0°	+26·2°	24·6°	16·4°	+8·2°	10·2°	0·0°	+10·2°

Második főeset (2. ábra): Napfény üveganyagon át esik a kormozott lapra.

II. sorozat: Az üvegbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
22·5°	15°	22·3°	21·1°	+1·2°	4·1°	0·0°	+ 4·1°	22·3°	21·1°	+1·2°	1·5°	0·0°	+1·5°
22·5°	30°	18·1°	16·4°	+1·7°	4·9°	0·0°	+ 4·9°	18·1°	16·4°	+1·7°	1·5°	0·0°	+1·5°
22·5°	38·1°	13·4°	10·9°	+2·5°	8·6°	0·0°	+ 8·6°	13·3°	10·9°	+2·4°	1·9°	0·0°	+1·9°
22·5°	40·1°	11·1°	8·6°	+2·5°	9·0°	0·0°	+ 9·0°	10·9°	8·6°	+2·3°	1·7°	0·0°	+1·7°
22·5°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
22·5°	45·1°	09·3°	9·4°	-0·1°	60·4°	73·6°	-13·2°	4·7°	2·8°	+1·9°	8·0°	9·0°	-1·0°
22·5°	47·1°	10·7°	11·5°	-0·8°	63·7°	70·4°	- 6·7°	4·8°	4·1°	+0·7°	9·5°	10·8°	-1·3°
22·5°	60°	15·5°	16·1°	-0·6°	67·5°	70·1°	- 2·6°	6·5°	6·0°	+0·5°	14·2°	15·0°	-0·8°
22·5°	75°	17·1°	16·7°	+0·4°	77·0°	79·2°	- 2·2°	4·4°	3·5°	+0·9°	16·6°	16·4°	+0·2°
22·5°	82°	17·2°	16·9°	+0·3°	78·5°	84·1°	- 5·6°	3·9°	1·9°	+2·0°	16·8°	16·8°	0·0°
45°	15°	43·0°	42·9°	+0·1°	1·1°	0·0°	+ 1·1°	43·0°	42·9°	+0·1°	0·6°	0·0°	+0·6°
45°	30°	35·2°	35·3°	-0·1°	2·0°	0·0°	+ 2·0°	35·1°	35·3°	-0·2°	0·9°	0·0°	+0·9°
45°	38·1°	28·4°	24·9°	+3·5°	3·6°	0·0°	+ 3·6°	28·3°	24·9°	+3·4°	1·5°	0·0°	+1·5°
45°	40·1°	24·4°	19·9°	+4·5°	3·8°	0·0°	+ 3·8°	24·4°	19·9°	+4·5°	1·4°	0·0°	+1·4°
45°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
45°	45·1°	20·0°	21·8°	-1·8°	61·4°	73·6°	-12·2°	8·6°	7·5°	+1·1°	17·2°	20·7°	-3·5°
45°	47·1°	22·9°	26·2°	-3·3°	63·9°	70·4°	- 6·5°	12·1°	11·8°	+0·3°	20·0°	24·2°	-4·2°
45°	60°	32·1°	34·8°	-2·7°	64·6°	70·1°	- 5·5°	20·8°	21·2°	-0·4°	27·2°	30·9°	-3·7°
45°	75°	35·1°	35·9°	-0·8°	76·9°	79·2°	- 2·3°	16·0°	15·0°	+1·0°	33·2°	34·5°	-1·3°
45°	82°	31·1°	36·3°	-5·2°	81·5°	84·1°	- 2·6°	7·9°	9·0°	-1·1°	30·5°	35·8°	-5·3°



$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
67·5°	15°	65·5°	66·0°	-0·5°	0·9°	0·0°	+ 0·9°	65·5°	66·0°	- 0·5°	0·3°	0·0°	+0·3°
67·5°	30°	59·2°	59·7°	-0·5°	0·8°	0·0°	+ 0·8°	59·2°	59·7°	- 0·5°	0·3°	0·0°	+0·3°
67·5°	38·1°	50·7°	48·3°	+2·4°	2·4°	0·0°	+ 2·4°	50·7°	48·3°	+ 2·4°	1·2°	0·0°	+1·2°
67·5°	40·1°	45·7°	41·2°	+4·5°	4·0°	0·0°	+ 4·0°	45·5°	41·2°	+ 4·3°	2·0°	0·0°	+2·0°
67·5°	42·6°	0·0°											
A totális reflexió határirányai													
67·5°	45·1°	40·6°	44·0°	-3·4°	57·5°	73·6°	-16·1°	36·9°	41·5°	- 4·6°	28·2°	36·7°	-8·5°
67·5°	47·1°	43·9°	49·9°	-6·0°	62·1°	70·4°	- 8·3°	42·8°	58·8°	-16·0°	31·0°	33·9°	-2·9°
67·5°	60°	56·2°	59·2°	-3·0°	65·0°	70·1°	- 5·1°	67·1°	73·9°	- 6·8°	28·5°	27·9°	+0·6°
67·5°	75°	59·4°	60·3°	-0·9°	79·4°	79·2°	+ 0·2°	80·8°	81·2°	- 0·4°	29·7°	28·9°	+0·8°
67·5°	82°	56·0°	60·6°	-4·6°	85·0°	84·1°	+ 0·9°	83·8°	85·2°	- 1·4°	33·7°	29·2°	+4·5°

IV. sorozat : A levegőbe szétszórt sugarak polárossági állapota.

$+\vartheta_N$	$+\omega_N$	$+k_{\text{obs.}}$	$+k_{\text{calc.}}$	$k_0 - k_c$	$+\varepsilon_{\text{obs.}}$	$+\varepsilon_{\text{calc.}}$	$\varepsilon_0 - \varepsilon_c$	$+\alpha_{\text{obs.}}$	$+\alpha_{\text{calc.}}$	$\alpha_0 - \alpha_c$	$+K_{\text{obs.}}$	$+K_{\text{calc.}}$	$K_0 - K_c$
22·5°	15°	22·6°	21·8°	+ 0·8°	1·9°	0·0°	+ 1·9°	22·5°	21·8°	+ 0·7°	0·7°	0·0°	+0·7°
22·5°	30°	20·2°	19·7°	+ 0·5°	2·9°	0·0°	+ 2·9°	20·2°	19·7°	+ 0·5°	0·9°	0·0°	+0·9°
22·5°	45°	17·1°	16·3°	+ 0·8°	3·1°	0·0°	+ 3·1°	17·1°	16·3°	+ 0·8°	0·9°	0·0°	+0·9°
22·5°	60°	13·9°	11·7°	+ 2·2°	6·2°	0·0°	+ 6·2°	13·9°	11·7°	+ 2·2°	1·4°	0·0°	+1·4°
22·5°	75°	9·7°	6·1°	+ 3·6°	9·2°	0·0°	+ 9·2°	9·5°	6·1°	+ 3·4°	1·5°	0·0°	+1·5°
22·5°	83°	5·2°	2·9°	+ 2·3°	—	0·0°	—	4·9°	2·9°	+ 2·0°	1·8°	0·0°	+1·8°
45°	15°	43·9°	44·0°	— 0·1°	3·1°	0·0°	+ 3·1°	43·9°	44·0°	— 0·1°	1·6°	0·0°	+1·6°
45°	30°	41·2°	40·9°	+ 0·3°	1·9°	0·0°	+ 1·9°	41·2°	40·9°	+ 0·3°	0·9°	0·0°	+0·9°
45°	45°	36·3°	35·3°	+ 1·0°	2·9°	0·0°	+ 2·9°	36·2°	35·3°	+ 0·9°	1·4°	0·0°	+1·4°
45°	60°	27·5°	26·6°	+ 0·9°	5·9°	0·0°	+ 5·9°	27·4°	26·6°	+ 1·2°	2·4°	0·0°	+2·4°
45°	75°	18·9°	14·5°	+ 4·4°	11·3°	0·0°	+11·3°	18·7°	14·5°	+ 4·2°	3·5°	0·0°	+3·5°
45°	83°	14·0°	6·9°	+ 7·1°	—	0·0°	—	13·3°	6·9°	+ 6·4°	4·6°	0·0°	+4·6°
67·5°	15°	66·1°	66·8°	— 0·7°	0·9°	0·0°	+ 0·9°	66·1°	66·8°	— 0·7°	0·4°	0·0°	+0·4°
67·5°	30°	63·7°	64·4°	— 0·7°	0·3°	0·0°	+ 0·3°	63·7°	64·4°	— 0·7°	0·1°	0·0°	+0·1°
67·5°	45°	59·9°	59·6°	+ 0·3°	2·3°	0·0°	+ 2·3°	59·9°	59·6°	+ 0·3°	1·0°	0·0°	+1·0°
67·5°	60°	53·4°	50·4°	+ 3·0°	5·9°	0·0°	+ 5·9°	53·5°	50·4°	+ 3·1°	2·8°	0·0°	+2·8°
67·5°	75°	38·7°	32·0°	+ 6·7°	12·9°	0·0°	+12·9°	38·5°	32·0°	+ 6·5°	6·3°	0·0°	+6·3°
67·5°	83°	36·3°	16·4°	+19·9°	24·0°	0·0°	+24·0°	35·8°	16·4°	+19·4°	9·5°	0·0°	+9·5°

Ez a megegyezés újólag tanúsítja, hogy a keletkezett jelenségeknek Fröhlich-féle elméleti értelmezése helyes.

**8. §.** Az elhajlitott, szétszórt sugarak fényerősségi viszonyai, valamint fáziskülönbségei és a  $\vartheta_N$  között fennálló tapasztalati és elméleti összefüggés.

Az eddig végzett mérések arra is alkalmasak, hogy következtetést lehessen vonni, «mennyiben felelnek meg az elhajlitott sugarak vektorösszetevőinek amplitúdói annak a követelménynek, hogy ezek a beejtett, gerjesztő sugár amplitúdója megfelelő vetületeivel arányosak legyenek». (L. 30. §. 91. oldal.)

A FRÖHLICH-féle elmélet kialakításában is ezen (a visszaverődésnél, törésnél és teljes visszaverődésnél szereplő) alap-tapasztalat fontos szerepet játszik s ép ezért nem csekély jelentőségű az a kérdés, hogy fennáll-e a szétszórt sugarakra nézve is?

A  $k_{\text{obs.}}$  (s ezzel együtt a  $tg(k_{\text{obs.}})$ ) értékeknek az elméletből, (a mely a fenti alapelvet tartalmazza) származó értékekkel való kielégítő megegyezése (7. §.) --- bár burkoltan --- igenlőleg válaszol.

A jelen dolgozatban sem történtek abszolút fényerősségmeghatározások, csupán az előbb említett megegyezést fejezzük ki áttetszőbb formában — FRÖHLICH szerint —, ha a 6. §-ban levő (1), (2), (3) formulák sorában szereplő  $tg(k_c)$  és  $tg(k_o)$  kifejezéseit olyan sugarakra vonatkoztatjuk, a melyekre  $n$  és  $\omega_N$  változatlan,  $\vartheta_N$  pedig változó. Az ilyen sugarak ugyanis a

$$tg k'_o : tg k''_o : tg k'''_o = tg \vartheta' : tg \vartheta'' : tg \vartheta''' \quad (1)$$

feltételnek tesznek eleget, a három sugárcsoport közül bármelyikhez tartozzanak is.

[ $\vartheta'$ ,  $\vartheta''$ ,  $\vartheta'''$  a  $\vartheta_N = 22.5^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $67.5^\circ$  rövidebb jelölése,  $k'_o$ ,  $k''_o$ ,  $k'''_o$  pedig a fenti  $\vartheta_N$  értékekhez tartozó megfelelő observált  $k$  értékeket jelenti.]

A következő táblázatok a fenti (1) tételnek részeiben történő bizonyítására szolgálnak, a mennyiben (1) még így is írható:

$$\frac{tg(k'_o)}{tg(k'''_o)} = \frac{tg \vartheta''}{tg \vartheta'''}; \quad \frac{tg(k''_o)}{tg(k'_o)} = \frac{tg \vartheta'''}{tg \vartheta'}; \quad \frac{tg(k'_o)}{tg(k''_o)} = \frac{tg \vartheta'}{tg \vartheta''}. \quad (2)$$

## I. sorozatra nézve:

$+\omega_N$	$\vartheta' = 22.2^\circ$	$\vartheta'' = 45^\circ$	$\vartheta''' = 67.5^\circ$	$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0'')}$
	$+k'_{\text{obs.}}$	$+k''_{\text{obs.}}$	$+k'''_{\text{obs.}}$			
15°	21.2°	42.4°	66.0°	0.406	5.79	0.425
30°	16.8°	35.5°	59.2°	0.425	5.56	0.423
38.1°	12.3°	26.0°	47.9°	0.442	5.06	0.447
40.1°	11.4°	22.1°	41.5°	0.457	4.38	0.498
42.6°	0.0°			A totális reflexió határirányai		
45.1°	11.4°	21.6°	41.2°	0.453	4.37	0.505
47.1°	12.5°	24.3°	47.3°	0.417	4.88	0.491
60°	16.4°	33.4°	57.4°	0.421	5.32	0.446
75°	17.0°	34.1°	57.2°	0.437	5.07	0.451
82°	20.9°	36.0°	55.6°	0.497	3.84	0.416

Az utolsó három rovat középértékei:

$$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0''')} = 0.439; \quad \frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')} = 4.92; \quad \frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0')} = 0.456, \text{ míg}$$

$$\frac{\text{tg } \vartheta''}{\text{tg } \vartheta'''} = 0.414; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'''}{\text{tg } \vartheta'} = 5.83; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'}{\text{tg } \vartheta''} = 0.414.$$

## II. sorozatra nézve:

$+\omega_N$	$\vartheta' = 22.5^\circ$	$\vartheta'' = 45^\circ$	$\vartheta''' = 67.5^\circ$	$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0'')}$
	$+k'_{\text{obs.}}$	$+k''_{\text{obs.}}$	$+k'''_{\text{obs.}}$			
15°	22.3°	43.0°	65.5°	0.425	5.36	0.438
30°	18.1°	35.2°	59.2°	0.420	5.13	0.463
38.1°	13.4°	28.4°	50.7°	0.441	5.19	0.436
40.1°	11.1°	24.4°	45.7°	0.455	5.29	0.424
42.6°	0.0°			A totális reflexió határirányai		
45.1°	09.3°	20.0°	40.6°	0.425	5.24	0.449
47.1°	10.7°	22.9°	43.9°	0.437	5.11	0.448
60°	15.5°	32.1°	56.2°	0.421	5.39	0.441
75°	17.1°	35.1°	59.4°	0.415	5.48	0.439
82°	17.2°	31.1°	56.0°	0.406	4.78	0.514

$$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0''')} = 0.427; \quad \frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')} = 5.22; \quad \frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0')} = 0.450, \text{ míg}$$

$$\frac{\text{tg } \vartheta''}{\text{tg } \vartheta'''} = 0.414; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'''}{\text{tg } \vartheta'} = 5.83; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'}{\text{tg } \vartheta''} = 0.414.$$

## III. sorozatra nézve:

$+ \omega_N$	$\vartheta' = 22.5^\circ$	$\vartheta'' = 45^\circ$	$\vartheta''' = 67.5^\circ$	$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0''')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0')}{\text{tg}(k_0'')}$
	$+k'_{\text{obs.}}$	$+k''_{\text{obs.}}$	$+k'''_{\text{obs.}}$			
15°	22.7°	43.8°	65.8°	0.427	5.36	0.436
30°	20.5°	42.3°	62.8°	0.466	5.20	0.412
45°	19.9°	35.9°	58.6°	0.441	4.59	0.494
60°	13.5°	29.8°	51.4°	0.455	5.26	0.418
75°	10.4°	20.1°	38.1°	0.449	4.36	0.511
83°	4.8°	14.8°	26.2°	0.541	5.98	0.309

$$\frac{\overline{\text{tg}(k_0'')}}{\overline{\text{tg}(k_0''')}} = 0.463; \quad \frac{\overline{\text{tg}(k_0''')}}{\overline{\text{tg}(k_0')}} = 5.13; \quad \frac{\overline{\text{tg}(k_0')}}{\overline{\text{tg}(k_0'')}} = 0.430, \text{ mig}$$

$$\frac{\text{tg } \vartheta''}{\text{tg } \vartheta'''} = 0.414; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'''}{\text{tg } \vartheta'} = 5.83; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'}{\text{tg } \vartheta''} = 0.414.$$

## IV. sorozatra nézve:

$+ \omega_N$	$\vartheta' = 22.5^\circ$	$\vartheta'' = 45^\circ$	$\vartheta''' = 67.5^\circ$	$\frac{\text{tg}(k_0'')}{\text{tg}(k_0''')}$	$\frac{\text{tg}(k_0''')}{\text{tg}(k_0')}$	$\frac{\text{tg}(k_0')}{\text{tg}(k_0'')}$
	$+k'_{\text{obs.}}$	$+k''_{\text{obs.}}$	$+k'''_{\text{obs.}}$			
15°	22.6°	43.9°	66.1°	0.425	5.43	0.432
30°	20.2°	41.2°	63.7°	0.433	5.51	0.420
45°	17.1°	36.3°	59.9°	0.425	5.60	0.420
60°	13.9°	27.5°	53.4°	0.384	5.48	0.475
75°	09.7°	18.9°	38.7°	0.415	4.76	0.498
83°	05.2°	14.0°	36.3°	0.328	8.41	0.362

$$\frac{\overline{\text{tg}(k_0'')}}{\overline{\text{tg}(k_0''')}} = 0.402; \quad \frac{\overline{\text{tg}(k_0''')}}{\overline{\text{tg}(k_0')}} = 5.86; \quad \frac{\overline{\text{tg}(k_0')}}{\overline{\text{tg}(k_0'')}} = 0.435, \text{ mig}$$

$$\frac{\text{tg } \vartheta''}{\text{tg } \vartheta'''} = 0.414; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'''}{\text{tg } \vartheta'} = 5.83; \quad \frac{\text{tg } \vartheta'}{\text{tg } \vartheta''} = 0.414.$$

A táblázatok három utolsó rovata több-kevesebb közelítéssel ezt a tételt (2) igazolja, nagyobb eltérések a már több ízben említett sugaraknál észlelhetők csupán; ha azonban a három utolsó rovatnak középértékeit képezzük s a (2)-be azokat helyettesítjük, a megegyezés elég tűrhetőnek látszik.

Végül nagy közelítéssel helyes az a kijelentés is, hogy az  $\epsilon$ -ok függetlenek a  $\vartheta_N$ -ktől a megfigyelésben is.

**9. §.** Az eredmények összefoglalása. Befejező megjegyzések.

A dolgozatban közölt mérési eredmények a következők:

1. *Igazolják* FRÖHLICH tanár azon kvalitatív tapasztalát, hogy a levegő és üveg határfelületén elhelyezett koromszemecskékből (másodrendű gerjesztő középpontokból) a levegőbe és az üvegbe terjedő sugárrendszerek jellemzői függetlenek a beejtett fény beesési szögétől, hogyha ennek beesési és polározási síkjai egybeesnek; ezzel FRESNEL ama feltevését is erősítik, *hogy a lineárisan poláros fényben a fényt gerjesztő vektor merőleges a polározás síkjára* (l. 5. §.).

2. *Igazolják a fent említett jelenségeknek Fröhlich-féle értelmezését*, a mely szerint a levegőben és az üvegben keletkezett sugárrendszerek a másodrendű gerjesztő középpontból kiinduló, a beejtett fény polározás-síkjának e középponton átmenő normálisával, mint tengellyel bíró *meridionális* rendszerek szülöttei (l. 7. §.).

E mellett szól még az intenzitásviszonyoknak az elmélettel való elég kielégítő összhangzása is (8. §.).

Ugyancsak a mérések számadatai hívják fel figyelmünket a  $J = 65^\circ$  beesési szögnél keletkező IV. sugárrendszerre és annak *isogonális* természetére, a mely szoros összefüggésben levőnek látszik a teljes visszaverődésnél mutatkozó jelenségekkel, a melyek felderítése még a következő mérések feladata lehet (FRÖHLICH).

\*

Végezetül legyen szabad e helyen a jelen dolgozat létesülésére vonatkozó néhány adatot megjegyezniem.

A dolgozatunk sem tárgya, sem megfigyelési módszere nem sajátom.



Hosszú évtizedeknek munkája és tapasztalata vezethet csupán az ilyen leheletszerűen finom jelenségek felismerésére, kutatásának módjára és kiaknázásának terveire.

Mindez FRÖHLICH egyetemi tanáraé.

Részem csak az a fizikai megfigyelési, rendezési és számításbeli munka, a melyet ezen számos éven át folytatott kísérleti sorozatban egy láncszem kovácsolására fordítottam.

A dolgozatra való megbizásért s a használt mérőeszközökért FRÖHLICH tanárnak tartozom meleg köszönettel és hálával.

Ugyancsak az ő szíves közbenjárására volt kegyes br. Eötvös Loránd egyetemi tanár az 1911. év június végétől szeptember elejéig terjedő mérőkísérletekre a Kir. Magy. Tud. Egyetem Fizikai Intézetének «Nagytermé»-t átengedni, a melyért e helyen meleg köszönettel és hálával adózom.

Hálás köszönettel tartozom még Karádi Győző és Novák Kálmán jászberényi főgimnáziumi tanároknak, a kik részben a  $1_2$  méteres átmérőjű vetületi rajzok 10 cm. átmérőjű fotográfiáit s részben a rajzok kihúzását végezték.

A dolgozatban körülbelől 10,000 mérést tartalmazó adathalmaz középértékei szerepelnek, a melyeknek redukálását és az elmélettel való összehasonlítását, valamint az eredményeket feltüntető szerkesztéseket az 1911/12. tanévben végeztem.

A dolgozatban levő 1., 2., 4. ábrát egészen, a 3. ábrát részben FRÖHLICH tanár utolsó dolgozatából vettem át. A vetületi rajzokat és a 3a. ábrát, valamint a táblázatokat az ugyancsak ott levők nyomán készítettem.

# A BACILLUS ANTHRACIS ÉS A VELE ROKON SAPROPHYTA BAKTERIUMOK VÉRSEJTOLDÓ KÉPESSÉGE.<sup>1</sup>

JÁRMAI KÁROLY-tól.

A pathogen bakteriumok megbetegítő hatása az állati szervezetre az általuk termelt anyagok természete szerint változó. A míg a proteinek termelő bakteriumok gyuladást és lázt gerjesztenek, addig a toxinokat termelő bakteriumok elsősorban azokat a szöveteket támadják meg, melyek sejtjei a toxinok iránt chemiai affinitással bírnak. Ily affinitásuk van a vörös vérsejteknek bizonyos bakteriumok termékeivel szemben, melyeket, minthogy a vérsejtek protoplasmáját feloldják, *haemolysineknek* vagy *haemotoxinoknak* nevezünk.

Sok *hæmolysintermelő* bakterium ismeretes, klinikai jelentőséget azonban a *hæmolysinnek* általában csak azoknál a bakteriumoknál tulajdonítanak, melyeknél más mérges anyagokat nem sikerült eddig kimutatni. A vérsejtoldó pathogen bakteriumok közül legismertebbek a staphylococcusok és a streptococcusok, melyekről NEISSER és WECHSBERG, valamint NIETER vizsgálatai megállapították, hogy csak a genyesedő folyamatokból kitenyészett varietások termelnek *hæmolysint*, míg a porban, a levegőben, az egészséges nyálkahártyákon és a tejben talált saprophyták *hæmolysint* nem termelnek. Kétségtelen, hogy ezen szabály alól számtalan kivétel fordul elő, mert pl. SOLOMON és SCHOTT-MÜLLER észlelte, hogy a pathogen streptococcusok közül is

---

<sup>1</sup> Közlemény a magy. kir. állatorvosi főiskola járványtani intézetéből.  
Vezető: HUTYRA FERENCZ dr.

sok varietás nem hæmolyzál. Mindamellettt valamely streptococcusféleség vizsgálatakor annak ilyen képességére súlyt kell helyezni, mert POPPEL vizsgálatai szerint minél jobban oldja valamely streptococcus a vörös véresejteket, annál patogenezőbb lehet, annak ellenére, hogy a hæmolysintermelő képesség nem tekintethető a patogenitás föltétlen mértékéül.

Mint hogy a lépfenebacillus toxinjai utáni kutatás nem vezetett pozitív eredményre, mind több szó esik az anthraxbacillus hæmolyzáló képességéről és mindinkább terjed az a nézet, hogy ez a bacillus súlyosan megbetegítő hatását termelt hæmolysinjei útján fejtí ki. Hogy lépfenés állatok hulláiban valóban van hæmolysis, arra határozottan utal a vér sűrűn folyó lakkyszerű volta. Azonkívül egészen pontos adatok vannak arról, hogy a lépfenebacillus csakugyan termel hæmolysineket.

JOHNE függő cseppben végzett vizsgálatokkal győződött meg arról, hogy a vörös véresejtek a lépfenebacillus hatásának kitéve feloldódnak, WUNSCHHEIM pedig a lépfenebacillus véresejtoldó hatását az állati testen belül tanulmányozva arra az eredményre jutott, hogy a lépfenebacillus az állat testében hæmolysint produkál, mely az állat agoniájában oldja fel a vörös véresejteket.

CASAGRANDE a lépfenebacillus leves-kulturáiban a nyúl véresejteire gyöngén ható hæmotoxint talált és HEYROWSKY és LANDSTEINER is talált a bacillus levestenyészetében gyöngé lysint, melynek természetét közelebről is meghatározották. Megállapították ugyanis, hogy az anthraxlysin thermolabilis, azaz 56°-ra felhevítve hatástalanná válik, nyulakba fecskendezve antihæmotoxin képződését idézi elő, egyébként pedig olyan gyöngé, hogy csak a véresejtekkel egyenlő mennyiségben hat.

KROGH tizenkét lépfenebacillustörzset véragarlemezen vizsgálva megállapította, hogy juhvéresejtek jelenlétében a telepek körül 24 óra múlva hæmolysis jelentkezik, míg lóvérrel készült lemezeken csak 48 óra múlva észlelhető gyöngé világos udvar a telepek körül.

BUROW nyulakon végzett legújabb kísérletei beigazolták, hogy lépfenés nyulakban a vörös véresejtek a betegség fejlődése arányában fokozatosan pusztulnak, mint hogy azonban a hæmoglobint az elhullott állat vérsavójában még spektroszkopos úton

sem sikerült kimutatni, a szerző feltételezi, hogy a hæmoglobin a véresejtekből történt kilépése után rögtön átalakul.

A *bacillus anthracis* és a hozzá hasonló apathogén *bac. pseudoanthracis* és a *bac. anthracoides* törzseknek összehasonlítása közben főnököm, HUTYRA tanár figyelmessé tett arra az érdekes különbségre, mely ezen három bakteriumtörzsnek vérrel kevert leveskulturái között megállapítható s amely abban nyilvánul, hogy a két saprophyta bacillus levestenyészeteiben a vörös véresejtek rövid idő alatt feloldódnak, míg az anthrax-bacillus kulturájához kevert véresejtek napokig sértetlenül maradnak.

Tekintve a lépfenebacillus pathogen természetét, az volna eleve várható, hogy a legnagyobb véresejtoldó képességgel a lépfenebacillus rendelkezik, szemben a saprophyta-törzsek e képességének hiányával, hasonlóan a pathogenitás és a hæmolyzáló képesség között észlelhető viszonyhoz a streptococcusoknál. A valóságban azonban a dolog úgy áll, hogy az említett saprophyták hæmolyzáló képessége jóval nagyobb, mint a pathogen anthrax-bacillusé s ez a tény megokolttá tette a kérdés tüzetesebb tanulmányozását.

\*

Kísérleteimet az említett két saprophyta, egy penészes kolbászból kitenyésztett szintén apathogén, különben pedig a lépfenebacillushoz teljesen hasonló bakterium és egy virulens anthrax-törzs véresejtoldó tulajdonságainak összehasonlításával kezdtem meg. Az összehasonlító vizsgálatokat mindig a négy bakteriumnak ugyanazon tenyésztőtalajon nőtt, egyidős kulturáival végeztem, közben a vér sterilítésének megállapítása végett mindig elegendő számú kontrolról gondoskodva.

A hæmolyzáló képesség összehasonlítására legalkalmasabb tenyésztőtalaj a vérrel kevert húsleves, amint ez a következő kísérletből kitünik.

Öt kémlőcsőben steril húsleveshez  $\frac{1}{5}$  résznyi steril defibrinált juhvért adtam; négy kémlőcső mindegyikét külön-külön más-más bakterium platinkacsnyi mennyiségével beoltottam, míg az ötödik kémlőcső a vér tisztaságának ellenőrzése végett ojtatlanul maradt. Tizenhat órai thermostatban való időzés után az

anthraxbacillussal beojtott levesben a vérsejtek leülepedve élesen el voltak határolva a fölöttük levő tiszta sárgás színű folyadék-oszloptól. Ezzel szemben a saprophytákkal ojtott kémlőcsövekben a leülepedett sejtréteg felső határa elmosódott és az egész folyadékoszlop alulról fölfelé világosodó árnyalatokban élénk piros színű (l. az 1. ábrát). Huszonnégy és negyvennyolcz óra mulva az utóbbi kémlőcsövekben a hæmolysis erősödött, míg az anthraxbacillussal ojtott levesben, valamint a kontrolcsöben ekkor sincs még nyoma a lysisnek. Csak a negyedik napon túl észlelhető a lépfenebacillussal beojtott folyadékban a sejtréteg fölött gyöngén pirosra festett réteg, mely napról-napra erősödik, mint-hogy azonban a hetedik napon már a kontrolcsöben is jelentkezik autolysis, ezen időn túl a kísérlet további megfigyelésre alkalmatlan.

A ló, a sertés és a bivaly vérsejtjeivel végzett kísérletek hasonló eredményre vezettek, azzal a különbséggel, hogy a ló és a bivaly vérsejtjei a lépfenés és a kontrolcsöben még a hetedik napon sem oldódtak.

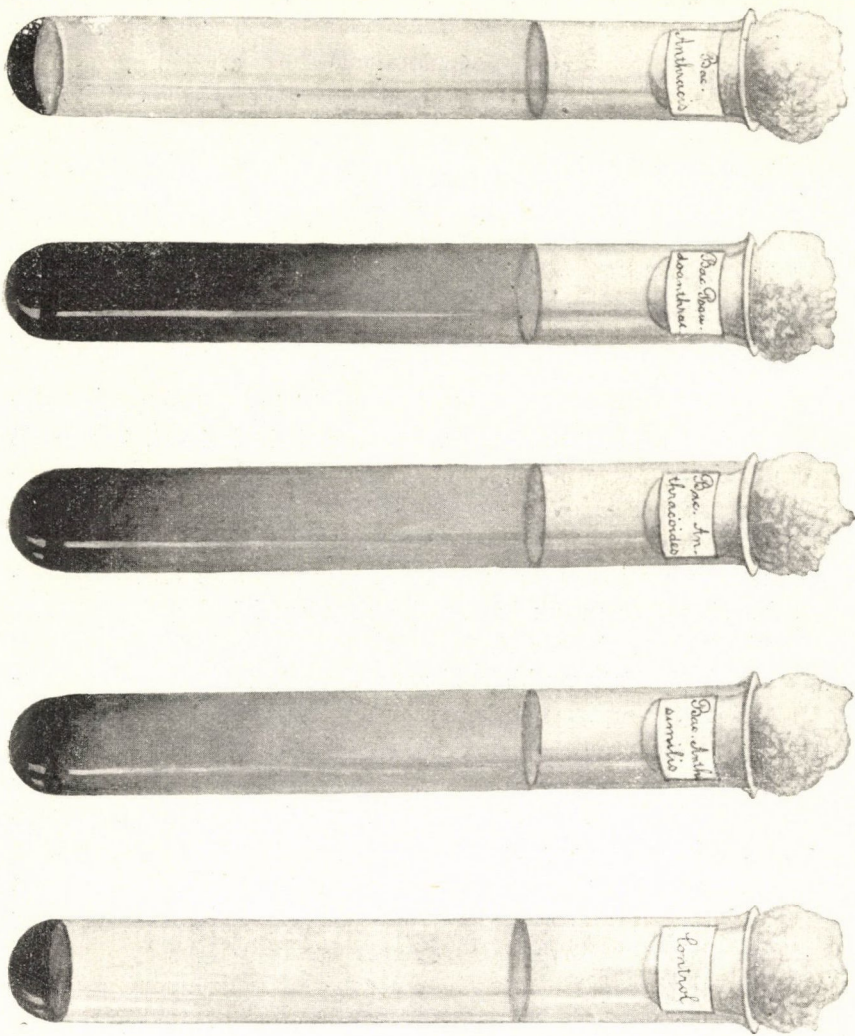
A hæmolysis fokát illetőleg megállapítottam, hogy a bac. pseudoanthracis leggyorsabban és legerélyesebben oldotta a vérsejteket, míg a másik két apathogen törzs közel egyforma erősségű véroldódást okozott.

Sokkal érzékenyebb módszer a hæmolysis fokának megállapítására a véragarlemezekben való tenyésztés.

Az 1:4 arányban steril defibrinált vérrel kevert és azután 40°-ra lehűtött agart PETRI-féle csészébe öntve, a talajt kihülése után platintűvel néhány ponton való érintés által ojtom be a szöben forgó bakteriumokkal.

A vörös véragarlemeznek thermostatba való helyezése után már hat óra mulva a még alig gombostűfejnyi saprophyták telepei körül mm-nyi széles, világos udvar látható, mely a bakteriumtelep fejlődése arányában nő, úgy hogy tizenhat óra mulva a festetlen udvar 4—5 mm szélességet ér el (l. a 2. ábrát).

Az anthraxbacillussal beojtott lemezen a telepek valamivel kisebbek és körülöttük tizenhat óra mulva hæmolitikus udvarnak nyoma sincsen (l. a 3. ábrát). Csak jóval huszonnégy óra mulva vehető észre az anthraxtelep alatt a tenyésztőtalanak

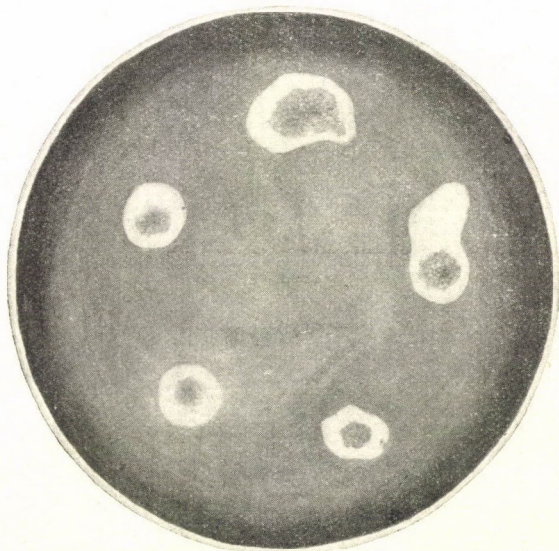


1. ábra.



gyöngye felvilágosodása, de olyan élesen határolt, szintelen udvar sohasem képződik a telepek körül, mint a saprophytabakteriumok telepei körül. A bac. pseudoanthracisról itt is meg volt állapítható, hogy legtöbb hémolysint termel, mert telepei körül mindig a legszélesebb udvar volt látható.

A hémotoxinok közelebbi meghatározása végett a négyféle bakteriumból peptonos húslevesben tenyészeteket készítettem

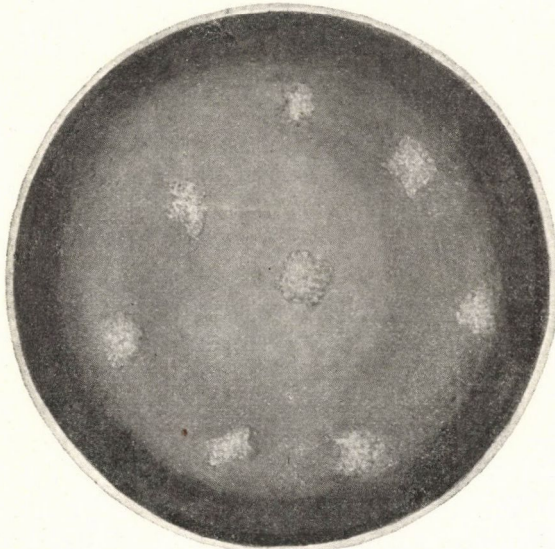


2. ábra.

s ezeknek CHAMBERLAND-féle anyagszűrővel előállított szűrletei szintén tartalmazták a hémolysineket. Különböző korú leves-szűrletek vizsgálata közben azt tapasztaltam, hogy a *haemolysin*ek mennyisége a levestenyészetek korával bizonyos fokig nő, mert idősebb szűrletek mind rövidebb idő alatt oldották fel a véresejteket. A tizennégy napos tenyészetekben legtöbb a hémolysin, ezen időn túl erejükből fokozatosan vesztenek, úgy hogy a két hónapos tenyészet, mely tizennégy napos korában erősen oldott, már teljesen hatástalannak bizonyult.

A levestűrletek véresejtoldó képességének meghatározá-

sára előzőleg ismételten mosott juhvéresejteknek 5%-os emulsióját használtam, mert a vérsavó jelenléte normális antihæmolysin-tartalmánál fogva késlelteti a hæmolysist. Tizennégy napos levesfiltratumok összehasonlításakor az derült ki, hogy míg a bac. pseudoanthracis levesszűrlete bizonyos mennyiségű birka-versejtet tíz percz alatt tökéletesen feloldott, addig a másik két saprophyta bakterium szűrleteinél 30 percz szükséges a teljes



3. ábra.

oldáshoz. Ezzel ellentétben a lépfenebacillus levesszűrlete csak két óra múlva mutat némi oldóhatást és azt is csak akkor, ha a véresejtemulsió ugyanannyi mennyiségével érintkezik, míg a saprophyták lysinjei még húszszoros hígításban is feloldják a véresejteket.

*A saprophyták hæmolysinjei a meleggel szemben nagyon ellenállóak.* Levesszűrleteknek fél óráig 56°-ra való felmelegítése egy órával késlelteti a hæmolysist, egy további félórás felmelegítés után pedig még hosszabb idő múlva következik be az oldódás. Úgyszintén 70°, 80° és 90°-ra való félórás felmelegítés is

csak késlelteti a hæmolysist, sőt egyszeri rövid felforralás sem módosítja hæmolyzáló képességüket, mert a felforrt levesszűrletek ép oly gyorsan oldják a vérsejteket, mint a fel nem melegített szűrletek. Az anthraxlysin 56°-ra való felhevítés után órákig inaktívnak bizonyult, hosszabb idő, 8—10 óra mulva azonban gyöngye részleges lysis mindig meg volt állapítható. A meleg által gyöngült levesszűrletek reaktiválása semmiféle módon sem sikerült.

*Különböző fajú állatok vérsejtjei különböző módon viselkednek a szóban levő hæmotoxinokkal szemben.* Ellentállás tekintetében a következő sorrend állapítható meg: nyúl, juh, szarvasmarha, sertés, ló, kutya, bivaly. A míg ugyanis pl. a bac. pseudoanthracis levestenyészetének szűrlete a nyúl vörös vérsejtjeit 10 percz alatt tökéletesen feloldja, addig a bivalyvérsejtek feloldásához 18 órára van szükség. Az anthraxlysin a nyúlvérsejteket két óra mulva oldja, a bivaly vérsejtjeinél azonban még 18 óra mulva sem okoz lysist. Hasonlóképen megállapítható a vérsejtek különböző ellenállása véragarlemezek igénybevételével is abból, hogy ellenállóbb vérsejteket tartalmazó lemezen keskenyebb alakban jelentkezik a telepek körül a világos udvar.

A hæmotoxinok nyulak testébe fecskendezve nem okoznak bajt még nagyobb mennyiségben sem: így pl. 15 cm<sup>3</sup> levesszűrletnek vénába való befecskendezése után is csak rövid ideig tartó nehezített lélekezést észleltem az állatokon. Annak, hogy a nyúl testében nem áll be hæmolysis, az az oka, hogy a nyúlvér savója a hæmolysineket hatásukban gátolja, a mint arról in vitro végzett kísérletekben is meg lehet győződni, a mennyiben nyúl-savóval kevert levesszűrlet csak késő és tökéletlen hæmolysist okoz.

★

Az összehasonlító kísérletekből kiderült, hogy *ámbar a lép-fenebacillus mesterséges talajokon tenyésztve termel hæmotoxinokat, a vele rokon saphophyták messze fölülmulják őt ebben a képességében.* Az a kérdés merül fel tehát, vajjon valamennyi anthraxtörzs, illetve a hozzájuk hasonló, a természetben nagyon elterjedt más saphophyta-varietások is hasonló módon viselkednek-e?

Ennek eldöntése végett mindkétféle bakterium-csoportból több törzset gyűjtöttem a folytatólagos vizsgálatok czéljaira. Az anthraxbacillusokból 25 törzs állott rendelkezésemre, ezek között 13 virulens és 12 szelidített varietás. Ez utóbbiak között három olyan is, mely sem az állati testben, sem mesterséges tenyésztő-talajon burkot nem termel, az egeret csak nagy adagok beojtása után intoxicatio útján öli meg, míg kisebb adagok egyáltalában nem hatnak megbetegítőleg a kísérleti állatra. Eredetre nézve e három törzs ket ojtóanyagtermelő intézet PASTEUR I. és II. vaccinjéből származik s csak ez oknál fogva soroztam ezeket az anthrax-törzsek közé, mert mint látni fogjuk, tulajdonképen a saprophyták közt van a helyük. A saprophyta-törzsek-ből nagyobbára rothadó anyagokból húsz varietást tenyésztettem ki, melyeknek apathogen voltát kísérleti állatojtással minden esetben megállapítottam. Közös tulajdonságuk e saprophytáknak, hogy agaron nőtt telepei mind hajfonatos szerkezetűek, legfeljebb a szerkezet finomságában észlelhetők kisebb-nagyobb eltérések, melyek azonban elégtelenek arra, hogy az illető telepet a lépfenebacillus telepeitől megkülönböztessük, mert a lépfenebacillustörzseknek telepei között is észlelhetők a hajfonatos szerkezet finomságában bizonyos különbségek, a mint ezt különben PREISZ ez irányú vizsgálatai is kimutatták. A saprophyták az apathogenitáson kívül még abban is különböznek a lépfenebacillustól, hogy inaktivált vérsavóban egyikük sem termel burkot.

Az anthraxbacillusok és a saprophyta-törzsek hæmolyszáló tulajdonságait úgy hasonlítottam össze, hogy sterilis defibrinált juhvért, egy másik kísérletben pedig lóvért kémlőcsövekben egyenlően szétosztva, mindegyiket más-más törzs egy-egy platinkacsnyi agarkulturájával ojtottam be, míg néhány kémlőcső ellenőrzésül ojtatlanul maradt. Az egész sorozatot tizenhat órára költőszekrénybe téve, azt láttam, hogy valamennyi saprophyta-törzsszel beojtott vérpróbában erős hæmolysis állott be. Ezzel szemben huszonkét anthraxtörzsszel beojtott vérpróbákban, valamint a kontrolcsövekben a vörös vérszettek leülepedve élesen elhatárolt réteget alkotnak a fölöttük levő savó alatt, melyben nyoma sem látszott a hæmolysisnek. A már említett három buroktalan an-

thraxtörzsszel beoltott vérben azonban ép oly kifejezett volt a hæmolysis, mint a saphophytatörzsekkel beoltott vérpróbákban.

Az összes kémlőcsövek tartalmát mikroszkop alatt megvizsgálva azt találtam, hogy valamennyi saphophytával oltott csőben tiszta tenyészetben voltak buroktalan bacillusok, míg a huszonkét anthraxtörzsszel beoltott csövek mindegyikében legnagyobb-részt burkos bakteriumok fejlődtek a vérsavóban. A három véroldó lépfenetörzsszel beoltott vérpróbákban csupa buroktalan bacillus volt, egyezőleg azzal a tapasztalatommal, hogy e három törzs az állati testen belül sem termelt sohasem burkot.

A lóvérsajtakkal végzett kísérlet teljesen hasonló eredményt szolgáltatott.

Ezekből és az előző kísérletekből megállapítható, hogy *a lépfenebacillus*hoz hasonló saphophyta-bakteriumoknak állandó tulajdonsága az erélyes vérsajtoldó képesség, míg az *a virulens*, burkot termelő lépfenebacillusoknál csak nyomokban van meg, viszont buroktalan anthraxtörzseknél ép oly fokú, mint a saphophytáknál. A három szelidített törzs ugyanis apathogen, burkot nem termel és a vért oldja, ennél fogva igazi anthrax-törzsnek nem is minősíthető, minthogy sem pathogen hatással, sem buroktermőképességgel, a lépfenebacillus e cardinalis két tulajdonságával egyáltalában nem rendelkezik, s mint a vérrel szemben való viselkedésből is láttuk, semmiben sem különbözik a saphophytáktól. A gyűjteményemben levő többi hét, PASTEUR-féle vaccinnek megfelelő törzs mind buroktermelő és pathogen varietás és ennek megfelelően viselkedett is a vérrel szemben, t. i. nem okozott hæmolysist. Látható ebből tehát, hogy bármily fokra szelidített legyen is az anthraxbacillus, a míg a legkisebb mértékben pathogen és buroktermelő, a vért nem oldja, miért is ez alapon az anthraxbacillus szelidítési fokát nem lehet megállapítani.

A buroktermelés és a hæmolyzáló képesség közti szoros összefüggést, valamint azt, hogy mindenek szerint a burokanyag akadályozza a hæmolysinek termelését vagy pedig azok kilépését a bakteriumok testéből, a következő kísérletek igazolják.

Tudvalevő, hogy az anthraxbacillus inaktivált lóvérsavóban olyan sok burokanyagot termel, hogy a vérsavó öt-hat nap mulva



a bacillustestekről részben levált és felhalmozódott burokanyag-tól egészen megkocsonyásodik. Az ilyen sok burokanyagot tartalmazó vérsavóból bizonyos, minden esetben azonos mennyiségű defibrinált juhvérhez 1--12 cseppet kevertem s azután az egész sorozatot a bac. pseudoanthracissal beojtottam. Együttal csakis vért tartalmazó kémlőcsövekből is ojtottam be néhányat ugyanezen bakteriummal. Hogy pedig magának a vérsavónak hæmolysist gátló hatását kizárjam, egy hasonló, defibrinált vérből álló sorozathoz ugyanolyan arányban normális inaktivált lóvérsavót kevertem és ezt a sorozatot is beojtottam a bac. pseudoanthracissal. Mindkét sorozatot 16 órára 37°-os hőmérsékleten tartva, látható volt, hogy az első sorozatnak burokanyagot nem tartalmazó kémlőcsöveiben teljes hæmolysis állott be. A burokanyagot kisebb, 1--8 cseppig terjedő mennyiségben tartalmazó kémlőcsövekben fokozatosan mind gyöngébb volt a hæmolysis, míg a négy utolsó, 8--12 csepp burokanyagot tartalmazó kémlőcsőben nyoma sem volt az oldódásnak. A normális lósavóval készült sorozatban mindenütt volt hæmolysis.

Hasonló eredményre jutottam, mikor más saprophytákkal vagy más fajú véresejtekkel ismételtam meg a kísérletet; itt is a burokanyag bizonyos mennyiségben gátolta a hæmolysis kifejlődését.

Hogy az elmaradt hæmolysisnek nem a saprophyták hiányos fejlődése volt az oka, arról az győzött meg, hogy az illető kémlőcsövek savós rétegének tetején ép oly bő lepedék fejlődött, mint a többi, erős hæmolysist mutató és burokanyagot nem tartalmazó csőben. A hártyszerű lepedékek, melyek képződése a saprophyták folyékony tenyészetének jellemző tulajdonsága, kizárólag buroktalan bakteriumokból állottak, melyek véragárra ojtva erős hæmolysist okoztak. A burokanyagot ezen kísérletekhez a lép-fenebacillusnak PREISZ-féle mucosus varietásából is előállítottam, mely ugyanis ferde agaron is nagymennyiségű burkot termel. Ezen varietás egy napos agarkulturájának physiologiás konyhasóoldattal készült sűrű emulsióját kevertem a saprophytákkal beojtott véres sejtevesekhez, a midőn szintén elmaradt a hæmolysis.

A burokanyag ezen hæmolysisgátló tulajdonsága lehetővé

teszi, hogy ennek alapján a *burkos lépfenebacillust* a *buroktalan-tól, illetve a virulens lépfenebacillust az avirulens saphophyták-tól igen egyszerű módon megkülönböztessük*. A lépfene bakteriologiai körjelzése alkalmával erre a megkülönböztetésre bizonyos esetekben nagy szükség van. Rothadt szerveknek lépfenére való vizsgálata alkalmával ugyanis az agarlemezen fejlődött hajfonatos szerkezetű telepek nem mindig tájékoztatnak az illető bakteriumok természete felől, mert a rothadó anyagokban gyakoriak a lépfenebacillushoz hasonló saphophyták, melyek ép oly hajfonatos szerkezetű telepeket alkotnak, mint a lépfenebacillusok. Az ide tartozó saphophyták leírói, ú. m. : BURRI, BAAS, WOOD, OTTOLENGHI, SCHULCZ, KÄZEWURM és HOPPE, mind hangoztatják, hogy a lépfenebacillussal ez alapon könnyen összetéveszthetők és ez okból nélkülözhetetlennek tartják kétes esetekben a kísérletes állatojtást, mert a talált bakteriumok saphophyta volta kizárólag ilyen módon határozható meg. A szóbanforgó bakteriumok mind buroktalanok, legalább eddigéle nem ismeretes még egy burkos varietásuk sem ; kísérleteim szerint valamennyinek közös tulajdonsága a hæmotoxin bő termelése. Erre a következtetésre jogosít fel az a tapasztalatom, hogy a legkülönbözőbb eredetű rothadt szervekből kitenyésztett húsz bakterium-törzs között egyiknél sem hiányzott az erélyes hæmolyszáló képesség. Erre való tekintettel a kísérletes állatojtás mellőzésével sokkal hamarabb és könnyebben különböztethetők meg a saphophyták a lépfenebacillusoktól oly módon, hogy a kérdéses gyanus telepet véragarlemezeire ojtjuk át. Ha ugyanis a telep hæmolysist okoz, a mi már hat óra mulva biztosan látható, akkor kétségtelen, hogy nem virulens anthraxbacillusokból, hanem saphophyta bakteriumokból áll ; ha ellenben a már szabad szemmel jól látható telep körül nincs hæmolysis, akkor nyilvánvaló, hogy virulens anthraxbacillussal van dolgunk.

Ennek az eljárásnak gyakorlati előnye különösen olyan esetekben érvényesül, a midőn a vizsgálati anyag csak kevés, vagy csak kevésé virulens lépfenebacillusokat tartalmaz, melyek esetleg csak több nap mulva ölik meg a kísérleti állatot. Továbbá jó szolgálatot tesz ez eljárás akkor is, midőn igen fertőzött szervből az anthraxbacillusra jellemző, már szabad szemmel lát-



hatólag is többféle telep fejlődik, melyek mindegyikével egy-egy egér ojtása válik szükségessé. A telepeknek véragarlemmezre való ojtásával azonban sokkal korábban érünk ezélt, mert már hat óra múlva meglátható, vajjon valódi anthraxbacillus van-e a telepek közt, abból, hogy hémolysis az illető telep körül nincsen, míg a hémolytikus udvarral bíró telepekről a legnagyobb biztosággal állíthatjuk, hogy lényegtelen saprophyta-bakteriumokból állanak.

\*

Vizsgálataimnak az az eredménye, hogy a lépfenebacillus alig számbajövő gyöngge hémolyzáló képességgel bír, látszólag ellenkezik azzal a tapasztalattal, hogy a természetes fertőzés következtében lépfenében elhullott nagyobb házi állatokban mindig észlelhetők boncsoláskor a hémolysis jelei. Erre mutat a vér meg nem alvadt volta és sűrűn folyós lakkszerű külseje, mely lelet annyira jellemző, hogy a szakember sokszor ennek alapján mondja ki kórjelzését. A nagy állatokban annyira jellemző lelet azonban kisebb kísérleti állatokban, ú. m. egérben és nyúlban, melyeket rögtön a halál beállta után van módunkban boncsolni, gyakran teljesen hiányzik. A hémolysis teljes hiányáról ezen esetekben egészen meggyőző módon úgy győződtem meg, hogy közvetlenül a halál után vett vért physiologiás vízhez kevertem és a keveréket centrifugáltam, mikor is mindig teljesen tiszta folyadékoszlopot kaptam a leülepedett sejtréteg felett. Ha azonban 8—10 órával az elhullás után vettem a vért, akkor a hémolysist úgy a tiszta, mint a physiologiás vízzel kevert vérben meg lehetett állapítani.

Úgy látszik tehát, hogy a hémolysis nem az állat életében áll be, miről egy esetben nagyobb házi állaton is volt alkalmam meggyőződni. Egy birka vérében ugyanis, melyet per os lépfenebacillus kulturával fertőztem, a halál előtt hat, majd három órával mikroszkop alatt már igen sok bacillus volt látható a nélkül, hogy a hémolysis legkisebb nyoma is meg lett volna állapítható; midőn azonban két órával az elhullás után az állatot felbontottam, a vért mégis a lépfenés hullákra jellemző módon teljesen hémolyzált állapotban találtam. Kétségtelen e szerint, hogy lépfenés állatban a hémolysis előbb vagy

később jelen van; csak az a kérdés, hogy mikor áll be? Ezt csak mesterségesen fertőzött és gondosan észlelt állat vérsejtjeinek időről-időre való számlálásával lehetett pontosan megállapítani.

A kísérleteket két lovon és két nyúlön végeztem, ezek közül azonban csak egy ló és egy nyúl szolgáltatott jól értékesíthető adatokat, mert az egyik, már különben is nagyon elcsigázott lovat nagy gyöngesége miatt ki kellett irtani, a nyulak közül pedig az egyik oly időben hullott el, midőn nem állott módomban megfigyelni.

Mindegyik kísérleti állat vérsejtjeit a fertőzés előtt két nappal a THOMA-ZEISS-féle vérsejtszámláló készülékkel határoztam meg, melyhez a TÜRK-féle számláló teknőt használtam. A lovat három burgonyán tenyésztett két napos kulturával megettettem, a nyulat pedig egy napos agartenyészet egy kacsnyi mennyiségével a bőr alól fertőztem. Meghatározott időközökben az állatok életében, valamint az állatok elhullása után a teljes hæmolysis beálltaig megszámláltam a vérsejteket s ezzel egyidejűleg physiologiai vízzel félig telt kis kémlecsővekbe vért vettem, a csővecskéket azonnal centrifugáltam és a hæmolysis jelenlétéről vagy hiányáról a vízoszlop színes vagy színtelen voltáról győződtem meg. A vért e célra a lóból rekordfecskendő vékony hosszú tűjével a jugularisból, a nyútból pedig annak életében a fülvé-nából, elhullása után ellenben szintén a jugularisból vettem. A fehér vérsejtek számlálása céljából a vért a THOMA-ZEISS-féle keverőben 1%-os eczetsavat tartalmazó, hig gentianaviola-oldattal hígítottam, a mikor egyúttal a lépfenebacillusok is megfestődtek és ilyen állapotban meg voltak számlálhatók. Ezt azért találtam szükségesnek, mert e bakteriumoknak az állati testen belül való szaporodási módjáról még nincsenek kielégítő adataink és mert mennyiségük és a hæmolysis nagysága közt bizonyos összefüggést tételeztem fel.

A kísérletek részletes eredményeit a következő táblázatokban állítottam össze:

## II. sz. Ló.

Nap	Óra		Hőm.	Érv.	Légsz.	Vörös véresejtek száma	Fehér véresejtek száma	Bakté- riumok száma	Hemo- lysis	Jegyzet
VI	27	6 d. u.	37.7	36	14	6.800,000	6,488	—	—	
VI	28	10 d. e.	37.7	38	14	6.400,000	10,000	—	—	
		6 d. u.	37.4	34	12	6.280,000	10,000	—	—	
		10 d. e.	37.3	34	14	6.382,000	6,000	—	—	Fertőz- tetett
VI	29	2 d. u.	37.6	36	12					
		6 "	37.4	38	14	6.400,000	6,600	—	—	
		10 "	37.5	40	14					
		2 d. e.	37.4	40	14					
		6 "	37.8	42	14					
VI	30	10 "	37.9	40	14	6.724,000	6,800	—	—	
		2 d. u.	37.9	40	14					
		6 "	37.8	40	12	6.340,000	6,800	—	—	
		10 "	38.0	42	14					
		2 d. e.	38.0	40	14					
		6 "	37.9	38	12					
VII	1	10 "	38.5	48	14	5.600,000	8,400	—	—	Bágyadt
		2 d. u.	39.9	52	14	6.600,000	7,000	—	—	
		6 "	40.6	52	16					Étvágy- talan
		10 "	40.5	56	16	6.320,000	10,000	—	—	
		2 d. e.	40.6	54	16					
		6 "	40.4	52	18	6.130,000	8,600	—	—	
		10 "	40.0	54	24	5.500,000	3,200	1	—	Az első baktérium a vérben.
		2 d. u.	36.2	80	36	5.600,000	2,920	1,500	—	Csupa egytagú hosszú bur- kos bacillus. <i>Ascoli-r.</i> +
		3 "	38.0	86	28	5.160,000	2,320	3,600	—	Két-három hosszú tagból álló láncok, burkosak.
		4 "	37.6	80	36	6.488,000	3,600	13,200	—	Négy öt rövid tagból álló burkos láncok.
VII	2	5 "	38.1	88	40	6.248,000	3,600	23,600	—	Igen bő burkos bakt.- láncok. <i>Ascoli-r.</i> +
		6 "	37.8	100	44	6.600,000	4,000	55,600	—	Sok szabad burokanyag a vérben.
		7 "	38.0	100	40	8.400,000	2,800	62,000	—	A vér nehezen alvadt.
		8 "				8.400,000	4,000	79,000	—	A vér sötétvörös, nem alvadt.
		9 "				5.000,000	4,600	80,000	+++	A vér sötét feketevörös, lakkzerű.
		10 "				1.600,000	8,400	136,000	+++	A vér sötét feketevörös, lakkzerű
		11 "							+++	Kevés burok <span style="text-decoration: underline;">talan</span> bacillus.
VII	3	2 d. e.							+++	Burok <span style="text-decoration: underline;">talan</span> bacillusok nagyob <span style="text-decoration: underline;">b</span> számban.
		6 "							++++	Igen sok burok <span style="text-decoration: underline;">talan</span> bacillus.

II. sz. Nyúl.

Nap	Óra		Hőm.	Vörös véresejtek száma	Fehér véresejtek száma	Bakté- riumok száma	Hämoly- sis	Jegyzet
VII	5	8 d. e.	39.0	4.420,000	8,000	—		
VII	6	8 d. e.	39.2	4.600,000	8,600	—		
VII	8 d. e.	Fertőz- tetett	39.2	4.700,000	7,400	—		
	7		6 d. u.	39.0	4.500,000	8,600	—	
VII	8 d. e.	Közvetlen a halál előtt A halál után	39.5	4.450,000	9,120	1	--	Az első baktérium a vérben.
	12 "		37.7	4.800,000	9,200	400	—	Egytagú burkos bacillusok.
	2 d. u.		40.0	4.680,000	8,000	800	—	Két-háromtagú burkos láncok.
	4 "		39.0	4.040,000	8,400	33,000	—	A vérben sok szabad burokanyag.
	5 "		37.5	4.420,000	6,200	100,000	—	A vér nehezen alvadt, sötétvörös.
	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "		—	2.400,000	8,000	240,000	+	A vér nem alvadt.
	7 "		800,000	7,200	260,000	+++	A vér feketevörös, lakkszerű.	
9 "					+++	Kevés buroktalan baktérium.		

Ezen táblázatokból első sorban az derül ki, hogy a vörös véresejtek száma, nem tekintve kisebb ingadozásokat, melyek a számláláskor elkövetett elkerülhetetlen hibákból erednek, az állatok haláláig egy szinten maradt, sőt a lóban a halál előtt valamivel növekedett, valószínűleg az agoniális gyors szív működés következtében. A véresejtszámlálási eredményekkel egybehangzóan, mindkét állatban a vér a hämolysisnek legsekélyebb nyomát sem mutatta, rövid idővel a halál után azonban mindkét állatban a vörös véresejtek számában tetemes csökkenés volt észlelhető, a mennyiben a lóban 8 millióról 5 millióra, a nyúlban pedig 4 millióról 2 millióra apadt a vörös véresejtek száma egy mm<sup>3</sup> vérben. Ezzel egyidejűleg a vér is mutatta a hämolysis jeleit, mert az egyenlő mennyiségű physiologiás vízzel kevert vér centrifugálása után a sejtes üledék fölötti folyadékoszlop élénk pirosra festődött a kilépett hämoglobin következtében. A két órával

a halál után megejtett számláláskor a vörös vérsejtek száma a lóban 5 millióról 1 millióra, a nyúlban pedig 2 millióról 800,000-re csökkent s ehhez a tömeges vérsejtpusztuláshoz mérten a haemolysis is jól észrevehetőleg erősödött.

A fehér vérsejtek számában tapasztalt ingadozások nem tekinthetők lényegesnek, mivel a halál beálltakor ugyanoly számokban voltak meg a vérben, mint a fertőzés elején, holott emberorvosi megfigyelések szerint lépfene esetén a fehér vérsejtek szaporodása észlelhető.

A bakterium-számlálás adataiból azt látjuk, hogy a bakteriumok a vérben eleinte meglehetősen lassan, később azonban annál nagyobb arányban szaporodnak. Az elhullás után egy-két óráig, míg erre a hullában kedvezők a feltételek, a bakteriumok szaporodása tovább tart; minthogy azonban három óra múlva már bakteriolysis észlelhető, valószínű, hogy ezzel a burkos lép-fenebacillusok tovább szaporodása is megszűnt és csak a buroktalan bakteriumok szaporodnak még bizonyos ideig. A beteg állat vérében levő bakteriumok mikroszkop alatt vizsgálva mind burkosok voltak és a halál után is három óráig kizárólag burkos bacillusok voltak kimutathatók, ezen időn túl azonban mind több buroktalan bakterium vált láthatóvá, tíz óra múlva pedig már kizárólag buroktalan bakteriumok voltak a látótérben.

A ló elhullása előtt hat, valamint három órával a vérével megejtett ASCOLI-féle reactio határozottan positiv eredményt adott, a mi, mellesleg megjegyezve, arra utal, hogy az a reactio az állat életében, még kevés lép-fenebacillus jelenléte esetén is, sikerrel alkalmazható.

Ezen vérsejtszámlálási kísérletek alapján kétségtelen, hogy lép-fene hullákban a haemolysis közvetlenül a halál után előálló jelenség, mely a hullában korlátlanul szaporodó és mindinkább túlsúlyra jutó buroktalan bakteriumok vérsejtoldó hatásának a következménye. A ló halála után időről-időre vett vérnek mikroszkopos vizsgálatával megállapítottam ugyanis, hogy az elhullás után három órával kevés számban bár, de már vannak buroktalan bacillusok, melyek akár a buroknak fokozatos pusztulása, akár a hullában a burokképzés tekintetében kedvezőtlenül érvényesülő viszonyok következtében mind nagyobb számra

szaporodtak, úgy hogy tíz óra múlva e buroktalan bakteriumok a látótéren már teljesen uralkodtak és burkos bacillusok csak elvétve, vagy csak mint «árnyékok» voltak találhatóak.

Dolgozatom első részéből ismeretes, hogy a lépfenebacillust a burokanyag akadályozza a hémolysin termelésében, minthogy pedig a lépfenebacillus az állati testnek burokanyagot oldó nedvei következtében a burokanyag gátló hatása alól felszabadul, most már semmi sem akadályozza őt a hémolysin termelésében és a termelt hémolysin szabadon fejtheti ki véroldó hatását. Igaz ugyan, hogy a lépfene hullában már akkor is van hémolysis, mikor még buroktalan bakteriumot nem látunk a vérben, nagyon valószínű azonban, hogy a buroktalan bakteriumok sokkal korábban jelennek meg a vérben, mint a hogy azt mikroszkop alatt megfigyelnünk módunkban van, a midőn az állat összes vérmennyiségének csak elenyésző kis részét vizsgálhatjuk meg és ép azért látjuk az általuk termelt hémolysin hatását sokkal korábban, mint magukat a bakteriumokat.

A buroktalan bakteriumok fokozatos szaporodása teszi egyszerűs mind érthetővé azt is, hogy lépfene hullákban a hémolysis szintén fokozatosan fejlődik és csak órákkal a halál után éri el a teljes fokát, mikor már a buroktalan bakteriumok túlsúlyban vannak.

Ez a folyamat minden lépfene hullában egyformán megy végbe és a rothadást elősegítő melegebb időszak siettető befolyásán kívül elsősorban a lépfenebacillusok mennyiségétől függ a kifejezett hémolysis beállta. Hogy a hémolysis bizonyos mennyiségű bakteriumtömegtől van feltételezve, azt bizonyítják a sertések lépfenejére vonatkozó tapasztalatok is. Tudvalevő dolog ugyanis, hogy a sertésekben a vérnek lakkszerű volta alig észlelhető, legfeljebb a helybeli anthrax helyéhez közeli véregekben sötét fekete s folyós a vér, a mi teljes összhangzásban van azzal, hogy sertésben csak az elváltozott helyeken vannak nagyobb mennyiségben lépfenebacillusok, míg egyébként a vér normális külsejű és nem tartalmaz bakteriumokat.

Burow, a ki kisebb kísérleti állatokon s főleg nyulakon szintén végzett vörösvérsejt-számlálást, annak ellenére, hogy a lépfene nyulakon még azok életében a vörös vérsejtek fokoza-



tos fogyását észlelte, a hæmoglobint a vérsavójukban még spektroszkoppal sem tudta kimutatni, a mit úgy magyaráz, hogy a hæmoglobin a nyulak testében rögtön melaninná alakul át. Kísérleteimből azonban kiderül, hogy a hæmoglobin a vörös véresejtek arányában úgy a ló, mint a nyúl véreben mikroszkoppal ki volt mutatható s így a két állatfaj vérevel szemben teljesen egyformán viselkedik a lépfenebacillus. Burow arról, hogy nagyobb állatokban, melyek véreben a hæmoglobin kilépését ő is észlelte, a hæmoglobin mért nem változik át melaninná, nem ad felvilágosítást.

Összehasonlítva az anthraxbacillus hatását a vérre in vitro és az állat testén belül, nyilvánvaló, hogy a kettő között nincsen ellenmondás, mert az anthraxbacillus állandó tulajdonsága, hogy nem okoz hæmolysist, a hullában azonban, a hol közelebből nem ismert körülmények befolyása alatt burkától megszabadul, s ilyenkor a buroktalan rokon varietásokhoz hasonlóan viselkedik, azaz oldja a vörös véresejteket. Minthogy ezt a hatását csak az állat halála után érvényesítheti, ehhez képest a hæmolysis nem is tekinthető a halál okának, a miért a lépfenebacillus hæmolyszáló tulajdonságának nem lehet lényeges szerepet tulajdonítani a kóros folyamat előidézésében.

### Összefoglalás.

1. Az anthraxbacillusoz hasonló saprophyta bakteriumok, azonkívül, hogy apathogének és sem az állati testben, sem inaktivált vérsavóban nem termelnek burkot, abban különböznek a lépfenebacillustól, hogy erős hæmolyszáló képességgel bírnak.

2. Az állépfenebacillusok hæmotoxinjai thermostabilisek; hosszabb melegítés után gyöngülnek, rövid egyszeri felforralás azonban nem módosítja őket.

3. Különböző állatfajok véresejtjeinek a hæmolysinekkal szemben tanusított ellenállására nézve a következő sorrend állapítható meg: nyúl, juh, szarvasmarha, sertés, ló, kutya, bivaly.

4. Az anthraxbacillus gyöngé hæmolysin-termelőképességének oka a burokanyag, mely valószínűleg akadályozza a hæmotoxinok kilépését.

5. A saprophyták erélyes hæmolysin-termelőképességük alapján sokkal gyorsabban különböztethetők meg az anthrax-bacillusoktól, mint a kísérleti állatojtás alapján, mert ha valamely gyanus telep véragárlemezre ojtva hæmolysist okoz, a mi már hat óra múlva látható, kétségtelen, hogy saprophyta bakteriumokból áll, míg ha a telep körül nincs hæmolysis, a telep anthrax-telepnek minősíthető.

6. Élő lépfenés állat vére hat órával a halál előtt, midőn még aránylag kevés lépfenebacillust tartalmaz, már positiv ASCOLI-reactiót ad.

7. Lépfenés állatok vörös véresejtjei az állatok életében nem szenvednek módosulást, az állat elhullása után azonban a folyton szaporodó buroktalan bakteriumok hatására feloldódnak; a lépfenés hullákban észlelt hæmolysis e szerint postmortalis jelenség.

### Irodalom.

- BURRI, Hygienische Rundschau, 1904. évf., 8. f.  
 HUEPPE u. WOOD, Ref. Baumgartens Jahresbericht, 1889. évf., 157. l.  
 WUNSCHHEIM, Münchener med. Wochenschrift, 1903. évf., 26. f.  
 HEYROWSKY u. LANDSTEINER, Zentralblatt f. Bakteriologie etc. Orig., 1907., 47. k., 27.  
 CASAGRANDI, Ref. Baumgartens Jahresbericht, 1899. évf., 149. l.  
 KROGH, Zentralblatt f. Bakteriologie etc. Orig., 1910. évf., 54. k., 2. f.  
 KAESWURM, Zeitschr. f. Fleisch-u. Milchhyg. 1904. évf., 5. f.  
 SOLOMON, Zentralblatt f. Bakteriologie etc. Orig., 1906. évf., 47. k., 1. f.  
 NIETER, Zeitschr. f. Hygiene, 1907. évf., 56. k., 307. l.  
 NEISSER u. WECHSBERG, Zeitschr. f. Hygiene, 1901. évf., 36. k., 299. l.  
 SCHOTTMÜLLER, Münchener med. Wochenschrift, 1903. évf., 20—21. f.  
 KRUSE, Allgemeine Mikrobiologie, 1910., 994. l.  
 OTTOLENGHI, Ref. Baumgartens Jahresbericht. 1903. évf., 173. l.  
 PREISZ, Zentralblatt f. Bakteriologie etc. Orig., 1909. évf., 49. k., 3. f.  
 PREISZ, Zentralblatt f. Bakteriologie etc. Orig., 1911. évf., 58. k., 6. f.  
 BUROW, Zeitschr. f. Infektionskrankheiten etc., 1912. évf., 11. k., 15. l.  
 SCHULZ, Ref. Baumgartens Jahresbericht. 1900., 114. l.  
 PRIBRAM, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. I. Ergänzungsband. 1906., 291. l.  
 HOPPE, Inauguraldissertation, 1910, Berlin.  
 HUTÝRA u. MAREK, Spezielle Pathologie u. Therapie, 1910., III. k., 1. l.  
 BAAS, Inauguraldissertation, 1903, Strassburg.  
 ELSAESSER u. SIEBEL, Zeitschrift f. Fleisch-u. Milchhyg., 1912. évf., XXII. k., 209. l.  
 GLÄSSER, Krankheiten des Schweines, 1912., 1. l.

## A BALATON CYPRINOIDEA HALKORCSAIRÓL.

VUTSKITS GYÖRGY-től.

Évek óta foglalkozom hazánk édesvizi halkorcsaival, nevezetesen a Balatonban élőkkel. Kettőnek ezek közül leírását és rajzát is közöltem a kir. m. Természettudományi Társulat Pótfüzeteiben, illetőleg Állattani Közleményeiben.

A leírt balatoni halkorcs egyike az *Abramis brama* és *Leuciscus rutilus*,<sup>1</sup> a másik a *Blicca björkuna* és *Leuciscus rutilus*<sup>2</sup> fajok kereszteződése folytán jött létre. Az első halkorcsot hazánknak egyetlen termőhelyéről, a Brassó melletti folyóvizekből ismerték és írták le HECKEL és KNER-ék, nem ugyan mint hybridet, *Abramis Leuckarti* néven. A második korcs a JÄCKEL-től teljesen tisztába hozott *Bliccopsis abramorutilus*, hazánk vizeiből egyáltalán nem volt ismeretes.

Jelen alkalommal a Balatonból öt, előfordulásra új halkorcsot mutatok be, melyeknek hazai előfordulását a szakemberek sem e nagy tó vizéből, sem más magyar folyó- vagy állóvizből nem ismerték. Több év óta, hogy rájuk akadtam, meg is határoztam őket és hogy leírásukkal oly soká késtem, magyarázza azon körülmény, hogy legnagyobb részüket csak 1—2 példányban tudtam beszerezni. Évekig táplált az a remény, hogy még tudok szerezni az előfordulásra teljesen új halkorcsok közül néhány darabot, hogy leírásom helyességét több példánynak alapos átvizsgálásával ellenőrizhessem.

---

<sup>1</sup> VUTSKITS György. Adatok a Balaton halfaunájához. Term. Közlem. XXXIV. Pótfüzete p. 109—113.

<sup>2</sup> VUTSKITS György. Halfaunánk egy új korcsa. Állattani Közlemények. VI. köt. 3. füz. 1907. p. 120—128.

Reményemben azonban csalódtam, mivel újabb anyagot minden utánjárásom daczára, ily hosszú idő alatt sem tudtam beszerezni.

Olvasva GROTE, VOGT és HOFER<sup>1</sup> legújabb nagyszabású munkájában, hogy némely halhybrid mennyire ritka, hogy ők is kénytelenek voltak közölni néhány oly halkores leírását, melyet felfedezők, illetőleg első leírójuk csak egyetlen egy példányban látott, ők maguk nem szerezhettek be és nem is vizsgálhattak, rászántam magamat, hogy az előfordulásra új balatoni koresok leírását mégis közlöm.

Mivel GROTE, VOGT és HOFER imént említett művében le vannak írva Közép-Európának összes tisztába hozott *Cyprinoidea* halkoresai és ezen leírások az összes irodalmi adatok kritikai felhasználásával és, a hol csak lehetséges volt, a szerzőknek saját megfigyelései alapján történtek, legcélszerűbbnek tartottam, hogy a balatoni ismeretlen halkoresok bemutatása alkalmával az egyes koresok leírását az említett szerzők szerint közlöm, de azon megegyező és eltérő vonásokat, melyeket a magam vizsgálatai alkalmával tapasztaltam, szintén megemlítem.

Hogy a leirandó balatoni halak kores természetét még jobban kidomborítsam, nemcsak a szóban forgó hybridnek, hanem tisztavérű szülőinek is rövid képletben kifejezett diagnózisát közölni fogom, azonkívül odajegyzem SCHMITT szerint a koresnak és a kereszteződő szülőknél külön-külön jellemző testarány-méreteit is százalékokban.

A koresra és tisztavérű szülőire vonatkozó eme összehasonlító adatok, fogképleteikkel együttesen, szerény nézetem szerint, a meghatározáskor a legsikerültebb rajznál és fotografiánál is többet érnek, mert néha oly aprólékos eltérésekre vonatkoznak, melyeket csakis számok fejezhetnek ki eléggé szemléltető módon.

GROTE, VOGT és HOFER Közép-Európa édesvizeiből felsorolnak 18 szabadon élő *Cyprinoidea-halhybridet*, melyeknek kores voltát kimutatták a szakemberek és ezen koresokat a társszerzők

---

<sup>1</sup> Die Süßwasserfische von Mittel-Europa, herausgegeben von WILHELM GROTE in Barmen, verfasst von Prof. Dr. CARL VOGT in Genf, und Prof. Dr. BRUNO HOFER in München. Frankfurt a. M. und Leipzig, 1909.

nagy munkájukban részletesen le is írták, 6 hybridnek azonban csak a szülőit említik meg, mivel ezek közé szerintök még kétséges vagy teljesen nem tisztázott alakok is tartoznak, melyeket egyúttal az ichthyologusok különös figyelmébe ajánlanak. Közép-európai Cyprinoidea korcsaik összeállításából kitűnik, hogy e család 18 nemzetségének 24 tiszta vérű faja kereszteződhetik egymással és ezektől származik az imént említett 18 határozottan kimutatott és 6 ezideig még teljesen nem tisztázott korcsalak.

A Balatonban a Cyprinoideák családjának 15 nemzetsége és 19 faja él és ezen 19 fajnak kereszteződése folytán ezen nagy állóvizben a ponty-családnak 8 korcsalakját ismerjük, melyek közül 5-nek létrehozásában a Balaton leggyakoribb és leghosszabb ideig ivó halfaja, a szélhajtó küsz (*Alburnus lucidus*) működött közre.

Az osztrák-magyar monarchia édesvizeiből HECKEL és KNER-ék 1858-ban leírnak ugyan két halkorcsot, még pedig a Fertő tavából a *Carpus Kollarii*-t<sup>1</sup> és a Brassó melletti patakokból a már említett *Abramis Leuckarti*-t. Ezek elsejét — habár a *Cyprinus carpio* és a *Carassius vulgaris* hybridje — külön nemzetségnek, illetőleg fajnak, az utóbbit pedig egy tisztavérű *Abramis*-fajnak tartották és hevesen elleneztek még azon feltevést is, hogy halkorcsok egyáltalában a szabad vizekben élő közeli rokon halfajok között létrejöhetnek.

HECKEL-nek erre vonatkozó felfogását legjobban megvilágítja 1840-ben<sup>2</sup> megjelent egyik értekezésének azon kérdése: miért nem figyelték meg az *Abramis brama* és *Blicca björkana* vagy a *Scardinius erythrophthalmus* és *Leuciscus* fajoknak hybridjeit, melyek egymással közelebbi rokonok, mint a *Cyprinus carpio* és a *Carassius vulgaris*?

És mintha csak a véletlen akart volna HECKEL-nek ezen kérdésre megfelelni, mivel JÄCKEL 1864-ben éppen ezen korcsok egyikét Bajorország egy kis tavában, a másikat pedig KNAUTHE 1895-ben Berlin környékének szabadvizeiben megtalálta és le is írta.

<sup>1</sup> Ezen halat HERMAN OTTÓ a Magyar Halászat könyvében már mint korcsot a Balatonból is felemlíti.

<sup>2</sup> *Annalen des Wiener Museums* (Bd. I. 1840. p. 294.).

DYBOWSKY, SIEBOLD, JÄCKEL, BENECKE vizsgálatai és különösen KNAUTHE kísérletei kimutatták azonban, hogy az egyidőben ivó Cyprinoidea-család különböző nemzetségeinek egymással nem is közeli rokonságban levő fajai, még ha nagyság tekintetében nagyon különböznek is, egymással mégis kereszteződhetnek,

De lássuk ezen előfordulásra nézve új balatoni halkorcsokat egyenként.

### 1. *Scardinius erythrophthalmus* (Linne) $\times$ *Leuciscus rutilus* (Linne).<sup>1</sup>

*Scardinopsis anceps* JÄCKEL, ki azt hiszi, hogy e 28 cm hosszú hálnak apja *Scardinius*, anyja a *Leuciscus rutilus* volt.  
D 3/9, P 1/15—16, V 2.8—9, A 3.11—12, C 19.

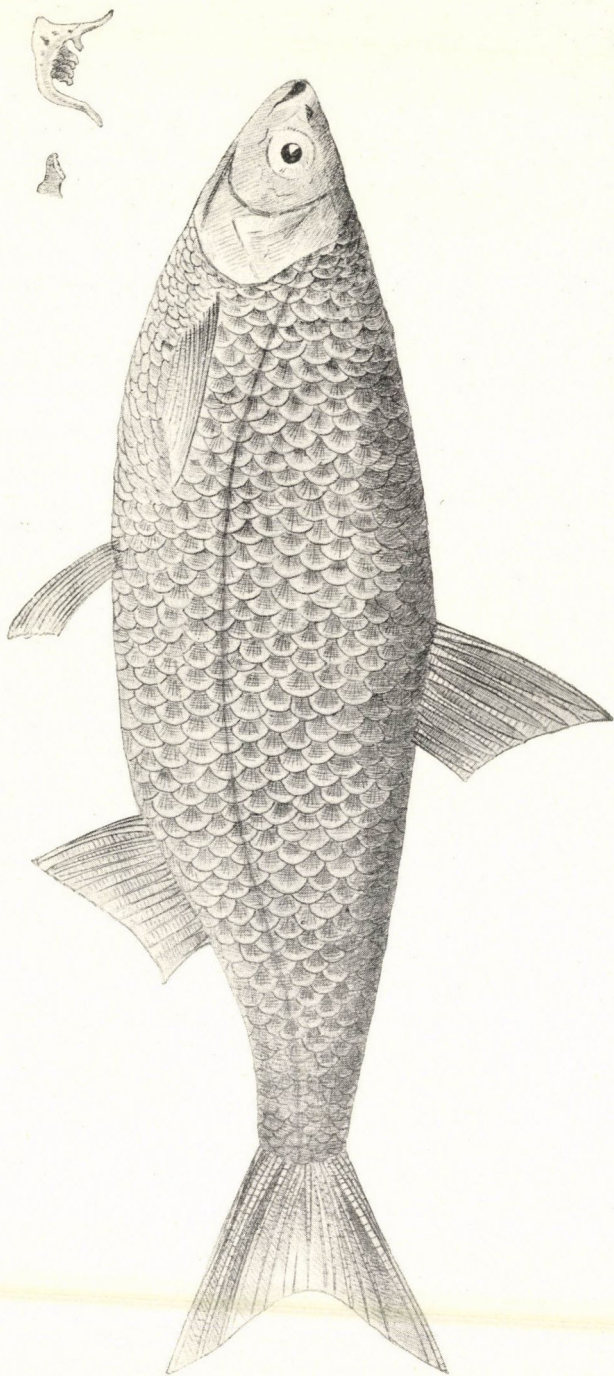
A csúcsbanyiló, többé-kevésbé ferde metszésű száj majd a szülők egyikééhez, majd a másikáéhoz hasonló. A garatesontok általában vékonyabbak a *Leuciscus*-énál, de a garatesontok szárnyai szélesek, mint a *Scardinius*-nál. A fűrész, kampós végű torokfogaknak száma nagyon változó. Néha csak a belső fogsor van meg 5 vagy 6 foggal, máskor csakis a külső fogsor egyik felének 2 foga van kifejlődve.

JÄCKEL 1867-ben 24 koresot vizsgált meg, a melyeknek a következő fogképletük volt:

7-nek 5—5,	1-nek 1.5—5,
3-nak 5—5.1,	1-nek 2.5—5,
3-nak 1.5—5.1,	1-nek 5—5.2,
3-nak 6—5,	1-nek 3.6—5.2,
3-nak 1.6—5.2,	1-nek 1.6—5.

A test némileg összenyomott, többé-kevésbé magas, a hasél tompán ormós. A háti úszó és az alfelúszó alapja rövid, az előbbeni a hasúszó fölött van merőlegesen elhelyezve. A hát olajzöld, oldalai sárgák, rézvörös lehellettel. Háti és alfelúszója szürke, a többi úszója sárga vagy vereses. Az úszók inkább a

<sup>1</sup> GROTE, VOGT, HOFER i. m. p. 453.





*Leuciscus rutilus*-hoz, pikkelyruhája színre és alakra a *Scardinus*-éhoz hasonló.

Kereszteződési kísérletek alkalmával, melyeket KNAUTHE mind a két szülővel eszközölt, sok ezer ikrából csak néhány apró halivadék bujt ki.

KNAUTHE rövid közleményéből azonban nem lehet eligazodni, «hogy ezen kedvezőtlen eredmény a korcsképződésnek belső okaira, vagy a véletlen külső körülményekre vezethető vissza. Nagyon különös, hogy habár mindkét szülőnek nagy a földrajzi elterjedése, mindkét faj állandóan együtt él és maga a korcs mégis nagyon ritka, mire a gyér irodalmi feljegyzésekből is következtetni lehet».

1907 november hó végén FEKECS SÁNDOR, balatoni halász, több szélhajtó küszszel együttesen, a jelzett halfaj tavi varietásánál is jóval szélesebb, 160 mm hosszú és 42 mm széles halat hozott nekem. A szélhajtó küsznél kevésbé fénylő, nagyobb pikkelyű halnak fejalkotása a veresszárnyú konczérhoz hasonló, de ferdébb szájnnyílása a pirosszemű kelét juttatja eszünkbe. Testalkotása is inkább a veresszárnyú konczéréval egyezik meg, legnagyobb magassága testhosszának körülbelül 32%-ával egyenlő és teljes testhosszában négyszer foglaltatik; a kérdéses korcsnak gyengén ormós és pikkelyekkel fedett haséle ismét a pirosszemű kelére vall.

Beható vizsgálat után kiderült, hogy a balatoni halász előtt ismeretlen hal nem a szélhajtó küsznek széles tavi varietása, hanem a két utóbb említett halfajnak kereszteződéséből származó hybrid, melyet magyarul kele-konczér vagy konczér-kelének nevezhetnénk el.

Lássuk e korcsnak és tisztavérű szülőinek összehasonlítását.

*Leuciscus rutilus*: D 3 9—10, A 3 10—11, V 1 8, P 1 15, C 19, Squ 8—7 42—44 4—3.

*Leuciscus rutilus* × *Scardinus erythrophthalmus*: D 2 9, A 3 13—14, V 1 8, P 1 15, C 19, Squ 8 42/5.

*Scardinus erythrophthalmus*: D 3 8—9, A 3 10—12, V 2 8, P 1 15, C 19, Squ 7 40—42 3—4.

Fogképleteik:

*Leuciscus rutilus*: 6—5 vagy 5—5.

*Leuciscus rutilus* × *Scardinius erythrophthalmus* : 5—5.

*Scardinius erythrophthalmus* : 3.5—5.3.

Jellemző összehasonlító méreteik százalékokban :<sup>1</sup>

*Leuciscus rutilus* : I. 30.7, II. 81.

*Leuciscus rutilus* × *Scardinius erythrophthalmus* : I. 28, II. 82.

*Scardinius erythrophthalmus* : I. 17.1, II. 71.2.

A balatoni konczérkelénél a hátúszó kezdete testhosszának felében van, de a jelzett úszó kezdete nincsen a hasi úszók fölött merőlegesen elhelyezve, mint azt GROTE, VOGT és HOFER leírja. Pikkelyei inkább a *Scardinius* pikkelyeihez hasonlítanak, csak-hogy az egyes pikkelyeken már szabad szemmel több sugár látható. 5—5 egy sorban elhelyezett torokfoga és garatsontjainak zömök volta is a *Leuciscus rutilus*-ra utal és valószínűnek tartom, hogy a balatoni kores létrehozásakor az apa a *Leuciscus*, az anya a *Scardinius* volt, míg a két sorban elhelyezett, gyöngédebb garatsontokkal és fűrésztes torokfogakkal bíró példányoknál, melyeket JÄCKEL leírt és megvizsgált, az apa legtöbb esetben a *Scardinius*, az anya pedig *Leuciscus rutilus* lehetett.

Ezen utóbbi feltevésem támogatására megemlítem, hogy míg a balatoni konczér-kele mindkét tiszta vérű szülőjének egyes jellemző külső tulajdonságait olyan bámulatos módon egyesíti magában, hogy a korcsot sem a konczérral, sem a kelével össze tévesztetni nem lehet, addig zömök garatsontjai és 5—5 fogképletű torokfoga annyira konczérszerűek, a kele fogaira és garatsontjaira semmiben sem emlékeztetők, hogy kizárólagosan ezek alapján a szóban forgó hybridet csakis veres szárnyú konczérnak határozhatnók meg.

Különös és felemlítésre méltó eltérése a balatoni koresnak a külföldi koresokkal összehasonlítva még az is, hogy alfelúszójában az osztott vagy lágy sugaraknak a száma valamivel nagyobb, mint tiszta vérű szülőinél.

A balatoni konczér-kelének az eredeti példányról készült hű

<sup>1</sup> Az összehasonlító méretek közül SCHMITT szerint az I. az alfelúszó alapja és az orr hegye közti távolságot, a II. a hátúszó kezdete és az orr hegye közti távolságot fejezi ki százalékokban.

rajzát is közlöm, annnyival is inkább, mert ezen korcsnak képe sem JÄCKEL, sem GROTE, VOGT és HOFER munkájában nem található meg.

## 2. *Leuciscus rutilus* (Linne) $\times$ *Alburnus lucidus* (Heckel).<sup>1</sup>

*D* 311, *P* 115, *V* 28, *A* 314, *C* 19, *Squ* 8454.

Ezen korcsot GROTE, VOGT, HOFER szerint csak két példányban találták meg Közép-Európa édesvízeiben; az egyikre GÜNTHER Angliában akadt rá, a másikat KNAUTHE kapta egy halászbérlőtől, ki Berlin közelében fogta és azon megjegyzéssel adta át neki, hogy az a *Leuciscus rutilus* és az *Alburnus lucidus* kereszteződéséből származik.

E halat következő módon írja le KNAUTHE:

A hal 12 cm hosszú és 2.5 cm magas, tehát valamivel szélesebb, mint egy hasonló hosszúságú *Alburnus lucidus*; feje egészen *Alburnus*-szerű, szájnnyílása ugyanolyan ferde helyzetű és a gyengén megvastagodott áll beletalál a vendég-állkapocs sekély kivajódásába; a szem átmérője, melynek irisze narancs-sárga, 3 és  $1\frac{1}{2}$ -szer van meg a fej hosszában. Háta és hasa a hasúszókig kerekített, innen egészen az alfelúszó kezdetéig a hasél ormós, azonban korántsem olyan éles, mint az *Alburnus*-nál. A korcsnak pikkelyei nagyobbak, keményebbek a szélhajtó küszéinél és egészen konczérszerűek, azaz számos élesen megkülönböztethető és szabad szemmel is látható sugár van rajtuk. Az alfelúszó nem kezdődik, mint az *Alburnus lucidus*-nál, a hátúszó előtt, hanem, mint a *Leuciscus rutilus*-nál, a háti úszó mögött; farkúszója mérsékelten kivágott.

Külső alakra ezen korcsot a JÄCKEL-féle *Scardinopsis alburniformis*-nak nézhetnök, habár hátúszójában több a sugár, mint a mennyit a *Leuciscus erythrophthalmus*-nál valaha megfigyeltek.

A garatcsontokon levő torokfogak az *Abramidopsis*-éihoz (*Abramis brama*  $\times$  *Leuciscus rutilus* koresa) hasonlók, de annyira konczérszerűek, hogy szakember ne tudná a típusos fogaktól megkülönböztetni; elhelyezésük 1.5—5, míg a szülőknél

<sup>1</sup> GROTE, VOGT, HOFER i. m. p. 451.

vagy 6—5, vagy 5—5, mint a *Leuciscus rutilus*-nál, vagy 2.5—5.2, mint az *Alburnus lucidus*-nál.

A Balatonból a szóban forgó — konczer-küsznek nevezhető — koresból csak két példányt tudtam beszerezni, még pedig egy szélesebb és egy keskenyebb alakváltozatot.

A szélesebb konczer-kele 145 mm hosszú, legnagyobb magassága 34 mm és így testének legnagyobb szélessége teljes testhosszában 4.2-szer van meg.

E kores egészben véve a veresszárnyú konczerhoz hasonló, de alfelúszójának nagyobb számú sugara, kétsoros, küszszerű torokfogai és ormós pikkelyekkel fedett haséle által eltér tőle.

Pikkelyei szabad szemmel nézve körvonalaikban némileg az *Alb. lucidus* pikkelyeire is emlékeztetnek, de nagyobbak, erősebben a bőrhez tapadók, feketén pontozottak és rajtuk a sugarak, a szélhajtó küsztől eltérőleg, szabad szemmel is jól láthatók. Mikroszkop alatt is a pikkelyek inkább az *Alburnus lucidus* pikkelyeihez hasonlítanak, de körvonalaik nem oválisak, hanem némileg szögletességükkel a veresszárnyú konczer pikkelyeizhez képeznek átmenetet.

A keskenyebb balatoni konczer-kele teljes testhossza 168 mm, legnagyobb szélessége 3.2 mm és külsejére nyújtott testével, előrenyúló ferdemetszésű állkapcsával az *Alburnus menta* (állás hús) jellegeivel bir, de attól 3 sima és 18 osztott sugarú, homorú szélű alfelúszója által tér el, mely a hátúszó vége előtt veszi kezdetét, holott az *Alburnus mento*-nál a hátúszó vége mögött kezdődő domború szélű alfelúszóban 3 sima és 14—15 osztott sugar van.

A veresszárnyú konczerhoz hasonló szélesebb konczer-kele létrehozásakor mint apa valószínűleg egy tejes konczer, mint anya pedig egy ikrás szélhajtó küsz szerepelt, míg a küsz jellegeivel bíró keskenyebb kores létrejöttékor a tejes a szélhajtó küsz, az ikrás pedig a veresszárnyú konczer lehetett.

Feltevésém támogatására a balatoni konczer-kelének garatcsontjaira és torokfogaira utalok, melyek alakra és számra inkább az *Alburnus lucidus*-t juttatják eszünkbe, míg a KNAUTHE-féle koresok torokfogai inkább a *Leuciscus rutilus*-ra vallanak.

*Leuciscus rutilus*: D 3.9—10, A 3.10—11, V 1.8, P 1.15, C 1.9, Squ 8—7.42—44.4—3.

*Leuc. rut.* × *Alburn. luc.* (szélesebb alak): D 3.9, A 3.14—15, V 1.8, P 1.14, C 1.9, Squ 7—8.42.4—5.

*Leuc. rut.* × *Alb. luc.* (keskenyebb alak): D 3.8, A 3.17—18, V 1.8, P 1.14, C 1.9, Squ 7.48.4.

*Alburnus lucidus*: D 3.8, A 3.17—20, V 1.8, P 1.14, C 1.9, Squ 8—9/46—50.4—3.

Fogképleteik:

*Leuciscus rutilus*: 6—5 vagy 5—5.

*Leuc. rut.* × *Alb. luc.* (szélesebb alak): 2.6—5.1.

*Leuc. rut.* × *Alb. luc.* (keskenyebb alak): 2.6—5.1.

*Alb. lucidus*: 2.5—5.2 vagy 2.5—4.2.

Jellemző összehasonlító méreteik százalékokban:

*Leuc. rut.* I. 30.7, II. 81.

*Leuc. rut.* × *Alb. luc.* (szélesebb alak): I. 28, II. 82.

*Leuc. rut.* × *Alb. luc.* (keskenyebb alak): I. 30.7, II. 81.

*Alb. lucidus*: I. 30, II. 81.

KNAUTHE<sup>1</sup> a konczér-küsznek létrejöttét tisztán a véletlenség művének tartja, mert Berlin legtöbb tavában a konczér jóval előbb ivik, mint a küsz. Állítására meg kell jegyezni, hogy a Balatonban a szélhajtó küsz ivása nagyon hosszú ideig eltart, mert ivását a veresszárnyú konczérral egyidőben, már májusban megkezdji, de mivel a küsz ivását bizonyos időközökben megszakítja, még június hónapban is megfigyelhető ezen halfaj kisebb — tehát fiatalabb — példányainak fajfenntartási törekvése.

Hogy a konczér-küsznek létrejöttét nem lehet általánosságban merő véletlenségnek felfogni, bizonyítja ANTIPA<sup>2</sup> nagy munkájában is, ki Romániában az Aldunában és kiöntéseiben szintén ráakadt ezen állítólagosan nagyon ritka halkorcsra és azt írja, hogy Románia más folyóiban és állóvizeiben is igen gyakori. ANTIPA jelzett művében röviden és szabatosan le is írja. Leírásából főleg a torokfogakra vonatkozó megfigyelései fontosak, mert

<sup>1</sup> KNAUTHE: Über Weissfischbastarde aus den Gewässern in der Nähe von Berlin (Sonderabdruck aus: Forschungsbericht IV.) 1895. p. 272.

<sup>2</sup> ANTIPA: Fauna ichthyologica a Romaniei. Bucuresti. 1909. p. 166—167.

ő e kores több példányát megvizsgálta. A konczér-küszek legnagyobb részében szerinte a torokfogak az *Alburnus lucidus* fogképlete — 2.5—5.2 — szerint vannak elhelyezve, de megvizsgált 6—5.2-es fogképletű koresokat, sőt olyan példányokra is akadt, melyeknek garatsontjain a *Leuciscus rutilus*-hoz hasonlóan, 6—5-ös számban voltak kifejlődve a torokfogak.

Megemlítésre méltónak tartom, hogy az irodalmi forrásokat oly jól ismerő és felhasználó román szakember azt írja nagy munkájában, hogy ő e koresot sehol sem találta megemlítve a szakirodalomban; figyelmét teljesen kikerülték GÜNTHER és KNAUTHE ezen hybridre vonatkozó értekezései.

Különben BADE<sup>1</sup> 1901-ben megjelent művében sem találjuk meg e koresot, pedig ő munkáját előszava szerint főleg azért írta, hogy az újabban kimutatott koresok leírását közölje.

Sőt GROTE, VOGT és HOFER-ék sem vették észre, hogy ANTIPA nagy művében, melyről ők a legelismertbben nyilatkoztak és melyet mint forrásmunkát fel is használtak, a konczér-kele szintén le van írva. Eléggé jellemző adatok ezek arra, hogy mily nagy nehézséggel jár különösen a nagyon is elszórt és nehezen hozzáférhető értekezéseknek számon való tartása.

### 3. *Scardinius erythrophthalmus* (Linne) × *Alburnus lucidus* (Heckel).<sup>2</sup>

D 3.8, P 1 15, V 2 8, A 3.14, C 19.

Eddigélé a *Scardinius erythrophthalmus* és *Alburnus lucidus*-nak ezen koresalakját JÄCKEL Bajorország egyes tócsáiban találta meg, BENECKE pedig Kelet-Poroszországban akadt rá. A torokfogak az *Alburnus* típusával birnak, kampósok és a belsők fűrészeseek; a belső sorban balra öt, jobbra négy, a külső sorban mindkét garatsonton ket-két fog látható.

BENECKE a következő fogképletű hybrideket vizsgálta meg: 3-nál 2.5—5.2, 4-nél 2.5—5.3, 1-nél 3.5—5.3-es volt a torokfogak száma.

<sup>1</sup> BADE dr.: Die mitteleuropäischen Süßwasserfische. Berlin, 1901 és 1902.

<sup>2</sup> GROTE, VOGT, HOFER, i. m. p. 451.

A test hosszúra nyult, a hasúszók mögött erősen összenyomott. A szájnyílás nagyon ferde. Az állkapocs alig előre álló, a szemek nagyok, a pikkelyeken tisztán kivehető sugarak. A háti úszó a vége felé nagyon alacsony alfelúszó előtt áll. A hasi úszók és az alfelúszó között a hasi rész éles. A háti rész kékeszürke, az oldalak és a hasi rész fehér, ezüstösen fénylő. A háti úszó és a farkúszók sárgások, az alfelúszó vége vereses lehelletű.

Ezen korcsot JÄCKEL<sup>1</sup> *Alburnus Rosenhaueri*, BENECKE<sup>2</sup> pedig *Scardinopsis Alburniformis* néven írta le. Csak 20 cm hosszúra nő meg.

Ezen korcsból is csak két balatoni példány állott rendelkezésemre, egy nagyobb keskenyebb, és egy kisebb, valamivel szélesebb. Mindkét balatoni hybrid inkább a szélhajtó küszhez hasonló, de valamivel szélesebb.

A nagyobbik kele-küsz teljes hossza 170 mm, legnagyobb szélessége 31 mm, legnagyobb szélessége teljes testhosszában 5.3-szer foglaltatik. A kisebb példány teljes hossza 160 mm, legnagyobb szélessége 32 mm és így legnagyobb magassága teljes testhosszában csak ötször van meg. A balatoni küsz-kelének pikkelyei a szélhajtó küsz pikkelyeinél nagyobbak, a bőrhöz jobban tapadók, nem könnyen lehullók és rajtuk a sugarak szabad szemmel is jól láthatók. A pikkelyek a nagyobb példányon ezüstösen fénylők, mert rajtuk a fekete pontozottságnak még a nyomai sincsenek meg, míg a kisebb példány pikkelyén itt-ott elszórtan láthatók.

Nagyítóüvegen nézve e korcsnak ép szélű pikkelyei inkább a szélhajtó-küsz pikkelyeihez hasonlítanak, de jóval több sugárt lehet rajtuk látni.

Azt hiszem, hogy míg a JÄCKEL-től és különösen a BENECKE-től leírt kele-küszek kereszteződésénél az apának, azaz a *Scardinus*-nak tulajdonságai jutottak inkább érvényre, addig a balatoni hybridéknél az apa az *Alburnus* lehetett és

---

<sup>1</sup> JÄCKEL: *Alburnus Rosenhaueri*, ein neuer Fischbastard. Der Zoolog. Garten. Frankfurt a. M. 1866. VII. Jahrg. Nr. 1. p. 20—25.

<sup>2</sup> BENECKE dr.: Ein neuer Cyprinoidenbastard. Zoologischer Anzeiger, VII. Jahrg. Nr. 165. Leipzig 1884. p. 228—230.



éppen azért a mi korcsaink a szélhajtó kűsz főbb jellegeit örökölték.

A balatoni korcsok valamivel keskenyebbek, mint BENECKE-nek porosz termőhelyű példányai. Az alfelúszó a balatoni példányokon a hátúszó vége előtt veszi kezdetét, míg a porosz példányokon ugyanezen úszó mögött kezdődik. A balatoni példányokon a hasi úszók és az alfelúszó között a hasornó csupaszon barázdás, mint az *Alburnus*-on, a porosz példányok legnagyobb részén BENECKE<sup>1</sup> szerint a hasél a *Scardinius*-hoz hasonlóan ormós pikkelyekkel fődött.

*Scardinius erythrophthalmus*: D 3, 8—9, A3 10—12, V 2, 8, P 1 15, C 19, Squ 7, 42—44/3—4.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (nagyobb példány): D 3/7, A 3, 15—16, V 1, 8, P 1, 14, C 19, Squ 6—7, 42—44/3—4.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (kisebb példány): D 3/7, A 3/15, V 1, 8, P 1, 14, C 19, Squ 8, 43, 3—4.

*Alburnus lucidus*: D 3/8, A 3, 17—20, V 1, 8, P 1, 14, C 19, Squ 8—9, 46—50, 4—3.

Fogképleteik:

*Scardinius erythrophthalmus*: 3.5—5.3.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (nagyobb példány): 2.5—5.2.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (kisebb példány): 2.5—5.2.

*Alburnus lucidus*: 2.5—5.2 vagy 2.5—4.2.

Jellemző összehasonlító méreteik százalékokban:

*Scardinius erythrophthalmus* I. 19, II. 83.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (nagyobb példány) I. 32, II. 87.

*Scardinius erythrophthalmus* × *Alburnus lucidus* (kisebb példány) I. 31, II. 83.

*Alburnus lucidus* I. 30.7, II. 81.

A garatcsontok és a torokfogak alakja és száma a szülők közül inkább a kűszre vall, mint a pirosszemű kelére és a

<sup>1</sup> I. m. p. 228—229.

balatoni példányokon a kelének, mint egyik létrehozónak a hatása e tekintetben annyiban érvényesült, hogy a magyar korcsoknál a garatsontok és a torokfogak valamivel erősebben vannak kifejlődve, mint az igazi szélhajtó küsznél.

Megemlítettem, hogy ezen hybridet JÄCKEL 1866-ban *Alburnus Rosenhaueri*, BENECKE pedig 1884-ben mint új halkorcsot jöhiszeműleg *Bliccopsis abramorutilus* néven írta le. Ezen tévedés még könnyebben menthető, mert egy értekezés figyelembe nem vételéből származott; de nem menthető BADE új munkájának hiányossága, melyben ezen korcs, melyet két szerző is külön néven leírt, nincsen meg.

BADE munkája előszavában hangsúlyozza, hogy ő az újabb biológiai megfigyeléseket és korcsokat igyekezett első sorban felvenni és mégis összesen csak 10 hybridnek leírását közli. Az *Alburnus lucidus* tárgyalásakor többek között azt írja, hogy «e faj a *Blicca björkana*-val és a *Squalius cephalus*-sal is kereszteződik. Valószínű — írja tovább BADE —, hogy az *Alburnus lucidus* más pontyfélével is kereszteződik, így a *Leuciscus rutilus*-sal és a *Scardinius erythrophthalmus*-sal is hozhat létre korcsokat, de ezek manapság nem ismeretesek. Itt-ott felmerül róluk egy-egy hír, pontosabb vizsgálatok azonban nem állottak rendelkezésemre».

Ha BADE lelkiismeretesebben dolgozott volna, a szakirodalomban az általa hírből emlegetett két utóbbi halhybridnek nemcsak a hírét, hanem pontos, tudományos leírását is megtalálhatta volna több oly halkorcséval egyetemben, melyek könyvében nincsenek meg.

BADE könyve azért igen fényesen igazolja, mennyire égető szükségünk volt már arra, hogy egy újabb összefoglaló ichthyológiai munka — aminő a GROTE, VOGT és HOFER nagyszabású műve — ne csak összegyűjtse az újabb biológiai adatokat és korcsokat, hanem pontosan is közölje az ezekre vonatkozó irodalmi forrásokat is. E valóban remek kivitelű munkában a korcsok leírásánál azon nagyon is helyeselhető újítással is találkozunk, hogy a korcsokat nem a régibb, sokszor semmit sem kifejező nevük alatt közli, melyet első leírójuktól kaptak, hanem a kereszteződő szülőket egyenként latinul megnevezi és régibb

nevüket mint szinonim elnevezést megemlíti, hogy a nomenklaturát újabb, a kereszteződő szülők latin neveiből alkotott nevekkel ne terhelje meg.

#### 4. *Blicca björkana* (Linne) $\times$ *Alburnus lucidus* (Heckel).<sup>1</sup>

*D* 3, 8, *V* 2/8, *A* 3/17-20. (*Bliccopsis alburniformis* Sieb.).

Ezen korcsra SIEBOLD 1860-ban, Königsbergben, egyetlenegy példányban akadt rá az ottani halaspiaczon, Bliccák és *Leuciscus*ok társaságában és *Bliccopsis abramorutilus*-nak nevezte el.

«Szűk szája csúcsbanyiló és csak kissé ferde helyzetű, felső állkapcsának közepén nincsen bemélyedés és alsó állkapcsán sem lehet semminemű megvastagodást látni; magas, rövid teste nagyon összenyomottnak látszik, hátának elülső részén nincsen meg a csupasz barázda, de a hasúszók mögött, a hasi élen egy pikkely nélküli barázda látható. Garatsontjain a 2.5—5.2-es képletű torokfogak és a 8.47/4-es pikkelyképlet nagyon emlékeztetnek a *Bliccopsis abramorutilus*-ra (azaz az *Abramis* és *Leuciscus* korcsára), de az úszóknak sugarai *D* 3, 8, *V* 2, 8, *A* 3, 19 és a hátrafelé nagyon megrövidülő alfelúszónak körvonalai és a pikkelyek, melyeken sugarak alig vehetők észre, inkább az *Alburnus lucidus*-ra utalnak. Mindezen viszonyok azt sejtették SIEBOLDdal, hogy e hal korcs-eredetű, melynek létrehozásában egy *Blicca* és egy *Alburnus* működött közre.

KNAUTHE Berlin környékének vizeiben 1895-ben ismét ráakadt ezen korcsra és azt mondja róla, hogy azokban gyakran előforduló közönséges hal.

KNAUTHE mesterséges megtermékenyítés által, kísérleti úton is megerősíthette SIEBOLD feltevését a szülőket illetőleg.

KNAUTHE megfigyelései szerint különben az alfelúszónak osztott vagy lágy sugarai 17—20 közt ingadoznak és a pikkelyek inkább az *Alburnus*-t juttatják eszünkbe, mint a Bliccát. A torokfogak 2.5—5.2, 2.5—5.1 és 1.4—4.1 fogképletek szerint változnak.

BACHE, kinek újabb időben szintén volt alkalma ezen hib-

<sup>1</sup> GROTE, VOGT, HOFER, i. m. p. 452.

ridet megvizsgálni, pikkelyképletét 8 47--49 7-nek mondja és megállapítja, hogy ő leggyakrabban az 1.4—4.1-es, néhány-szor a 2.5—5.2 fogképletűekre akadt, de 2.5—5.1 fogképletű korecsok sohasem fordultak meg kezei között. A torokfogak közül a belső sornak négy hátulsó foga kampószerűen meggörbült és koronáik összenyomottak. Az alfelúszóban szerinte 17—21 osztott sugár van.

Ezen korecsra BADE<sup>1</sup> is ráakadt és említett munkájában le is írja.

Szerinte ezen halhybridek legnagyobb részénél az 1.4—4.1-es fogképlet a leggyakoribb, ritkábban 2.5—5.2 fogképletűeket is vizsgált, de olyan példányokat, melyeknek 2.5—5.1-es fogképletűk lett volna, nem látott és ezért az ilyen fogképletűeket ő a legritkábbaknak tartja.

BENECKE dr.<sup>2</sup> idézett értekezésében ezen korecsról feljegyzí, hogy hiába kereste *Königsberg* mellett, nem találta.

A Balatonból 3 darab *balin-küsz*-nek nevezhető korecsot tudtam beszerezni, melyek főbb vonásokban megegyeztek egymással. A legjellemzőbb példánynak teljes hossza 152 mm, legnagyobb szélessége 36 mm és így legnagyobb szélessége teljes testhosszában 4·2-szer van meg, holott ezen utóbbi arányszám a szélhajtó küsznél legalább is 5-re tehető.

A feje és az egész testalkotása inkább a szélhajtó küsz széles varietását juttatja eszünkbe, mint a balinét.

Alsó állkaposán egy a szélhajtó küszénél jóval kisebb kiemelkedés látható, mely beletalál a felső állkapocs megfelelő nagyon sekély bemélyedésébe; a szűk, ferde metszésű szájnyílás a homlok felé nyiló. A hátvonal igen csekély mértékben, a hasvonal inkább íves; hátának elülső részén hiányzik a csupasz barázda, de a hasúszók és az alfelúszó között a hasél ormós, és a csupasz barázda megvan. Ezüstösen fénylő, nagyobb, könnyen le nem hulló pikkelyei szabad szemmel nézve inkább a balin pikkelyeire emlékeztetnek, de sugarakat nem tudunk megkülönböztetni rajtuk. Nagyítóüveg alatt azonban e kevés sugarú ovális körvonalú

<sup>1</sup> BADE dr. i. m. I. Bd. p. 163.

<sup>2</sup> BENECKE dr. i. m. p. 230.

pikkelyek inkább hasonlítanak a szélhajtó kűsz, mint a balin pikkelyeihez.

*Blicca björkana*: *D* 3/8, *A* 3 21—19, *V* 2/8, *P* 1/14—15, *C* 19, *Squ* 9—10/45—48/6.

*Blicca björkana* × *Alburnus lucidus*: *D* 3/8, *A* 3/16—18, *V* 1/8, *P* 1/14, *C* 19, *Squ* 8 46—47/4.

*Alburnus lucidus*: *D* 3/8, *A* 3/17—20, *V* 1/8, *P* 1/14, *C* 19, *Squ* 8—9/46—50/4—3.

Fogképletük:

*Blicca björkana* 2.5—5.2 v. 3.5—5.3.

*Blicca björkana* × *Alburnus lucidus* 2.5—5.2 mind a három példánynál.

*Alburnus lucidus* 2.5—5.2 vagy 2.5—4.2.

Jellemző összehasonlító méreteik százalékokban:

*Blicca björkana* I. 37, II. 81.

*Blicca björkana* × *Alburnus lucidus* I. 28, II. 83.

*Alburnus lucidus* I. 37, II. 81.

##### 5. *Leucaspis delineatus* (Sieb.) × *Alburnus lucidus* (Heck.).<sup>1</sup>

*D* 3/8, *P* 1/13—15, *V* 2/8, *A* 3/11—17, *C* 19.

Ezen korcsot, melyről KNAUTHE azt állítja, hogy a szabad természetnek eléggé közönséges halacska, ugyancsak ő mesterséges megtermékenyítési kísérletek által létre is hozta és pedig olyformán, hogy a kereszteződő szülőket párosával kicsiny tavacskaiban helyezte el és a kis ivadékokat felnevelte.

A jelzett korcsnak 6 példányát pontosan megvizsgálta KNAUTHE, elnevezte *Alburnus Leydigii*-nek és a következőképpen írta le:

«A száj felső állású, az alsó állkapocs megvastagodott, megvastagodott része beletalál a vendég állkapocsba, a hátúszó rövid, az alfelúszó a hátúszó végével szemközt fekvő. A hasúszók és az alfelúszó között éles ormó van. A test nyújtott és összenyomott, a hátvonal majdnem egyenes. A farkúszó nem mélyen bevágott. A pikkelyek vékonyak, könnyen lehullók. A szem nagy,

<sup>1</sup> GROTE, VOGT, HOFER i. m. p. 452—453.

ezüstösen fénylő és felső részén zöld vagy narancssárga folt látható. A torokfogak képlete 2.5—5.2. Az oldalvonal tökéletes.»

Visszaütő keresztvezetési kísérlet czéljából KNAUTHE Lundscheffele költőszekrényekbe 1 hím és 2 női *Leucaspius delineatus* korcsot és megfordítva, 2 női korcsot 1 hím korccsal együttesen helyezett el.

Első ízben KNAUTHE 60 fiatal halacskára tett szert, melyek közül 51 még a tökéletes oldalvonal tekintetében is a *Leucaspius delineatus*-hoz volt hasonló, míg a második esetben 40 halacskát tudott felnevelni, melyek közül 34 a *Leucaspius* alakra még a tökéletes oldalvonalra nézve is visszafajzott, melyről már ismeretes, hogy *Leucaspius delineatus*-nál legfeljebb az első 8—12 pikkelyre terjed ki.

A magyarul *küsz-baing*-nak nevezhető korcsot nem közvetlenül a Balatonból, hanem a Balatonba szakadó Gyöngyöspatakából fogtam ki, tipikus baingok és szélhajtó küszekkel együttesen.

Ezen oldalt erősen összenyomott testű, ezüstösen fénylő halacska tökéletesen kifejlődött oldalvonalával első tekintetre a szélhajtó küszre emlékeztet, de alfelúszójának 3 nem osztott és 14—15 osztott sugara a kurta baingot juttatja eszünkbe. Általánosságban azt lehet mondani e törpe halkorcsról, hogy testalkotásra és szerveinek viszonylagos nagysága és elhelyezkedése tekintetében mindkét létrehozójához némileg hasonlít és tisztavérű szülőinek valóságos keveréke.

Azon egyetlenegy halacskának, melyről leírásom készült, teljes testhossza 60 mm, legnagyobb szélessége 11 mm és ennél fogva legnagyobb magassága teljes testhosszában 5.4-szer van meg. A korcs feje magasságánál hosszabb. Feje oldalának hosszúsága 4.5-szer, fejének felső hosszúsága 6.2-szer foglaltatik 50 mm-nyi testének hosszúságában. Alig domború homlokának szélessége a két szem között a szem félátmérőjével egyenlő. Fejének felső része kissé íves és nyakszirttájéka kissé nyerges, mint a küsznél, és nem megszakítás nélkül megy át a hátvonalba, mint a legtöbb kurta baingnál. Szeme nagy, a szem átmérője a fej hosszúságának majdnem  $\frac{1}{3}$ -ával egyenlő. Orra tompa, az alsó állkapocs csúcsa alig megvastagodva a vendégállkapocs megfelelő

vájódásába csapódik. Teste hosszúra nyújtott, hát- és hasvonala íveltebb, mint a baingnál, inkább küszszerű.

Testének szélessége feje oldalhosszúságánál valamivel nagyobb és 4·5-szer foglaltatik a test hosszában. Hasi része a hasúszók és az alfelúszó között ormós, csupasz barázdával. Hátúszójának kezdete a testhosszúság felénél hátrább esik, de teljes hosszúságának közepe előtt kezdődik; a hátúszó magassága a fej felső hosszúságánál valamivel kisebb, ugyanezen úszó alapja azonban jóval kisebb (5 mm), sugarai közül 3 nem osztott és 8 osztott. Alfelúszója a hátúszó vége előtt kezdődik és 3 osztott és 15 nem osztott sugarú. Az alfelúszó mögött kezdődő farkvég, a farkúszó nélkül, a mellúszókkal egyenlő hosszúságú. A mellúszók valamivel hosszabbak a hasúszóknál, a hasúszók hátrahajlítva nem érik el a végbélnyílást.

*Alburnus lucidus*: D 3/8, A 3/17—20, V 1/8, C 19, Squ 8—9/46—50 4—3.

*Alb. luc.* × *Leuc. del.*: D 3/8, A 3/15, V 1/8, C 19, Squ 7 46—47/4.

*Leuc. del.*: D 3/8, A 3/11—13, V 1/7—8, C 19, Squ 7—8—48/4.

Fogképletük:

*Alb. luc.* 2.5—5.2 vagy 2.5—4.2.

*Alb. luc.* × *Leuc. del.* 1.5—5.3.

*Leuc. del.* 5—4 v. 2.4—4.1.

Jellemző összehasonlító méreteik százalékokban:

*Alb. luc.* I. 30·7, II. 81.

*Alb. luc.* × *Leuc. del.* I. 28, II. 87.

*Leuc. del.* I. 25, II. 81.

Feltűnő a magyar eredetű kele-baingnak 1.5—5.3-as fogképlete.

32 *kurta baing*-nak vizsgáltam<sup>1</sup> meg torokfogait és 20-ban egysorosnak, 12-ben kétsorosnak találtam; a torokfogak száma is nagyon ingadozó volt, de olyan fogképletű *baing*-ra, minőt e

<sup>1</sup> VUTSKITS GYÖRGY: A kurta baing természetrajza. Állattani Közlem. 1903. p. 177—178.



korcsoson megfigyeltem, nem találtam közülük egyet sem és ezen eltérés is a kérdéses halacska korcs volta mellett bizonyít.

Hiszem, hogy ezen 8 Cyprinoidea halkorcs, mely a Balatonból előkerült, nemcsak nagy állóvizünkben, hanem a Duna vízrendszerének más álló- és folyóvizeiben is él és tüzetes vizsgálatok nemcsak ezekkel, hanem új előfordulásra új hybridekkel is fogják gazdagítani hazánk halfaunáját.

Feltevésém igazolására megemlítem, hogy ANTIPA dr. már említett nagy ichtyológiájában a román Dunából és mellék-vizeiből 6 halkorcsot írt le.

Ezek közül 5: 1. *Cyprinus carpio* × *Carassius vulgaris*. 2. *Abramis brama* × *Leuciscus rutilus*, 3. *Blicca björkana* × *Leuciscus rutilus*, 4. *Alburnus lucidus* × *Leuciscus rutilus*, 5. *Alburnus lucidus* × *Squal. cephalus* hazánk vizeiben is előfordulnak, de 6. *Blicca björkana* × *Scardinius erythrophthalmus*, habár ez idő szerint ninesen hazai termőhelyről kimutatva, a legnagyobb valószínűséggel a magyar vizekben is él.

De ANTIPA dr. szerint nemcsak a *Cyprinoideá*-k, hanem az *Acipenseridá*-k családjában is oly nagy a korcsképződési hajlandóság, hogy szerinte a román Dunában és a Fekete-tengerben élő 6 tiszta vérű fajnak kereszteződése folytán 8 *Acipenserida*-hybrid jött létre.

Habár GOLOWATSOW, KOWALEWSZKY, OWSJANIKOW és WAGNER, GÜNTHER és legutóbb LÖNNBERG EIMAR is, mindannyian említettek tokféle korcsokat, melyeket láttak, de közülük egy sem írt le egyetlen *Acipenserida*-hybridet sem. ANTIPA dr. jelzett munkájában azonban mind a 8 *Acipenserida*-korcs leírását és 3-nak még szép rajzát is megtaláljuk.

KAMERER PÁL a *Percoideá*-k családjának két fajáról, a *Perca fluviatilis* és az *Acerina cernua*-ról kimutatta, hogy kereszteződhetnek egymással és ezeknek korcsait mesterséges megtermékenyítési kísérletek által ivartermékeikből létre is hozta és részletesen leírta.

A *Salmonidá*-k<sup>2</sup> családjának korcsai közül, melyek a sza-

<sup>1</sup> GROTE, VOGT, HOFER i. m. p. 505—508.

<sup>2</sup> GROTE, VOGT, HOFER i. m. p. 250.

bad természetben is kereszteződhetnek, hármát ismer a szakirodalom.

Kereszteződik 1. a *Trutta salar* ikrása  $\times$  a *Trutta fario* tejese, 2. a *Salmo fontinalis*  $\times$  *Trutta Fario*, 3. a *Salmo fontinalis*  $\times$  *Salmo salvelinus* egymással. Mesterséges úton haltenyésztő-tavakból még a következő két korcsot ismerik a haltenyésztők: 4. *Trutta fario* tejese kereszteződhetik a *Trutta iridea* ikrásával és 5. a *Trutta iridea*  $\times$  *Salmo fontinalis*.

Ha megemlítem még, hogy APELÖFF egymástól nagyon is távol álló tengeri halfajoktól létrehozott halkorcsokat is megfigyelt, ha tekintetbe vesszük, hogy az édesvizi halak legfontosabb családjain belül megvan egyes fajok között a korcsképződési hajlandóság, nem fogunk csodálkozni azon, hogy a különböző országok faunistái vizeiknek halkorcsait igyekeztek nemcsak megismerni, hanem le is írták azokat. Azért gyűjtötték össze nagy munkájukban SCHMITT Skandinávia, FATIO Svájc, ANTIPA Románia halkorcsait; GROTE, VOGT és HOFER-ék egész Közép-Európa halkorcsait tárgyalják, sőt még a szomszédos Galícia vizeinek halhybridjeire is kiterjeszti figyelmét NOWICZKI.<sup>1</sup>

Az édesvizi halkorcsok száma ma már oly nagy, hogy ismeretük nélkül egyes halaknak meghatározása csaknem lehetetlenné válik, azért kell nekünk is a magyar termőhelyű halkorcsok megismerésére és leírására törekednünk.

---

<sup>1</sup> NOWICZKI: Pisces Galiciæ című munkájában (1889) Galícia édesvizeiből 3 halkorcsot ír le: 1. *Cypr. carpio*  $\times$  *Carassius vulg.*; 2. *Abramis brama*  $\times$  *Leuc. rut.*; 3. *Alb. luc.*  $\times$  *Squal. cephalus*.

## AZ ELEKTROLITEK DIFFÚZIÓJÁRÓL.

HEVESY GYÖRGY-től.

(Az elektrolitek diffúziójának természete; szabad ionok nem lépnek fel kimutatható számban. — A sók diffúziója anionjuk feleslegében; összefüggés a diffúziós állandó és a kation hordozta töltésszámok, illetve a kation vegyértéke között. — A radioelemek oldatai szigorúan megfelelnek az elmélet követelte feltételeknek; a radioionok diffúziós állandójának meghatározása. — Fick törvényének érvényessége. — Az ionmozgékony-ság meghatározásának módszerei; a radioionok mozgékony-ságának meghatározása. — Analogia a gázionok és elektrolitikus ionok diffúziója között. — Összefoglalás.)

Az ozmotikus nyomás készleti diffúzióban az oldatban lévő anyagokat magasabb töménységű helyről alacsonyabb töménységűre, valamint a gáznyomás hozza létre a gázok elmozdulását nagyobb nyomás alatt álló helyről alacsonyabb nyomású helyekre. A diffúzió sebessége csupán az ellenállás nagyságától függ, melylyel a diffundáló rész találkozik, valamint a töménység gradiensének a nagyságától. Ez utóbbi Fick törvényének a követelménye és mint látni fogjuk, egészen szigorúan helyes.

Erősen hígított elektrolitek, mint pl.  $1/1000$  normál sósav-oldat, teljesen ionjaikba bomlottak; ha ilyen sósavoldatot tiszta vízzel hozunk össze, akkor annak úgy hidrogén-, mint klór-ionjait az osmotikus nyomás a víz felé tereli; a hydrogen-ion jóval kisebb átmérőjű ion lévén a klór-ionnál, kisebb ellenállásra fog találni vándorlása közben az utóbbinál és így gyorsabban fog diffundálni, mint a klór-ion. Ebből az következnek, hogy diffúzió segítségével a sósav *H*- és *Cl*-ionjait egymástól elválaszthatjuk,

a valószínűségben azonban sohasem találkozunk ilyen párjuktól elválasztott, «szabad» ionokkal.

E jelenség magyarázatát NERNST<sup>1</sup> már 1888-ban szolgáltatotta. Szerinte a gyors  $H$ -ionok előre futnak ugyan, de pozitív töltést hurezolva magukkal, a vízréteget, melybe jutnak, pozitív töltésűvé teszik, míg a hátramaradt  $Cl$ -ionok vízkörnyezete negatív töltésű lesz; a töltések illetően elválasztása elektrostatikai erőket hoz létre, melyek az előre haladt hidrogén-ionra lassítólag, a hátra maradt klór-ionra gyorsítólag hatnak. E kompenzációs folyamat a  $H$ - és  $Cl$ -ionokat összetartja és őket ugyanazon, kompromisszumos sebességgel való diffundálásra kényszeríti. A sósav diffúziója ezek szerint egy osmotikus és egy elektromos folyamat resultánsa, az utóbbi teljesen megegyezik az ionoknak elektromos mezőnyben való vándorlásánál tapasztalt folyamat-  
tal; az ionok mozgási sebessége elektromos mezőnyben annál nagyobb, minél nagyobb a potenciál gradiens, mely az ionokat mozgatja és minél kisebb a surlódási ellenállás; a diffúzió sebessége is ennek a surlódási ellenállásnak a nagyságától függően, számszerinti összefüggésnek kell fennállania a sebesség között, mellyel egy só diffundál és ionjainak a mozgási sebessége között. Ez összefüggést NERNST állapította meg. Szerinte ha egy egyértékű elektrolyt, mely teljesen disszociált állapotban van a vízben jelen, diffundál, akkor a diffúzió-állandója:

$$D_{,so} = 0,04485 \frac{uv}{u+v},$$

hol  $u$  a kation,  $v$  az anion mozgási sebességét jelenti.

Az összefüggést, mely a több vegyértékű elektrolitek diffúzió-állandója és ion-mozgékonyasága között fennáll, NERNST nem állapította meg. A többértékű elektrolitek disszociációs viszonyai annyira bonyolultak, hogy a kérdés kísérleti eldöntése úgy is reménytelennek látszott. Tekintsünk pl. egy kétértékű sót, mint a báriumkloridot; ez nemcsak  $Ba^{++}$  meg  $Cl^{-}$  ionokat, de  $BaCl$  komplex ionokat is küld oldatba: ez utóbbiaknak se a jelenlévő mennyiségét, se a mozgási sebességét nem ismerjük.

<sup>1</sup> Z. phys. Chem. 2, 614. 1888.

A radioaktív elemek ionjai, a «radioionok» oly csekély töménységben mutathatók ki, a milyen töménység esetében parciális disszociáció jelenléte felette valószínűtlen, úgy hogy lehetségesnek látszott a fentemlített kérdés vizsgálata radioionok, illetve sók diffúziójánál. E végből megállapítottam az összefüggést egy  $n$  értékű elektrolit diffúziós állandója és mozgékonyága között, melyet a következő gondolatmenet szolgáltat.

Az osmotikus erők hatása alatt az időegység alatt

$$N_{K'} = - U \frac{dp}{dx} \text{ kation}$$

és

$$N_{A'} = - V \frac{dp}{dx} \text{ anion}$$

vándorol egy  $\text{cm}^2$ -en keresztül,  $U$  és  $V$  a kation, illetve anion mozgékonyágával arányos nagyságok,  $c$  a töménységet és  $n$  a vegyértéket jelenti. Az osmotikus nyomás

$$p = \frac{RTc}{n}$$

lévén

$$N_{K'} = - \frac{1}{n} URT \frac{dc}{dx}$$

$$N_{A'} = - \frac{1}{n} VRT \frac{dc}{dx}$$

Az elektromos kompenzáló erők hatása folytán viszont az időegység alatt

$$N_{K''} = - Uc\epsilon \frac{d\phi}{dx} \text{ kation}$$

és

$$N_{A''} = + Vc\epsilon \frac{d\phi}{dx} \text{ anion}$$

halad át egy  $\text{cm}^2$ -en, ha a potenciálkülönbség  $\frac{d\phi}{dx}$  és  $\epsilon$  a grammion töltése.

Az időegység alatt a keresztmetszet egységén áthaladó összes ionok száma  $e$  szerint

$$N_K = N_{K'} + N_{K''} = - U \left[ \frac{RT}{n} \frac{dc}{dx} + \varepsilon c \frac{d\phi}{dx} \right]$$

és

$$N_A = N_{A'} + N_{A''} = - V \left[ \frac{RT}{n} \frac{d\phi}{dx} - \varepsilon c \frac{d\phi}{dx} \right].$$

Mivel az időegység alatt áthaladó anionok és kationok száma ugyanaz,

$$N_K = N_A$$

és

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{U-V}{U+V} \frac{RT}{nec} \frac{dc}{dx}$$

$$N_K = N_A = - \frac{2UV}{n(U+V)} RT \frac{dc}{dx}.$$

Ha  $u$  és  $v$  az ionok absolut cm és sec-ban kifejezett sebességét jelenti, akkor

$$U = 1,036 u \cdot 10^{-5}$$

$$V = 1,036 v \cdot 10^{-5}$$

$$RT = 8,61 \cdot 10^3 T$$

$$N_K = N_A = D \frac{dc}{dx}.$$

$D$  a napokban kifejezett diffúzióállandó, miért is fenti egyenlet jobb oldalát még  $8,64 \cdot 10^4$ -el kell megszoroznunk, mikor is a diffúzióállandó értékeül a következő egyenletet nyerjük:

$$D_{180} = \frac{0,04485}{n} \cdot \frac{uv}{u+v}. \quad (1)$$

Az (1) egyenlet mutatja a diffúzióállandó és az ionmozgékonyosság közötti összefüggést egy  $n$  értékű teljesen dissociált elektrolit esetében; mint látható, a diffúzióállandó fordítva arányos az ion töltéseinek a számával, vagyis annak vegyértékével.

Hogy a fenti képlet qualitative helyes, azt az első táblázatban összeállított számok igazolják; ezek az időegységben diffundáló molekulák relativ számát jelzik LONG<sup>1</sup> kísérletei szerint.

<sup>1</sup> Wied. Ann. 9, 613, 1880.

## 1. táblázat.

$KCl$	803	} egy értékű
$NH_4Cl$	689	
$NaCl$	600	
$BaCl_2$	450	} két értékű
$CaCl_2$	429	
$SrCl_2$	432	
$MgCl_2$	392	

A táblázat szerint a két vegyértékű sók lényegesen lassabban diffundálnak az egy vegyértékűeknél, noha az utóbbiak ion-mozgékonyasága csak kevéssel nagyobb az előbbiekénél, sőt a nátrium-ion mozgékonyasága kisebb a magnézium-ion mozgékonyaságánál.

### A diffúzió-állandó és a kation mozgékonyasága közötti összefüggés. Az anion feleslegében történő diffúzió.

Az anion befolyását a só diffúzió-sebességére sikerül teljesen eliminálni, ha a sót anionjának feleslegébe diffundáltatjuk, mint pl. a sósavat aránytalanul töményebb káliumklorid-oldatba. A diffúzióáll fellepő elektrosztatikai kompenzáló erők az egyes ionok sebességét töménységükkel arányosan befolyásolják, a fenti diffúzióáll a  $Cl$  ionok száma sokkal nagyobb lévén a  $H$ -ionok számánál, illetve a  $H$ -ion diffúziója közben oly sok már ott lévő  $Cl$ -ionnal találkozik, hogy az utóbbiaknak az előbbiek mozgási sebességét befolyásoló só-hatása elesik.

ABEGG és BOSE<sup>1</sup> számította ki az összefüggést a diffúzió-állandó és az egy vegyértékű kation mozgékonyasága között, ha az utóbbi az anion feleslegében történik. A következőkben levezetjük az összefüggést egy  $n$  értékű kation diffúziójának esetében.

Az osmotikus erők hatása alatt az időegységben a keresztmetszet egységén át halad

<sup>1</sup> Z. phys. Chem. 30, 545, 1895.



$$N_{K'} = - \frac{1}{n} URT \frac{dc}{dx} \text{ kation}$$

és

$$N_{A'} = - \frac{1}{n} VRT \frac{dc}{dx} \text{ anion.}$$

Az elektromos kompenzáló erők hatása alatt viszont

$$N_{K''} = - U'c\varepsilon \frac{d\psi'}{dx} \text{ kation}$$

és

$$N_{A''} = + V'c\varepsilon \frac{d\psi'}{dx} \text{ anion.}$$

Összesen

$$N_K = N_{K'} + N_{K''} + N_{K'}$$

kation vándorol.

$$N_{K'} = 0 - U'\varepsilon g \frac{d\psi'}{dx}$$

jelenti a feleslegben lévő elektrolit diffundáló kationjainak számát.

Az összes diffundáló anionok száma

$$N_A = N_{A'} + N_{A''}$$

$$N_A = N_K$$

és így

$$\frac{d\psi'}{dx} = \frac{RT(U-V)}{n\varepsilon [c(U+V) + \gamma(U'+V)]} \frac{dc}{dx}$$

és a vándorló kationok, illetve anionok összes száma

$$N_K = \frac{URT}{n} \frac{dc}{dx} \left( \frac{2V + (U'+V)\gamma/c}{U+V + (U'+V)\gamma/c} \right)$$

$$N_A = - \frac{VRT}{n} \frac{dc}{dx} \left( \frac{2U + (U'+V)\gamma/c}{U+V + (U'+V)\gamma/c} \right)$$

és az anion feleslegében történő diffúzió állandója

$$D' = \frac{N_K}{\frac{dc}{dx}} = \frac{N_A}{\frac{dc}{dx}}$$

A közönséges diffúzió állandója

$$D = - \frac{2UV}{U+V} RT \frac{dc}{dx}$$

úgy

$$\frac{D'}{D} = \frac{c}{r} + \frac{U'+V}{2V} \cdot \frac{c}{\frac{c}{r} + \frac{U'+V}{U+V}}$$

és  $r = \infty$  esetében, vagyis ha a felesleg töménysége végtelen,

$$\frac{D'}{D} = \frac{U+V}{2V}. \quad (2)$$

Ha pl.  $BaCl_2$  diffundál sósav feleslegében, akkor

$$U = 1,036 u \cdot 10^{-5} = 0,00058$$

$$V = 1,036 v \cdot 10^{-5} = 0,00068$$

$$U' = 1,036 u' \cdot 10^{-5} = 0,00329,$$

hol  $u$ ,  $v$ , illetve  $u'$  a  $Ba$ -,  $Cl$ -, illetve  $H$ -ion mozgékonyaságát jelenti.

$$\frac{U'+V}{2V} = 2,92$$

$$\frac{U'+V}{U+V} = 3,2$$

és  $r/c = 100$  esetében, vagyis ha a  $BaCl_2$  töménysége  $1/100$  része a sósav töménységének, akkor

$$D' = D' \infty (1+0,002).$$

Százszoros sósav felesleg esetében a diffúzióállandó értéke kevesebb, mint 2‰-vel fog különbözni attól az értéktől, melyet a végtelen sósav feleslegben való diffúzió szolgáltatna.

A (1) és (2) egyenletből következik:

$$D = 0,02242 \frac{u}{v}. \quad (3)$$

Ha tehát egy kation az anionja végtelen feleslegében diffundál, akkor a diffúzió sebessége csupán a kation ion-mozgékonyaságától és annak a vegyértékétől függ.

### A vegyérték meghatározása a diffúzióállandó nagyságából.

A kationok ion-mozgékonyasága bizonyos, nem nagyon távol eső határok között mozog, mint azt a 2. táblázat számai mutatják.

2. táblázat.

Fém	Ionmozgékonyaság
<i>Na</i>	43,6
<i>Mg</i>	45,9
<i>Zn</i>	46,6
<i>Cu</i>	47,2
<i>Cd</i>	47,4
<i>Ca</i>	51,4
<i>Sr</i>	51,5
<i>Ag</i>	54,0
<i>Ba</i>	55,1
<i>Ra</i>	57,4
<i>Pb</i>	61,1
$NH_4$	64,4
<i>K</i>	64,7
<i>Tl</i>	66,6
<i>Rb</i>	67,6
<i>Cs</i>	68,2.

Ezen határokat — ha az abnormisan lassú lithiumtól eltekintünk — 44 (nátrium) és 68 (cézium) mozgékonyaság képezik. E szerint a kationok közepes mozgékonyasága 55,7, a miből viszont következik, hogy az egy vegyértékű kation ( $n = 1$ ) legvalószínűbb diffúzióállandója  $18^\circ$ -nál  $1,25 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$  és az  $n$  értékűé  $\frac{1,25}{n}$ , vagyis a két értékűé 0,63 stb.

Mint láttuk volt, teljesen elégséges az anion százszoros feleslegében diffundáltatni a kationt, hogy a fenti következtetések alkalmazhatók legyenek. Rendes körülmények között azonban ez is nagy nehézségekbe ütközik,  $\frac{1}{10}$  normáldatban lévő *Ba*-kationt 10-szeres normál sósav-oldatban kellene diffundáltatnunk stb. Sőt magának az  $\frac{1}{10}$  norm. töménységben jelenlévő

báriumklorid diffúzióállandójának a meghatározása is jelentékeny analitikai nehézségekbe ütközik, pedig az elmélet szempontjából az ilyen és még higabb töménységben jelenlévő sók diffúzióállandójának a meghatározása, a mi mindeddig nem történt meg, bir a legnagyobb fontossággal. Mindezen nehézségek elesnek, ha radiosókat diffundáltatunk, mint pl.  $RaCl^2$ -t, a mely  $10^{-10}$  nor. oldatában könnyen és biztosan kimutatható; más, rövidebb életű radioelemek, mint a  $RaC$ , még ennél is jóval hígítottabb oldatban ( $10^{-15}$  nor.) biztosan meghatározhatók.

Módszerünket először a rádiumkloridon próbáltuk ki, melynek a vegyértékét ismerjük és melyet hígított sósavban, vagyis anionjának a feleslegében diffundáltattunk. A diffúzióállandó értékéül  $0,667 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$ -t állapítottuk meg, vagyis azt, a melyet egy két értékű ionnak szolgáltatnia kell. A  $ThCl_4$  diffúziójánál sósavban viszont  $D = 0,329 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$ -t nyertünk, a mi összhangzásban van a tórium négyértékű természetével stb. Ezenkívül meghatároztuk még tizenegy további radioelem diffúzióállandóját abból a célból, hogy annak a nagyságából az illető ion vegyértékére következtethessünk. Más módszerünk ugyanis nincsen rövidebb életű radioelemek vegyértékének a megállapítására, mint a fenti, mely lehetővé tette még az egy óranyi periódussal átalakuló  $ThC$  vegyértékének a meghatározását is. E diffúziós módszer alkalmazhatóságának ugyanis két feltétele van: az egyik, hogy a só teljesen disszociált állapotban legyen jelen, a mi kis töménységű radiosók esetében kétségtelenül beteljesül, a másik pedig, hogy a diffúzió sebessége arányos legyen a töménységi gradienssel; hogy ez az utóbbi FICK-féle törvény is szigorúan helyes, azt onnét láthatjuk, hogy a különböző rétegekből kiszámított diffúzióállandó teljesen ugyanaz, mint azt a következőkben látni fogjuk.

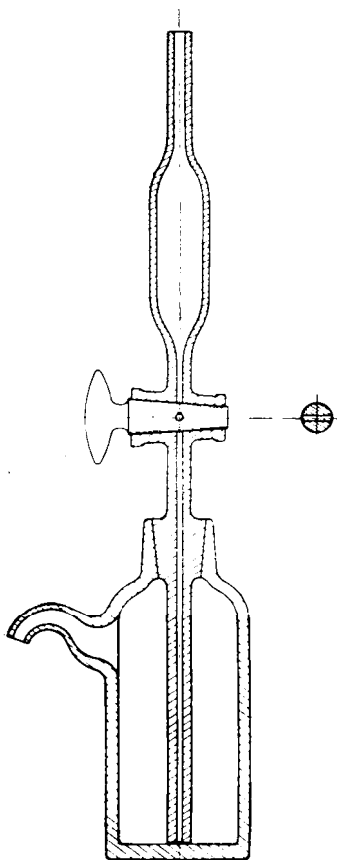
### A diffúzióállandó meghatározása.

A GRAHAM-STEPHAN-féle módszert alkalmaztuk, mely abban áll, hogy a diffundáló anyagot merőleges folyadékoszlop alá helyezük és bizonyos idő lefolyása után a folyadékoszlop különböző rétegeit megvizsgáljuk, illetve meghatározzuk, mennyi

jutott beléjük a diffundáló folyadékból. A kezdő és a megfelelő réteg töménységének a viszonyából, valamint a rétegoszlop magasságából a diffúzió-állandót a következő egyenlet szerint állapíthatjuk meg:

$$D = \frac{\left(\frac{h}{2}\right)^2}{TK}$$

hol  $D$  a diffúzióállandót,  $h$  a réteg magasságát,  $T$  a napokban kifejezett időt,  $K$  a fenti töménységi viszonyoknak egy függvényét jelenti, melynek értékeit STEPHAN táblázatai szolgáltatják.



1. ábra.

Az 1. ábrán látható készülék SCHEFFER diffúziós készülékének a módosítása. A készülék alsó felét  $3 \times 16,05$  cm vízzel töltjük meg, és a  $16,05$  cm térfogatú pipetta tartalmát lassan a vízréteg alá folytatjuk. Mint pl. a színes  $KMnO_4$  oldattal végzett kísérletek mutatják, egészen éles választóvonal áll be a víz és a súlyosabb, hozzáfolyatott folyadékréteg között. Ha most a diffúziós folyamatot meg akarjuk szakítani, akkor a pipettát súlyos folyadékkal, például tömény  $CaCl_2$  oldattal vagy kloroformmal töltjük meg és lassan becsepegtetjük a folyadékréteg alá,

miáltal egy ugyanolyan térfogatú folyadékréteg a készüléket  $\alpha$ -nál elhagyja, az I. számú meganalizálandó réteget szolgáltatva; ha ezen eljárást megismételjük, a II., III. és IV. számú réteget nyerjük. Többnyire csak az I. és II. számú réteget vizsgáltuk meg, a réteg magassága  $1,510$  cm volt. Az egész készülék, ólommal súlyosítva, vízfürdőben állott, melynek a hőmér-

séklete egy kísérlet befolyása alatt nem ingadozott többel, mint  $0,1^\circ$ -kal.

E készülék segítségével meghatároztuk a normál sósavnak diffúzió-állandóját és annak értékéül  $15,2^\circ$ -on  $2,29 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$ -t nyertünk; a diffúzió-állandó hőmérséklet-koefficiense úgy NERNST<sup>1</sup> számításai, mint SCHUHMEISTER<sup>2</sup> LONG<sup>3</sup> és WEBER<sup>4</sup> kísérletei szerint  $2,6\%$  lévén fokonként,  $D_{18^\circ} = 2,48$  lesz, míg ARRHENIUS, illetve SCHEEFER  $D_{18^\circ}$  értékéül  $2,40$ , illetve  $1,48$ -at kapott.

### A rádium-ion diffúziója.

Ha  $RaCl_2$   $1/100$  normál sósavból  $1/100$  normál sósavba diffundál, az oldat rádiumtartalma  $3 \text{ cm}$ -ként  $4,5 \cdot 10^{-7} - 4,7 \cdot 10^{-8} \text{ gr}$ , a diffúzió tehát a  $Cl$  ionok «végtelen» feleslegében történik. A rádium meghatározása az emanációs módszer szerint történt, az oldatot — miután az emanáció ismert időn át felgyülemlett volt — kifőztük és forró  $CaCl_2$  oldat alatt felfogva, az emanációs elektroszkópba szívtuk be. Az emanáció oldhatósága meleg  $CaCl_2$  oldatban elenyészőleg csekély, úgy hogy felfogásának ez a módja igen ajánlatos. A diffúzióállandó értékéül a következő számokat nyertük:

$$\begin{array}{l}
 1. \quad D_{15,8^\circ}^I = \frac{0,57}{2,83 \cdot 0,318} = 0,632 \quad D_{18^\circ} = 0,669 \\
 \quad \quad D_{15,8^\circ}^{II} = \frac{0,57}{2,83 \cdot 0,316} = 0,639 \quad D_{18^\circ} = 0,675 \\
 2. \quad D_{15,4^\circ}^I = \frac{0,57}{3,12 \cdot 0,286} = 0,634 \quad D_{18^\circ} = 0,669 \\
 \quad \quad D_{15,4^\circ}^{II} = \frac{0,57}{3,12 \cdot 0,285} = 0,635 \quad D_{18^\circ} = 0,670 \\
 3. \quad D_{15,4^\circ}^I = \frac{0,57}{1,82 \cdot 0,445} = 0,637 \quad D_{18^\circ} = 0,672 \\
 \quad \quad D_{15,4^\circ}^{II} = \frac{0,57}{1,82 \cdot 0,492} = 0,640 \quad D_{18^\circ} = 0,675
 \end{array}$$

<sup>1</sup> L. c.

<sup>2</sup> Wien. Ber. 79, 603, 1879.

<sup>3</sup> L. c.

<sup>4</sup> Wied. Ann. 7, 469, 1880.

Középérték:  $D_{18^\circ} = 0,667 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$ .

A fémionok közepes diffúzióállandója  $\frac{1 \cdot 25}{n}$  lévén, a fenti szám a rádium vegyértékének az értékeül

$$n = 2$$

szolgálhat.

### A *ThX* és az *AktX* diffúziója.

A radioionok itt is  $\frac{1}{100}$  nor. *HCl* oldatból  $\frac{1}{100}$  normál sósav oldatba diffundáltak. A *ThX* előállítását az ismert RUTHERFORD és SODDY-féle módszer szerint történt, a tóriumot ammóniákkal kiejtettük, mikor is a *ThX* az oldatban maradt. Ezen oldat  $1 \text{ cm}^3$ -ét lepárolgattuk óraüvegen és aktivitását megmértük egy  $\alpha$  elektroszkópban, ugyanezt cselekedtük a diffúzió bevégezése után a különböző folyadék rétegekkel. Az óraüvegek aktivitását nem közvetlenül a kísérlet bevégezése után hasonlítottuk össze, hanem csupán hat nappal később, mikorra radioak tivegyensúly állott be a *ThX*, *ThEm*, *ThA*, *ThB* és *ThC* között. A diffundáló folyadék  $3 \text{ cm}$ -ként  $10^{-12}$  gr *ThX*-t tartalmazott.

A kísérlet a következő értékeket szolgáltatta:

$$D_{14,2^\circ}^I = \frac{0,57}{1,90 \cdot 0,500} = 0,600$$

$$D_{14,2^\circ}^{II} = \frac{0,57}{1,92 \cdot 0,492} = 0,604$$

$$D_{14,0^\circ}^I = \frac{0,57}{2,31 \cdot 0,412} = 0,599$$

$$D_{14,0^\circ}^{II} = \frac{0,57}{2,32 \cdot 0,409} = 0,602$$

mely számok

$$D_{18^\circ} = 0,659 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 2$$

szolgáltanak.

HOFFMANN<sup>1</sup> a *ThX* ( $\text{NO}_3$ )<sub>2</sub> diffúzió-sebességét határozta volt meg vízben, WEBER módszere szerint, mely abban áll, hogy megfigyeljük, miképpen változik idővel két egymásra helyezett,

<sup>1</sup> Ann. d. Phys. 21, 239, 1906.



különböző töménységű folyadékoszlop felületének a töménysége. Az utóbbi mértékéül az a tóriumemanáció-mennyiség szolgált, melyet egy a felületet érintő gyors levegőáram ragadott magával. HOFFMANN  $D_{10^\circ}$  értékéül 0,504-t kapott, melyből  $D_{18^\circ} = 0,608$  következik.

Az  $AktX$  diffúziós állandóját hasonlóképen határoztuk meg, mint a  $ThX$ -ét. A következő számokat nyertük:

$$D_{15,9^\circ}^I = \frac{0,57}{2,0 \cdot 4,55} = 0,626$$

$$D_{15,9^\circ}^{II} = \frac{0,57}{2,0 \cdot 4,52} = 0,629$$

$$D_{16,0^\circ}^I = \frac{0,57}{3,21 \cdot 0,282} = 0,631$$

$$D_{16,0^\circ}^{II} = \frac{0,57}{3,22 \cdot 0,280} = 0,634$$

a miből

$$D_{18^\circ} = 0,664 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

és

$$n = 2.$$

### A $ThB$ és $ThC$ diffúziója.

A  $ThB$  diffúzióállandójának a meghatározásánál a tórium aktív csapadékát oldottuk fel  $\frac{1}{100}$  nor. sósavban és ezt az oldatot tíz óra elmulta után, mikor is biztosra vehettük, hogy a  $ThB$  és  $ThC$  egyensúlyban van, helyeztük a diffúziós készülékbe. A diffúziós kísérlet bevégezése után újból 10 óra hosszat vártunk és azután hasonlítottuk össze a különböző rétegek  $\alpha$  aktivitását. Az oldat  $^3\text{cm}$ -ként  $10^{-13}$  gr.  $ThB$ -t tartalmazott.

$$D_{14^\circ}^I = \frac{0,57}{1,0 \cdot 5,41} = 1,06$$

$$D_{14^\circ}^{II} = \frac{0,57}{1,02 \cdot 0,530} = 1,06$$

$$D_{14,2^\circ}^I = \frac{0,57}{1,82 \cdot 0,297} = 1,05$$

$$D_{14,2^\circ}^{\text{II}} = \frac{0,57}{1,84 \cdot 0,289} = 1,07$$

$$D_{18^\circ} = 1,21 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 1.$$

A *ThC* diffúzió-sebességének a meghatározása nagy nehézségekbe ütközött, a *ThC* rövid periódusa és még inkább azon nehézségek folytán, melyekbe a tiszta *ThC* előállítása ütközik. A LEROCH-módszer szerint sósavas oldatból nikkelen, valamint a szerző módszere szerint neutrális ezüstó-oldatból ezüstön kivált *ThC* 1 usque 5% *ThB*-t tartalmaz; a *ThB* 10,6 órás periodussal, a *ThC* pedig 1 órás periodussal alakulván át, 10,6 óra múlva a *ThB* tisztátlanságnak még a fele jelen lesz, míg a *ThC* lecsökkent eredeti mennyiségének az  $\frac{1}{100}$  részére. A *ThC* diffúziós állandója meghatározásának az előfeltétele volt tehát oly *ThC* előállítása, mely teljesen elenyészően csekély *ThB*-t tartalmaz. Egy nemrégén közölt közleményemben sikerült kimutatnom,<sup>1</sup> hogy az elektrodon kivált *ThB*, *ThC* keverék összetétele az elektrod és az elektrolyt közötti potenciálkülönbség nagyságától függ, az utóbbi minél negatívabb (az elektrod pozitívabb) annál tisztábban válik ki a «C». A nikkell és a sósav közötti potenciálkülönbséget lényegesen negatívvá tehetjük az által, hogy a nikkelt az úgynevezett passzív állapotba hozzuk, pl. alkalikus oldatban való anodikus polarizáció révén. Ily módon, t. i. előzőleg passzívált nikkell lapon és  $\text{NiCl}_2$ -nek az oldathoz való hozzáadása által, tényleg sikerült igen tiszta  $\frac{1}{50}$ – $\frac{1}{150}$ % *ThB*-t tartalmazó *ThC*-t előállítani. A kísérlet elején az oldat *ThC* tartalma  $\text{cm}^3$ -enként  $4,10^{-14}$  gr volt. E kísérletet egy külön, kisebb diffúziós készülékben végeztük.

A következő számokat nyertük:

$$D_{14,2^\circ}^{\text{I}} = \frac{0,119}{0,313 \cdot 0,662} = 0,58$$

$$D_{14,2^\circ}^{\text{II}} = \frac{0,119}{0,314 \cdot 0,680} = 0,56$$

<sup>1</sup> Phil. Mag. 23, 628, 1912.

$$D_{14,10^\circ}^I = \frac{0,119}{0,282 \cdot 0,724} = 0,57$$

$$D_{14,0^\circ}^{II} = \frac{0,119}{0,283 \cdot 0,710} = 0,58$$

$$D_{18^\circ} = 0,625$$

és

$$n = 2.$$

### A *Rad*, *RaE* és *RaF* diffúzióállandója.

Ezen elemek oldatát olyképen nyertük, hogy egy üvegső falát, melyben nagyobb emanációmennyiség esett szét és mely így nagyobb *Rad*, *RaE* és *RaF* mennyiséget tartalmazott, sávvá kifőztük. A *Rad* és a *RaF* diffúziós állandóját ugyanazon kísérletből állapítottuk meg; összehasonlítottuk ugyanis a különböző rétegek  $\beta$  aktivitását közvetlenül a kísérlet befejezése után és mintegy 40 nap múltán is; az első összehasonlítás a *Rad*-re, a második a *RaE*-re vonatkozó értéket szolgáltatta. Az oldat  $^3\text{cm}$ -je  $2,10^{-7}$  gr. *Rad*-t és  $2,10^{-10}$  gr *RaF*-t tartalmazott.

A *Rad* diffúzióállandója a következő:

$$D_{15,6^\circ}^I = 0,644 \quad D_{15,6^\circ}^I = 0,651$$

$$D_{15,6^\circ}^{II} = 0,648 \quad D_{5,6^\circ}^{II} = 0,646$$

$$D_{18^\circ} = 0,651 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 2.$$

*RaE* diffúzióállandója:

$$D_{18^\circ} = 0,646 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 2.$$

*RaF* diffúzióállandója:

$$D_{15,8^\circ}^I = 0,700 \quad D_{15,6^\circ}^I = 0,702$$

$$D_{15,8^\circ}^{II} = 0,712 \quad D_{15,6^\circ}^{II} = 0,711$$

$$D_{18^\circ} = 0,760 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 2.$$

### A radiotór diffúzió-sebessége.

Közvetlenül a kísérlet megszakítása után az egyes rétegek aktivitásának az összehasonlítása  $D$  értékeül  $0,7 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$  szolgáltatott, egy hónap múlva azután, miután a radiotor egyensúlyba jött átalakulási termékeivel, az aktivitások viszonya oly értékre csökkent, mely az alábbi számokat szolgáltatta:

$$D_{17,6^\circ}^I = \frac{0,57}{0,796 \cdot 2,17} = 0,329 \quad D_{18^\circ}^I = 0,332$$

$$D_{17,6^\circ}^{II} = \frac{0,57}{0,780 \cdot 2,19} = 0,332 \quad D_{18^\circ}^{II} = 0,335$$

$$D_{17,7^\circ}^I = \frac{0,57}{0,479 \cdot 3,56} = 0,327 \quad D_{18^\circ}^I = 0,330$$

$$D_{17,7^\circ}^{II} = \frac{0,57}{0,469 \cdot 3,66} = 0,332 \quad D_{18^\circ}^{II} = 0,335$$

$$D_{18^\circ} = 0,333 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 4.$$

Mint láttuk volt, a *ThX* majdnem kétszer, a *ThB* négyszer oly gyorsan diffundál, mint a radiotor, a miért is a diffúziós készülék felső rétegei mindjárt a kísérlet megszakítása után jóval több *ThB*-t tartalmaznak, mint az alsó rétegek. Két napi diffúzió után a legfelsőbb rétegbe került radiotor, *ThX* és *ThB* mennyiségek úgy aránylanak, mint 1 : 18 : 81.

### Az ionium diffúzió-sebessége.

Az ioniumot mindeddig nem sikerült a tóriumtól elválasztani és mivel minden ioniumot tartalmazó ásvány tóriumot is tartalmaz, mindeddig senki sem rendelkezik tiszta ioniummal. Az ionium diffúziósebességének a meghatározása olyképen történt, hogy egy ionium-tórium készítményt diffundáltattunk, melynek az ionium tartalma, ha az utóbbi féldeje 100,000 esztendő, mint azt SODDY és GEIGER állítja, 16%-ra rügött. A készítmény tórium-aktivitása annak ionium-aktivitása mellett teljesen elenyészett, az utóbbi mintegy egy milliószorosa lévén az

előbbinek. Így az egyes rétegek  $\alpha$  aktivitása ionium-tartalmuk mértékéül szolgál. A következő értékeket nyertük.

$$D_{16^\circ}^I = \frac{0,57}{0,475 \cdot 3,90} = 0,308 \quad D_{18^\circ} = 0,323$$

$$D_{16^\circ}^{II} = \frac{0,57}{0,462 \cdot 3,92} = 0,315 \quad D_{18^\circ} = 0,331$$

$$D_{18^\circ} = 0,327$$

$$n = 4.$$

### A tórium diffúziósebessége.

Ugyanazon kísérlet szolgált a tórium, mint az *Io* diffúziós állandójának a meghatározására. Míg az első esetben a különböző rétegeknek az aktivitásából, addig a másodikban azoknak a súlyából határoztuk meg a diffúzió-állandót.

$$D_{16^\circ}^I = \frac{0,57}{0,460 \cdot 3,90} = 0,318 \quad D_{18^\circ}^I = 6,333$$

$$D_{16^\circ}^{II} = \frac{0,57}{0,470 \cdot 3,90} = 0,310 \quad D_{18^\circ}^{II} = 0,325$$

$$D_{18^\circ} = 0,329$$

$$n = 4.$$

A használt tórium-ionium készítményt A. S. RUSSEL többszörös kikristályosítás, továbbá organikus savakkal való kiejtések révén, igen gondosan megtisztította volt. Ugyanezen készítményt használta RUSSEL és ROSSI spektroszkópiai kísérletekhez, melyeknek célja az ionium színeképeinek a meghatározása volt; e kísérletek negatív eredménnyel jártak, valamint EXNER és HASCHEK hasonló kísérletei is. E kísérletek negatív eredményét kétféleképpen lehet magyarázni: vagy úgy, hogy dacára SODDY és GEIGER különböző utakon nyert azonos eredményének, az ionium félideje jelentékenyen csekélyebb 100,000 esztendőnél, avagy pedig, hogy az ioniumnak és a tóriumnak a színeképe azonos. Az ionium félidejét kétségen felül meghatározni mindeddig nem sikerült, a félidő értékének a bizonytalansága azonban a mi fenti értékeink helyességét nem befolyásolja.

Mint az utóbbiak mutatják, az ionium és a tórium diffúzió-állandója ugyanaz, mint azt a messzemenő analogia folytán, melyet az ionium és a tórium tulajdonságai mutatnak, előre vártuk volt.

### Az $U\cdot X$ diffúzióállandója.

A használt  $U\cdot X$  készítményt A. S. RUSSELL-nek köszönöm, ki azt vassal együtt ejtette ki az uránnitrát oldatából, mely e folytán vasklorid tartalmú volt; e kísérletben  $D$  meghatározása a különböző rétegek  $\beta$  aktivitásának az összehasonlítása révén történt. A következő számokat nyertük:

$$D_{16,9^\circ}^I = \frac{0,57}{2,77 \cdot 0,525} = 0,392$$

$$D_{16,9^\circ}^{II} = \frac{0,57}{2,77 \cdot 0,530} = 0,389$$

$$D_{18^\circ} = 0,400 \text{ cm}^2 \text{ nap}^{-1}$$

$$n = 4.$$

A fenti érték úgy  $n = 3$ , mint  $n = 4$ -gyel összeegyeztethető ugyan, de tekintve, hogy az oldat vasklorid-tartalma a tömeghatás törvényének értelmében az  $U\cdot XCl_4$  disszociációját csökkenti és így a diffúzióállandó nagyobbodását hozza létre, az  $n = 4$  értéket tartjuk valószínűbbnek.

### Fick törvényének érvényességéről.

FICK törvénye szerint a diffúzió sebessége független az abszolút töménységtől és csupán a töménység gradiensétől függ. A diffúzióállandók azonban, a melyeket nagy számmal határoztak meg  $1/10$ —10-szeres normáldatokban, azt mutatják, hogy a diffúzióállandók bonyolult módon függenek a töménységtől. Hosszú időn át erős vita folyt a körül, hogy vajjon a fentiek FICK törvényének a helyessége ellen szólnak-e, mint azt főleg WIEDERBURG állította, vagy pedig az aránylag nagy töménységű oldatokban tökéletlen disszociáció, valamint a töménységtől függő hidratáció folytán fellépő komplikációk létesítik a fent említett eltéréseket. Az utóbbi irány képviselőinek, különösen NERNST-

nek, nem sikerült ugyan közvetlenül bizonyítaniok állításuk helyességét, de közvetett igen nyomó bizonyítékul szolgált mindazon fényes eredmény, melyet NERNST-nek az elektrolitek diffúzióját tárgyaló és ezzel összefüggő egyéb elektrokémiai elméletei szolgáltattak.

FICK törvénye szigorú helyességét bizonyítják az ezen értekezésben leírt kísérletek; itt «végtelenül hígított» oldatokban diffundáltak a sók, és ennek megfelelőleg a diffúzió-állandó teljesen függetlennek bizonyult a töménységtől. A  $RaCl_2$  pl.  $10^{-8}$  normál oldatban ugyanazon sebességgel diffundál, mint  $10^{-5}$  normál oldatban. Maga az a tény, hogy a  $ThX$ ,  $RaD$  stb. diffúzióállandója teljesen megfelel annak, a mit vegyértékének megfelelően vártunk, FICK törvényének a helyességét bizonyítja, mivel ha a diffúzióállandó a töménységtől kis mértékben függene is, oly óriási töménységi különbségeknél, mint a melyek a kísérletekben felléptek (a  $ThC$   $10^{-13}$  normál oldatban diffundált), egészen más értékeket kellett volna nyernünk, mint a találtakat.

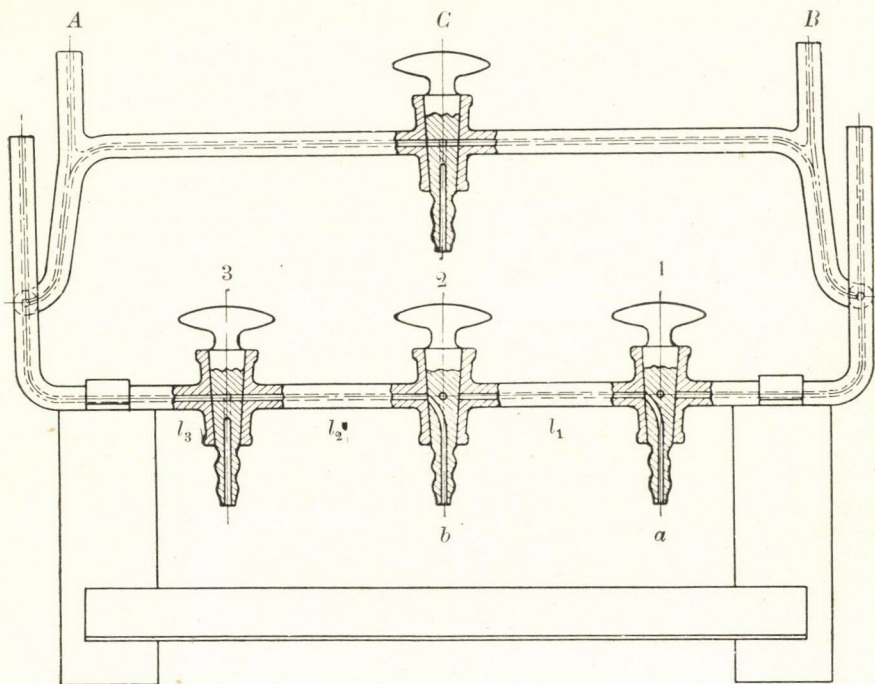
### A radioionok ionmozgékonyságának meghatározása.

A radioionok vegyértékét azoknak diffúzióállandójából azon feltétel mellett számítottuk ki, hogy ionmozgékonyságuk ugyanolyan rendű, mint a többi kationé. Részben, hogy e feltevéssünk helyességéről meggyőződünk, részben hogy a (3) egyenlet helyességét megismerjük, meghatároztuk a  $Ra$ ,  $ActX$ ,  $ThX$ ,  $ThB$ ,  $ThC$ ,  $RaC$ ,  $RaD$ ,  $RaE$  és  $RaF$  ionmozgékonyságát.

Az ionmozgékonyság meghatározása rendesen az illető ion átviteli számának, illetve végtelenül hígított oldata vezetőképességének a meghatározása révén történik. A legtöbb radioelemből oly kevéssel rendelkezünk csupán, hogy ha még a legtisztább desztillált vízben is oldjuk fel ezeket, az áramot nem ők, de a víz ionjai vezetik. Sikerül azonban ezen ionmozgékonyságoknak direkt úton való meghatározása; e direkt módszereket két csoportba oszthatjuk, az egyiket a térfogati módszerek, a másikat a felületi módszerek csoportjának nevezve. A térfogati módszernél a sóoldat térfogatának az elmozdulását figyeljük meg.



A 2. ábrán látható készüléket indifferent elektrolittal töltjük meg, kivéve annak  $l_1$  ágát, melybe a  $(c)$  töménységű radio-só is kerül; ha, miután az áram  $t$  másodpercig haladt a készüléken keresztül,  $l_1$  radio-só töménysége  $\frac{c}{2}$ -re csökkent, a hiányzó  $\frac{c}{2}$ -nek  $l_2$ -ben kell lennie; ha az ionok egyidejűleg, mintegy csapat-



2. ábra.

szerűen indulnak mozgásnak, akkor a  $t$  másodperc alatt megtett út  $\frac{l_1}{2} = \frac{l_2}{2}$  lesz és ha  $t$  másodperc múltán  $l_1$ -ben csak  $\frac{c}{n}$ -t találunk, akkor az ionszlop eltolódása  $\frac{n+1}{n} \cdot l$  és a kation mozgékonyasága

$$\mu = \frac{n-1}{n} \frac{l}{tv},$$

hol  $v$  a potenciálesést jelenti az elektrolitban.

E módszernek, melylyel G. HOFFMANN<sup>1</sup> határozta meg a  $ThX$  ion mozgékonyágát, az a hátránya, hogy ha az ionok egyrésze — a mi egyes radioionoknál könnyen megtörténik — kiesik útközben, akkor ez a kísérlet eredményét lényegesen befolyásolja. Én e módszerrel nem tudtam kielégítő eredményekre szert tenni és ezért a felületi módszerhez folyamodtam. Itt az ion-oszlop *határfelületének* az elmozdulását figyeljük meg és ha egyes ionok ki is esnek, az ionsapat azért tovább vándorol és a kísérlet eredményét nem befolyásolja. E módszert eddig csak oly esetekben alkalmazták, midőn a folyadékoszlop töménységváltozása, illetve az ionok vándorlása optikailag volt követhető, mint pl.  $OH$  ionok vándorlása fenoltalein tartalmú vízben, vagy a permanganát-ion vándorlása stb. A 2. ábrán látható készülék segítségével a felületi módszert akkor is alkalmazhatjuk, ha az illető ion vándorlása optikailag nem követhető. A készüléket pl. rézsulfát-oldattal töltjük meg és (A) meg (B)-be rézelektrodákat helyezünk, majd elzárjuk (C)-t, valamint a hármas csapokat, (1) és (2)-t is, miáltal  $l_1$  rézsulfát-oldat tartalma (a) (b)-n át kifolyik, anélkül, hogy a rendszer többi részét zavarná; most (a)-n át újból  $CuSO_4$  oldatot szívunk  $l_1$ -be, mely oldat azonban a radiosót is tartalmazza és (1) és (2)-t eredeti helyzetükbe hozzuk. Miután az elektrolízis egy ideig folyt volt, a (3) számú csapot oly helyzetbe hozzuk, hogy a csőrendszer jobb részét elzárja, másrészt  $l_3$ -at a külvilággal összeköti, miáltal az utóbbi tartalma kifolyik és aktivitása megvizsgálható. Az elektrolízis idejét oly soká variáljuk, ameddig még aktivitás kimutatható az  $l_3$ -ból kifolyt folyadékrétegben. Ha az erre szükséges idő  $t$ , és  $l_3$ -nak  $l_1$ -től való távolsága  $l$ , akkor:

$$U = \frac{l}{vt}.$$

Készülékünk segítségével meghatároztuk a  $H$ -ion mozgékonyágát sósavban, fenoltaleinnek mint indikátornak a segítségével, és annak értékéül  $0,0027 \text{ cm sec}^{-1}$  nyertünk. LODGE készülékével  $\mu = 0,0026$ -t nyert, míg KOHLRAUSCH elmélete  $0,0028 \text{ cm sec}^{-1}$ -t követel  $\mu$  értékéül.

<sup>1</sup> Phys. Z. 8, 553, 1907.

### A rádium ionmozgékonytsága.

Itt  $CuSO_4$  oldat helyett  $\frac{1}{50}$  n.  $HCl$ -t alkalmaztunk indifferens elektrolyt gyanánt, elektrodokul palládium-lemezek szolgáltak, melyek a felszabadult gázokat adsorbeálták.

$l = 10,6$  cm :  $U = 2,12$  Volt-nál  $t$  értékéül 9270, 9140, 9180, illetve 9220 másodperc után tudtunk  $l_3$ -ban rádiumot kimutatni  $16,2^\circ$ -nál, miből a rádiumion mozgékonytságának az értékéül  $\mu = 56,6 \cdot 10^{-5}$  cm sec<sup>-1</sup> következik.

Ha a potenciál-gradiens  $V = 1,49$ , akkor 55,9-t, ha 3,3, akkor 56,2-t nyertünk  $\mu$  értékéül. A potenciál-gradienst a kompenzációs módszer segítségével állapítottuk meg; a hőmérsékleti koefficiens értékéül 2,2% -ot vettünk, mely megközelítőleg minden ionnál ugyanaz.

KOHLRAUSCH és HENNING<sup>1</sup> a végtelenül hígított  $RaBr_2$  oldat vezetőképességéből kiszámította a rádium ionmozgékonytságot és  $18^\circ$ -nál  $\mu = 57,3$ -t nyertek; ez mintegy 2%-kal különbözik a mi fenti, direkt úton nyert értékünkötől. Én KOHLRAUSCH és HENNING értékének adom az elsőbbséget és azért az összes többi ionmozgékonytsági adatot, melyet a fenti készülékkel nyertünk, átszámítottam  $Ra_\mu = 57,3$  értékre; ha ez utóbbi értéket más-képen határoznánk meg, akkor megfelelőképen kellene megjavítani az alábbi táblázatban látható értékeinket.

Helyezzük a  $D = 0,667$  és  $\mu = 57,3$  értéket a (3) egyenletbe, akkor

$$D = 0,02232 \frac{\mu}{n}$$

$$n = 1,91$$

nyerjük.

Ez megegyezik tehát a magából a diffúzióállandó nagyságából kiszámított vegyértékkel, kettővel, mely egyúttal a rádium kémiai karakteréből is következik.

<sup>1</sup> Verh. d. Phys. Ges. 6, 144, 1904.

**A *ThX*, *AktX*, *RaC*, *ThB*, *ThC*, *RaE* és  
*RaF* ionmozgékonyasága.**

A fenti elemek ionmozgékonyaságát ugyanúgy határoztuk meg, mint a rádiumét. Az alábbi táblázat első oszlopa az illető radioelemet, a második annak a diffúzió-állandóját, a harmadik az ionmozgékonyaságát, a negyedik a vegyértékét tartalmazza.

Mint előre látható volt, a két «*C*»-nek ugyanolyan nagy az ionmozgékonyasága; míg a *ThB*-nek, más lévén a mozgékonyasága, mint a *ThC*-nek, e két elem e módszer segítségével is elválasztható. A *RaD* és az ólom « $\mu$ »-je praktice ugyanaz lévén (61,0 és 61,9), ezen két elem ily módon sem választható el, míg a *RaF* elválasztása a *RaD*-től könnyen esz-közölhető.

**Táblázat.**

	<i>D</i>	$\mu$	<i>n</i>
<i>Ra</i> .....	0,667	57,3	1,91
<i>ThX</i> .....	0,659	58,0	1,96
<i>AktX</i> .....	0,664	56,1	1,88
<i>ThB</i> .....	1,21	55,4	1,11
<i>ThC</i> .....	0,625	54,0	1,93
<i>RaC</i> .....	0,625	54,5	1,95
<i>RaD</i> .....	0,651	61,9	2,11
<i>RaE</i> .....	0,646	61,9	2,13
<i>RaF</i> .....	9,760	68,8	2,02

$\mu$  értéke meghatározásának a pontossága távol sem éri el ugyanazt a pontosságot és megbízhatóságot, melylyel *D* értékét állapítottuk meg, mindezek daczára *n* fenti értékei teljesen megegyeznek magából a diffúzióállandó nagyságából kiszámított értékekkel és annak a bizonyítékául szolgálnak, hogy a fenti (3) számú egyenletünk helyes, hogy NERNST diffúzióelmélete, melyet egyértékű elektrolitok esetére állított fel, minden vegyértékű teljesen disszociált elektrolit esetében alkalmazható és ugyancsak a vegyérték megállapítására szolgálhat, mint ez magából a diffúzióállandó nagyságából is kiszámítható, ha a diffúzió az anion feleslegében történik.

### A gázionok és az elektrolitikus ionok diffúziója közötti analogia.

Ha  $\mu$ -val jelezzük a pozitív,  $\nu$ -val a negatív gázion mozgékonyosságát, akkor :

$$D = \frac{0,04483 \mu \nu}{n(\mu + \nu)}$$

képlet csak úgy vonatkozik a gázionok diffúziójára, mint az elektrolitikus ionokéra. TOWNSEND-nak és másoknak a kísérletei a fenti képlet helyességét bizonyítják, e mérések az összes megvizsgált gázok esetében  $n$  értékül egyet szolgáltatnak, ugyan-csak egyvegyértékűek, illetve egy töltést hordoznak az organikus folyadékok, mint a hexan, szénkéneg stb. nem elektrolitikus ionjai is. TOWNSEND,<sup>1</sup> illetve FRANCK és WESTPHAL<sup>2</sup> újabb kísérletei szerint a levegőnek  $X$  sugarak általi ionizációjánál fellépnek két értékű ionok is, melyek frakcionált diffúzió segítségével a többi iontól elválaszthatók. FRANCK és WESTPHAL azon eredményre jutott, hogy az ionmozgékonyosság független magának a levegőionnak — mely köré nagyszámú levegőmolekula gyűlemlik össze — a tömegétől és az ion töltésétől; a diffúzió sebessége az utóbbinak a függvénye lévén, látható, hogy e két adat ismerete közvetlenül az ion töltésének az ismeretéhez vezet.

A gázionok diffúzióját jellemző TOWNSEND-féle egyenlet viszont

$$D = \frac{\mu \pi}{n e} = K \frac{\mu}{n},$$

hol  $\pi$  a gáznyomást,  $n$  a molekulák számát jelenti <sup>2</sup>cm-ként,  $K$  pedig egy állandót, teljesen analóg (3) számú egyenletünkkel, mely szerint

$$D = 0,02232 \frac{\mu}{n}.$$

<sup>1</sup> Phys. Z. 2, 673, 1901.

<sup>2</sup> Proc. Roy. Soc. 80, 207, 1908.

<sup>3</sup> Ber. phys. Ges. 11, 52, 1909.

### Összefoglalás.

Az elektrolit diffúziósebessége ionjainak a mozgékonyaságától és vegyértékétől függ. Ha az elektrolit anionjának a nagy feleslegében diffundál, pl.  $KCl$  fölös sósavban, akkor a só — a káliumklorid — diffúziósebessége kizárólag a kation mozgékonyaságától,  $\mu$ -tól, és annak vegyértékétől,  $n$ -től függ.

$$D = 0,02232 \frac{\mu}{n}.$$

Ha ismerjük az ily körülmények között diffundáló só diffúzióállandóját és kationjának a mozgékonyaságát, akkor ismerjük az utóbbi vegyértékét is. Egyértékű ionok esetében NERNST a fenti elmélet helyességét már kimutatta volt; ezen értekezésben sikerült kimutatnunk, hogy NERNST elmélete általános formájában is helyes és a vegyérték meghatározására szolgálhat.

A kationok ionmozgékonyasága korlátolt határok között mozogván, magának a diffúzióállandónak a nagyságából is sikerül a vegyértékét megállapítani.

Ezen két fenti módszert használtam a radioelemek vegyértékének a meghatározására, melyre egyéb módszerünk nincsen. Megállapítottam a  $Ra$ ,  $ThX$ ,  $AktX$ ,  $ThB$ ,  $ThC$ ,  $RaD$ ,  $RaE$ ,  $RaF$ ,  $Ur$ ,  $UrX$ , radiotor, ionium és  $Th$  diffúzióállandóját és így ezeknek a vegyértékét, továbbá a  $Ra$ ,  $ThX$ ,  $AktX$ ,  $ThB$ ,  $ThC$ ,  $RaC$ ,  $RaD$ ,  $RaE$ ,  $RaF$  ionmozgékonyaságát. Mindkét módszer minden esetben ugyanazon vegyértéket szolgáltatta.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 jan. 20.-án tartott üléséből.)

# A PHENOLCARBONSÁVAK KONDENZÁCZIÓJA.<sup>1</sup>

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

(Harmadik közlemény.)

Két előző értekezésemben<sup>2</sup> a phenolcarbonsavak kondenzációjára szolgáló eljárásomat ismertettem, a mely szerint a phenolæthercarbonsavak chloridjait bizonyos kísérleti körülmények között az oxycarbonsavak esterjeivel kondenzálhatjuk. Mivel számos növényi anyag szerkezetére nézve esterszerűleg kapcsolódott phenolcarbonsavakat tartalmaz, másrészt pedig az utolsó évek kutatásai nagy, még ismeretlen szerkezetű anyagcsoportoknak egyes képviselőiben szintén ezen vegyülettypust lelték, igen valószínű, hogy az esterszerűleg kapcsolódott phenolcarbonsavnak a természetben való előfordulása még sokkal nagyobb. Számos synthesist a phenolcarbonsavak ætherjeivel sokkal könnyebben eszközölhetünk, mint a szabad phenolcarbonsavakkal, és mivel a természetes anyagokat alkyláció útján teljesen methylált származékaikká alakíthatjuk át, ezen az úton azonosíthatjuk őket a synthetikus termékekkel. Ezen oknál fogva érdeklél bir eljárásomnak a többi phenolcarbonsavra való alkalmazhatóságát további vizsgálat tárgyává tenni. Első ízben is az  $\alpha$ -resorcylsavnak a kondenzációjával foglalkoztam. Az e célból előállított dimethyl  $\alpha$ -resorcylsavchloridot sikerült a legkülömbözőbb oxycarbonsavakkal teljesen alkylált szárma-

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> Mathem. és Természettudományi Értesítő 29. köt. (1911), ugyanott 30. köt. (1912), Journ. p. chem. (2) 84,140, (1911), ugyanott (2) 85,308 (1912).



zékökká kondenzálni. Így a paraoxybenzoësavmethylesterből és a dimethyl  $\alpha$ -resorcylsavchloridból a 3, 5-dimethoxybenzoyl-paraoxybenzoësavmethylester állítható elő. Ugyanezen savchloridból, egyrészt a metaoxybenzoësavval a 3, 5-dimethoxybenzoyl-metaoxybenzoësavmethylester, másrészt a 2, 3-oxynaphtoesavesterrel a 3, 5-dimethoxybenzoyl 2, 3-oxynaphtoesavester nyerhető. Egyezőleg előző kutatók<sup>1</sup> észleléseivel a 3, 5-dimethoxybenzoyl 2, 3-oxynaphtoesavmethylester, mint ezen sav eddig ismeretes, hydroxylygökön helyettesített esterjei, szintelen, míg a szabad 2, 3-oxynaphtoesav és esterjei sárga színűek. Hasonló módon a 3, 5-dimethoxy  $\alpha$ -resorcylsavchloridból és vanillinsavesterből a 3, 5-dimethoxybenzoyl-vanillinsavestert nyertem. Hogy az izomér termékek tulajdonságait megismerjem, egyúttal a már előző két munkámban kondenzációk czéljaira felhasznált ánizssavchloridot és trimethylgallussavchloridot is vizsgálataim körébe vontam. Ánizssavchloridból és metaoxybenzoësavból az anisoylmetaoxybenzoësavmethylester áll elő. Végül trimethylgalloylchloridból és metaoxybenzoësavmethylesterből egyrészt a trimethylgalloyl-metaoxybenzoësavmethylestert, másrészt ugyanezen chloridból és a 2, 3-oxynaphtoesavesterből a trimethylgalloyl 2, 3-oxynaphtoesavestert nyerhetjük.

#### KISÉRLETI RÉSZ.

### 3, 5-dimethoxybenzoyl-paraoxybenzoësavmethylester.

Az e synthesishez szükséges 3, 5-dimethoxybenzoylchlorid előállítását<sup>2</sup> más helyen ismertettem már. A kondenzációs termékek tiszta állapotban való előállítására legczélszerűbb a vegyületeket előbb methylalkoholból, azután benzolból vagy ligroinból átkristályosítani, a mit előző közleményeim kiegészítéseül is fel-  
említek. A kis mennyiségű képződő mellékterményeket vagy esetleg változatlan savchloridot ezáltal könnyen eltávolíthatjuk.

A kondenzációt a következőképen eszközöljük: 4 gr para-

<sup>1</sup> R. MÖHLAN: Ber. 28, 3100 (1895).

<sup>2</sup> Journ. f. prakt. Chem. (2) 87 (1913).

oxybenzoësavmethylestert 1·5 gr natrium hydroxydból és 60 cm<sup>3</sup> vízből készített oldatban feloldunk és 5·2 gr 3·5-dimethoxybenzoylchlorid ætheres (60 cm<sup>3</sup>) oldatával 8 óra hosszat a rázógépen összerázunk. Még a reakcióközben a kondenzációs termék egy része kivált, a melyet a reakció befejezte után leszűrünk, s előbb híg natronlúggal, majd vízzel jól kimosunk. A terméket máztalan agyagtányéron szárítjuk ki (2·8 gr) és a további tisztítás céljából előbb methylalkoholból, majd ligroinból átkristályosítjuk. A reakció keverékéből eltávolított ætheres oldatot többször híg natronlúggal rázzuk át és az oldószer elpárlása után még 3·2 gr kondenzációsterméket nyerünk. E vegyület szintelen tűkben kristályosodik, a melyek 91—92 C°-on olvadnak.

0·1565 gr anyag adott: 0·3712 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·0725 gr H<sub>2</sub>O-t. C<sub>17</sub>H<sub>16</sub>O<sub>6</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 64·56%, H = 5·06%. A kísérletileg talált értékek: C = 64·66%, H = 5·14%.

A vegyület melegen könnyen oldódik ætherben. Benzolban, alkoholban és methylalkoholban a termék könnyen oldódik. Ligroinban a vegyület könnyen oldódik melegen, ellenben nehezen hidegen. Petroleumætherben a kondenzációstermék majdnem oldhatatlan.

### 3, 5-dimethoxybenzoyl-metaoxybenzoësavmethylester.

Ezen kondenzációhoz szükséges metaoxybenzoësavat előbb meleg vízből való kristályosítás útján tisztítjuk, ezután pedig methylalkohollal és sósavgázzal methylesterévé alakítjuk át. Az estert destilláljuk és benzolból kristályosítjuk át.

5·2 gr 3, 5-dimethoxybenzoylchloridot 60 cm<sup>3</sup> ætherben oldunk és 4 gr metaoxybenzoësavmethylesternek 1·5 gr natriumhydroxidban és 60 cm<sup>3</sup> vízben való oldatával 7 óra hosszat összerázunk. Az ætheres oldatot elkülönítjük, higitott natronlúggal többször átrázzuk és az oldószert szabadon el hagyjuk párologni. Az így nyert terméket (6·3 gr) methylalkoholból és ezután ligroinból kristályosítjuk át. Szintelen, 66—67 C°-on olvadó tűk.

0·1518 gr anyag adott: 0·3583 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·0703 gr H<sub>2</sub>O-t.

$C_{17}H_{16}O_6$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 64.56\%$ ,  $H = 5.06\%$ . A kísérletileg talált értékek:  $C = 64.36\%$ ,  $H = 5.14\%$ .

E vegyület könnyen oldódik ætherben, benzolban és alkoholban. Ligroinban és petroleumætherben a vegyület nehezen oldódik hidegen, ellenben könnyen melegen.

### 3, 5-dimethoxybenzoyl-vanillinsavmethylester.

4 gr vanillinsavmethylestert 1.5 gr natriumhydroxydból és 60 cm<sup>3</sup> vízből készített oldatban feloldunk és 4.4 gr 3, 5-dimethoxybenzoylchlorid ætheres (60 cm<sup>3</sup>) oldatával 8 óra hosszat összerázunk. A reakció közben még 3.4 gr mennyiségű kondenzációs termék vált ki, a melyet leszűrünk, s előbb hig nátronlúggal, majd vízzel jól kimosunk. Agyagtányéron kiszárítjuk, s először methylalkoholból, majd pedig benzol és petroleumæther keverékéből kristályosítjuk át. Az ætheres oldatot hig nátronlúggal többször átrázzuk és így még 1.2 gr kondenzációs terméket nyerünk.

0.120 gr anyag adott: 0.2755 gr  $CO_2$ -t, 0.0601 gr  $H_2O$ -t.  $C_{18}H_{18}C_7$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 62.42\%$ ,  $H = 5.20\%$ . A kísérletileg talált értékek:  $C = 62.19\%$ ,  $H = 5.52\%$ .

A vegyület szintelen tűkben kristályosodik, a melyek 89–90 O°-on olvadnak. E vegyület könnyen oldódik ætherben, alkoholban és benzolban. Hidegen ligroinban csak nehezen oldódik, ellenben könnyen melegen. Petroleumætherben a vegyület hidegen nehezen, melegen kevésbé oldódik.

### 3, 5-dimethoxybenzoyl 2, 3-oxynaphtoësavmethylester.

A fentebbi vegyület előállításához szükséges 2, 3 oxynaphtoësavmethylestert 2, 3 oxynaphtoësavból állítjuk elő methylalkohol és sósavgáz segélyével. A további tisztítás céljából a terméket methylalkoholból kristályosítjuk át.

A kondenzációt következésképen eszközöljük: 4 gr 2, 3 oxynaphtoësavmethylestert 1.5 gr natriumhydroxydiban és 100 cm<sup>3</sup> vízben feloldunk és 4 gr 3, 5-dimethoxybenzoylchlorid ætheres oldatával (60 cm<sup>3</sup>) a rázógépen 7 óra hosszat összerá-

zunk. Fehér kristályok válnak ki, a melyeket előbb higitott nátronlúggal, majd vízzel jól kimosunk. Az agyagtányéron kiszáritott kristályokat (1·7 gr) methyllalkoholból, ezután pedig benzol és ligroin keverékéből kristályosítjuk át. Az ætheres oldatból natronlúggal való átrázás után még 0·9 gr terméket nyerünk.

0·1623 gr anyag adott: 0·4092 gr  $CO_2$ -t, 0·0705 gr  $H_2O$ -t.  $C_{21}H_{18}O_6$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 68·85\%$ ,  $H = 4·91\%$ . A kísérletileg talált értékek:  $C = 68·72\%$ ,  $H = 4·82\%$ . E vegyület szintelen tübben kristályosodik, a melyek 119—120 C°-on olvadnak. Aetherben, alkoholban és benzolban a termék könnyen oldódik. Ligroinban a vegyület melegen csak nehezen oldódik és petroleumætherben majdnem oldhatatlan.

### Trimethylgalloyl-metaoxybenzoësavmethylester.

6 gr trimethylgallussavchloridot 80 cm<sup>3</sup> ætherben oldunk és 4 gr metaoxybenzoësavmethylesterből, 1·5 natriumhydroxidből és 60 cm<sup>3</sup> vízből készített oldattal 7 óra hosszat összerázzunk. A reakció közben a kondenzációs termék legnagyobb része kivált, ezt leszűrjük s előbb híg nátronlúggal, majd vízzel jól kimossuk. A terméket agyagtányéron száritjuk (4·6 gr) ki és a további tisztítás céljából methyllalkohollal kifőzzük, ezután pedig benzol és petroleumæther keverékéből kristályosítjuk át. Az ætheres oldatot natronlúggal átrázva, még 0·4 gr kondenzációs terméket nyerünk.

0·1493 gr anyag adott: 0·3421 gr  $CO_2$ -t, 0·0700 gr  $H_2O$ -t.  $C_{18}H_{18}O_7$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 62·42\%$ ,  $H = 5·20\%$ . A kísérletileg talált értékek:  $C = 62·49\%$ ,  $H = 5·20\%$ . E vegyület szintelen tüket alkot, a melyek 143—144 C°-on olvadnak. A vegyület nehezen oldódik meleg ætherben. Alkoholban a termék melegen könnyen oldódik, ellenben methyllalkoholban csak nehezen. Benzolban könnyen oldódik a vegyület. Ligroinban és petroleumætherben majdnem oldhatatlan.

### Trimethylgalloyl-2, 3-oxynaphtoësavmethylester.

A kondenzációt a következőképen eszközöljük: 2·5 gr 2·3-oxynaphtoësavmethylestert 1 gr natriumhydroxydból és 100 cm<sup>3</sup> vízből készített oldatban feloldunk és 2·8 gr trymethylgalloylchlorid ætheres oldatával (60 cm<sup>3</sup>) 7 óra hosszat összerázunk. A kivált kristályokat leszűrjük, hig nátronluggal, majd vízzel jól kimossuk és agyagtányéron szárítjuk ki. A hozadék 1·6 gr. A további tisztítás céljából előbb sok methylalkoholból kristályosítjuk át, ezután pedig benzol és petroleumæther keverékéből. Az ætheres oldatban csak igen kis mennyiségű, kevésbé tiszta termék volt.

0·1619 gr anyag adott: 0·3949 gr CO<sub>2</sub>-t, 0·0735 gr H<sub>2</sub>O-t. C<sub>22</sub>H<sub>20</sub>O<sub>7</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 66·66%, H = 5·05%. A kísérletileg talált értékek: C = 66·52%, H = 5·4%.

E vegyület szintelen tükben kristályosodik, a melyek 149—150 C°-on olvadnak meg. A vegyület könnyen oldódik ætherben, alkoholban és benzolban. Ligroinban hidegen a termék csak nehezen oldódik, könnyen ellenben melegen. Petroleumætherben a vegyület majdnem oldhatatlan.

### Pentamethyl-p-digallussavmethylester.

E vegyület előállítását már előzőleg részletesen ismertettem. Ezen adatomhoz csak azt akarom hozzáfűzni, hogy a vegyület 169—170 C°-on megadott olvadáspontját nagyobb mennyiségben való előállításakor valamivel magasabban, még pedig 173—174 C°-on találtam.

### Anisoyl-metaoxybenzoësavmethylester.

A kondenzáció eszközlése céljából 4·4 gr áizsnavchloridot 60 cm<sup>3</sup> ætherben oldunk és 4 gr metaoxybenzoësavmethyl-esternek 1·5 gr natriumhydroxydban és 60 cm<sup>3</sup> vízben való oldatával 8 óra hosszat összerázunk. A reakció befejezte után az ætheres oldatot hig natronluggal többször átrázzuk és az oldószer szabadon el hagyjuk párologni. Az így nyert konden-

zárcsiós terméket (2·4 gr-ot) a további tisztítás céljából methyl-alkoholból, ezután pedig ligroinból kristályosítjuk át. Szintelen, 79—80 C°-on olvadó tűk.

0·1679 gr anyag adott: 0·4123 gr  $CO_2$ -t, 0·0735 gr  $H_2O$ -t.  $C_{16}H_{14}O_5$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 67·13\%$ ,  $H = 4·89\%$ . A kísérletileg talált értékek:  $C = 66·94\%$ ,  $H = 4·93\%$ .

E vegyület könnyen oldódik ætherben, alkoholban és benzolban. Ligroinban és petroleumætherben az anyag melegén könnyen oldódik.

Ezen vizsgálatokat különben folytatom.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 február 17.-én tartott üléséből.)

## EGYÉNI ELTÉRÉSEK PHYSIOLOGIAI REACTIÓKBAN.

I. közlemény:

### Hőmérséklet és geotropicus reactio.

PAÁL ÁRPÁD-tól.

A mikor a légritkításnak a geotropicus reactioidőre való hatását vizsgáltam, feltűnt kísérletezés közben, hogy az ugyanazon kísérletben használt csiragyökerek közt a legkisebb egyéni reactioidő<sup>1</sup> semmivel sem vagy csak kevéssel hosszabb, mint rendes nyomás alatt, ellenben a legnagyobb egyéni reactioidő megnyúlik aránytalanul, az átlagosnál sokkal erősebben is. Akkori értekezésemben<sup>2</sup> meg is említettem, hogy az egyéni eltérések sokkal nagyobbak ritkított levegőben, mint rendes nyomásban. Az egyéni eltéréseknek ez a változása pedig az átlagos — az 50% görbülése szerint való — reactioidő megnyúlásával járt együtt.

Más tényezők is hatnak hasonlóképen a geotr. reactióra.<sup>3</sup> Lehet-e, hogy ne hassanak egyszersmind az egyéni eltérésekre is hasonlóképen? (Hidegben hosszabb a reactioidő. Nem nagyobbak-e az egyéni eltérések is?) — Vannak egyéni eltérések a legtöbb (sőt bizonyynyal valamennyi) életműködésben. Lehet-e, hogy ezeknek ne változzanak a határai mind a külső körülmé-

---

<sup>1</sup> *Legkisebb ill. legnagyobb egyéni reactioidő* az az idő, a mely alatt ugyanabban a kísérletben ugyanolyan körülmények közt a legelső és a legutolsó egyén reactiója következik be.

<sup>2</sup> PAÁL Á.: A légritkítás hatása a geotr. ingerfolyamatra. Botan. Közlem. X. k. 69 (11) old. — Á. PAÁL: Analyse des geotr. Reizvorganges. Jahrb. wiss. Bot. Bd. L. 1911. p. 10.

nyek változásaival, olykép, hogy (a positiv vagy negativ irányban) kedvezőtlen viszonyok közt elütőbb az egyének viselkedése? — valamint az említett esetben, mellékesen tett megfigyelések szerint.

A feleletet valószínűséggel lehetett már előre látni. A kísérleti bizonyítás azonban még szükséges volt. A mit ebben, ennek egy esetében, eddig elértem: azt foglalja magában ez a közlemény; azt, hogy miképen függenek a geotropikus reactioidőbeli egyéni eltérések a hőmérséklettől?

A megfigyelések rövid leírása itt olyan rendben következik, hogy az összefoglaló eredmény részről-részre való kialakulását mutassa. Maga a gyakorlati eljárás hasonló volt ahhoz, a melyet az említett értekezésemben már leírtam. Ugyanaz volt a kísérleti növény is: a *Phaseolus vulgaris* csiragyökere.

\*

(1) Csiráztatás, előkészítés 15—18 C°-ú környezetben. 1·5—2 cm hosszú gyökerek.

Reactio. A: 22—23 C°-on (41 drb).

B: 12—13 C°-on (43 drb).

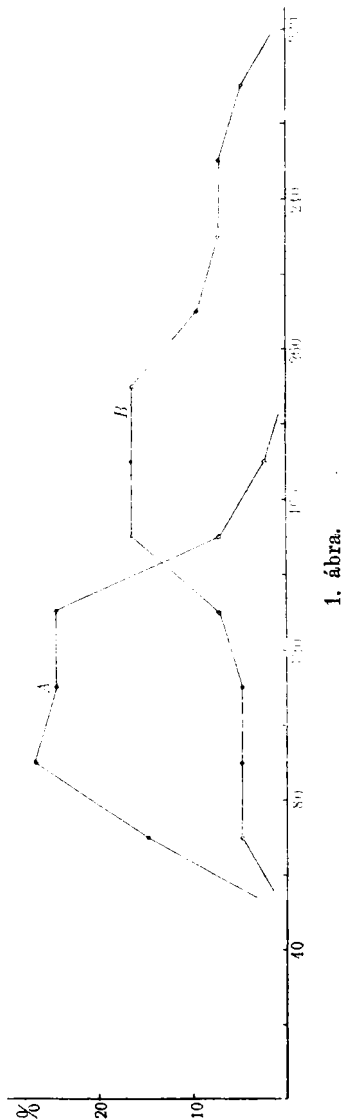
A.		B.	
Az exponálás utáni:		Az exponálás utáni 10. percnél kezdve a számítást, a	
III	0	III	0
IV	14·6	IV	2·3
V	26·8	V	4·6
VI	24·4	VI	4·6
VII	24·4	VII	4·6
VIII	7·3	VIII	7·0
IX	2·4	IX	16·3
húszperczen	%-ban következik be a görbülés.	X	16·3
		XI	16·3
		XII	9·3
		XIII	7·0
		XIV	7·0
		XV	4·6
		húszperczen	%-ban következik be a görbülés.



L. az 1-ső ábrát.<sup>1</sup>

Szám adatok, görbék egykép mutatják, hogy *hidegben*, a mikor a reactio lassúbb, az *egyéni eltérések is sokkalta nagyobbak*.<sup>2</sup>

Azt kell tartanunk, hogy a hűvösebb környezetben ugyanazok az egyének a későbbben reagálók, a melyek melegebb környezetben is olyanok lennének. Ha ugyanannyival késne meg valamennyinek a reactiója, akkor az egyéni eltérések nem lennének nagyobbak (csak eltolódnék a görbe). De nem is ugyanannyiszorta késik meg valamennyinek a görbülése; mutatja ezt a kísérlet, mert a legkisebb egyéni reactio idő alig 5 perczezel (1·08-szor) hosszabb 12—13 C°-on, mint 22—23 C°-on, ellenben 100 perczezel (1·6-szer) hosszabb a legnagyobb egyéni reactio idő. Az *egyéni eltéréseikben különböző gyorsan reagálók görbülése más és más mértékben marad hátra*. A leglassúbbaknak nagyobb a késési arányszámuk, mint a leggyorsabbaknak. A közbe-



<sup>1</sup> Ezt a rajzot csak a (2) II-vel és a (4)-gyel lehet közvetlenül összehasonlítani; a többivel azért nem, mert nem a 10-, hanem a 20-perces időben bekövetkezett görbülések alapján van szerkesztve; de így kellett szerkeszteni mindhármát, mivelhogy az egyéni eltérések igen jelentékenyek.

<sup>2</sup> Az eltéréseket egyszerűen csak nagyobbaknak - kisebbeknek mondom, számbelileg nem fejezem ki, quartilt, quartilcoefficientst vagy középértéket, standardeltérést, variatiooefficientst nem írok meg.

esőknek a reactiója késéséről nem lehet ily egyszerűen adni számot, mert nem lehet határozottan tudni, hogy az egyik kísérletben (pl. a meleg környezetben) mikor görbülnek azok az egyének, a melyeknek a másik kísérletben az ekkor vagy akkor (pl. a görbülések legnagyobb szaporasága idején) görbülők felelnek meg. Mégis valószínű, hogy általában a gyorsabban reagálóknak aránylag kisebb a megkésésük, mint a lassan reagálóknak, — bár az nem biztos, hogy a leglassúbbnak késési arányszáma a legnagyobb valamennyié közt. Erre vall közelítőleg a két számsornak, a két görbének a különbsége. 22—23 C°-on a 80—100. perczen, 12—13 C°-on a 140—200. perczen következnek leghalmozottabban a görbülések. Az egyik görbe legmagasabb pontja az egésznek az első harmadába esik, a másiknak legmagasabb pontjai a közép táján vannak.

A görbülések gyorsasága függ a növekedés élénkségétől. Valószínű, hogy a reactiobeli egyéni eltéréseket javarészt a növekedésbeli egyéni eltérések okozzák, mert a növekedésbelieket a hőmérséklet hasonlóképen befolyásolja, mint a reactio idejebeli: hidegben azok is nagyobbak.<sup>1</sup> (Az érzékelésbeli egyéni eltérések változásainak csekély részük lehet a reactiobeli egyéni eltérések változásaiban, valamint egyáltalában az érzékelésbeli eltéréseknek a reactiobeli eltérésekben.)

\*

(2) 49 drb. 0·5—1 cm-es gyökér reactiója 17 C°-on. Az exponálástól számított

III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII	XIII	XIV	tízperczben
4·1	8·2	10·2	12·2	24·5	16·3	10·2	4·1	8·2	0	2·0	0	%-ban

következik be a görbülés. L. a 2. ábra I. görbójét. Vagy az (1) és (4)-gyel való összehasonlításért egybevonva a 2-2 tízpercznek megfelelő százalékokat: Az exponálás utáni 15. percztől számított

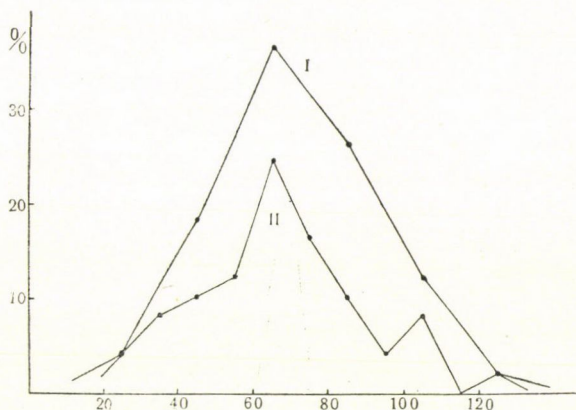
<sup>3</sup> SACHS-nak nem részletezett megfigyelése. — J. SACHS: Ueber die Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur. 1860. Gesam. Abhandl.

I	II	III	IV	V	VI	húszperczben
4·1	18·4	36·7	26·5	12·3	2·0	%-ban

következik be a görbülés. L. a 2. ábra II. görbáját.

★

*Ha hűvös környezetben nagyok az egyéni eltérések, akkor a növekedésre és geotr. görbülésre legjobb hőfok (hőoptimum) közelében a legkisebbnek kell lenniök:*



2. ábra.

(3) Reactio 30 C°-on. 75 drb. 1—15 cm hosszú gyökér. Kezdve a számítást az exponálás után való 25. percznél, az

I	II	III	IV	V	VI	VII	tízperczben
1·3	4	41·2	21·3	18·6	8·0	5·3	%-ban

következik be a görbülés. L. a 3. ábrát.

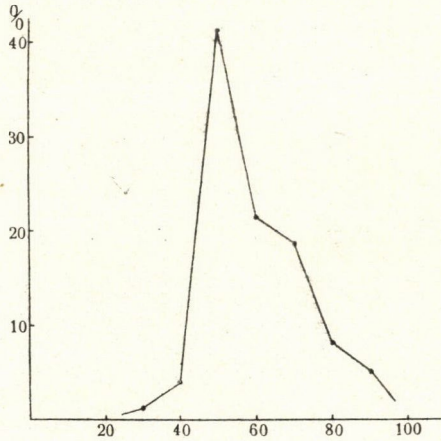
Vessük egybe ezeket a 2-beli adatokkal, a 3. ábrát a (2) I-vel: 30 C°-on, a legjobb hőfok közelében az egyéni eltérések kisebbek, mint 17 C°-on; az egyéni eltérések határa körülbelül  $\frac{1}{3}$ -dal szűkebb; a görbe csúcsa inkább balra esik: a gyorsabb egyének görbülése aránylag is gyorsabb a lassubakénál. Ugyanezeket látjuk a következő páros kísérletből is:—

(4) 2·5—3 cm-es gyökerek. Exponálás előtt 15 óra hosszat 17—19 C°-on. Reactio: A 32 C°-on (55 drb), B 15 C°-on (68 drb).

A		B	
Az exponálástól számított		Az exponálástól számított	
IV—V	7·3	V	4·4
VI—VII	67·3	VI	5·9
VIII—IX	20·0	VII	13·2
X—XI	5·5	VIII	26·5
tízperczben.		IX	29·4
		X	13·4
		XI	4·4
		XII	2·9

húszperczben      %-ban következnek be a görbülés.

L. a 4. ábrát.<sup>1</sup>



3. ábra.

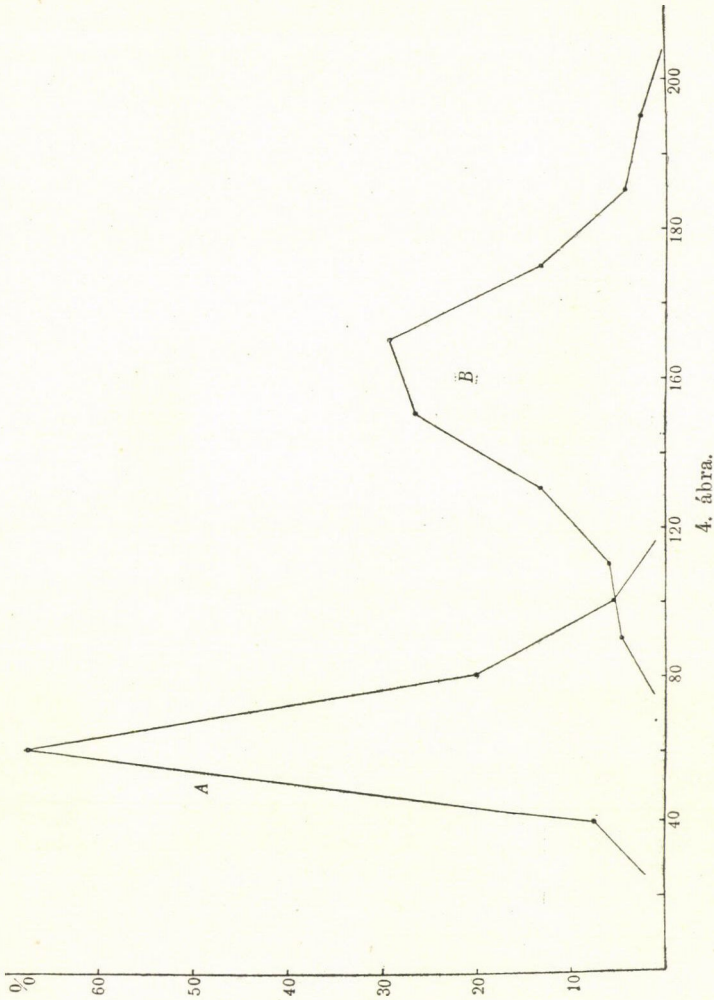
★

Még egyöntetűbb is lehet a reactio, mint ezekben a kísérletekben. A növekedés gyorsaságára, a geotr. reactioidőre a kísérlet előtti körülményeknek is van hatásuk.<sup>2</sup> És a mi gyorsítja a görbülést, korlátozza az egyéni eltéréseket. A legjobb hőfokon is még szűkebbnek kell lenni az egyéni eltérések határá-

<sup>1</sup> Közvetlenül csak az (1) és (2) II-vel lehet összehasonlítani.

<sup>2</sup> V. ö. BACH: Über die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations- und Reaktionszeit von verschiedenen Aussenbedingungen. Jahrb. wiss. Bot. Bd. XLIV. 1907.





4. ábra.

nak, ha a gyökerek már a kísérlet előtt is abban a meleg környezetben voltak egy ideig és ennek megfelelő élénk növekedésnek is indultak.

(5) Exponálás előtt 30 C°-on 5 óra hosszat. 1—1.5 cm-es gyökerek. Reactio: A 30—31 C°-on (53 drb), B 20—21 C°-on (45 drb).

Az exponálás utáni 15. perctől számított	A	B
I	11·3	0
II	67·9	6·7
III	18·9	15·4
IV	1·9	26·7
V	—	28·9
VI	—	11·1
VII	—	6·7
VIII	—	4·4

tízperczben %-ban következnek be a görbülés.

L. az 5. ábrát.



5. ábra.

Az A-ban az előbbiekhöz képest meglepően egyöntetű a reactio. Csak a (3), a (4) A-beliekkel kell ezeket az adatokat összehasonlítani és a 3, a 4 A görbével az 5 A-t. Vagy a B-sort



vessük össze az (1) *A*-val és egymással a megfelelő rajzokat. Abban 120, ebben 70 percz az egyéni eltérések határa; abban egy húszperczen 26·8% a görbülések legnagyobb szaporasága, ebben 28·9%-os egy tízperczen és 55·6%-os két tízperczen összevéve. (Ugyan 22—23 C°-on az egyik, 20—21 C°-on a másik; de ezt a különbséget mellőzni lehet.) Másrészt az *A* és a *B* százaléksorok összehasonlítása újból mutatja azt, hogy a többség reactiója inkább megkéslekedik, mint a kisebbségé. Az *A*-ban az első harmad végére esik a csúcs 67·9-es magassággal, a *B*-ben az utolsó harmad elejére 33·4-es magassággal.

★

*A legjobb hőfok közelében kisebbek az egyéni eltérések, mint bármely alacsonyabb hőfokon; de kisebbeknek kell lenniök, mint bármely magasabb hőfokon is.*

(6) 1·5—2 cm-es gyökerek. Reactio:

*A* 35 C°-on (43 drb).

*B* 43 C°-on (51 drb).

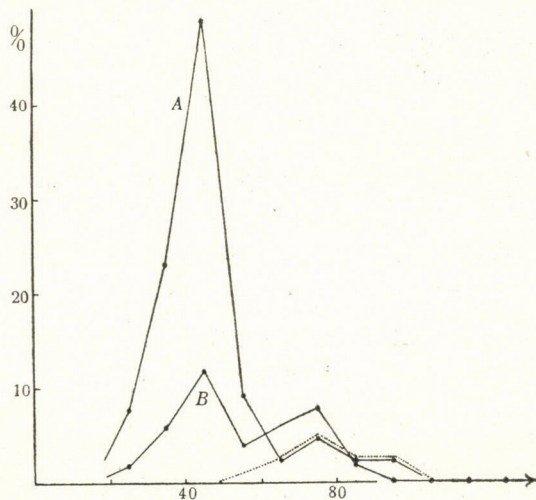
Az exponálástól számított	<i>A</i>	<i>B</i>
III	7·0	1·7
IV	23·3	5·9
V	48·9	11·8
VI	9·3	3·9
VII	2·3	5·9
VIII	4·7	7·8
IX	2·3	2·0
X	2·3	0
XI	—	0
XII	—	0

tízperczen %-ban következik be a görbülés.

L. a 6. ábrát.

Az *A*-ban nagyobbak az egyéni eltérések, mint a (4) *A*-ban, tehát a 35 C° már valamivel magasabb a legjobb hőfoknál. És eleinte, a III—V tízperczen igen szaporán következnek a görbülések, ellenben később, a lassúbb egyének reactioidejében igen

feltűnők az egyéni eltérések. A görbe mintha kettőből volna összetéve; a gyökerek pedig mintha két egymástól függetlenül variáló csoportra oszlottak volna: a gyors reakciójúak, szám szerint az összesnek mintegy kétharmadát tévők, egyöntetűen viselkednek 35 C°-on szinte annyira, mint a legjobb hőfokon; a lassúbbak görbülése nagyon megkéslekedik és ennek az egyharmadnyi kisebbségnek a körén belül nagyobbak az egyéni



6. ábra.

eltérések (ezt a különváló variálást a 6. rajz szaggatott görbéje ábrázolná).

A B-ben, 43 C°-on, nem is görbül valamennyi gyökér, csak mintegy  $\frac{2}{5}$  része az összesnek; az is nagy eltérésekkel: 11·8%-os az egy tízperczre eső legnagyobb szaporaság. Sokkalta nagyobbak itt az eltérések, mint 20—21 C°-on, pedig a fokok száma szerint ez a hőmérséklet a legjobbtól közelítőleg ugyanennyivel különbözik; sokkalta nagyobb még annál is, mint 12 C°-on. A lassabban növekedők és görbülők, a gyengébbek, a melyeknek kisebb az «egyéni erejük»,<sup>1</sup> néhány fokkal supraoptimalis hőmérsékleten csak nagy egyéni eltérésekkel, körül-

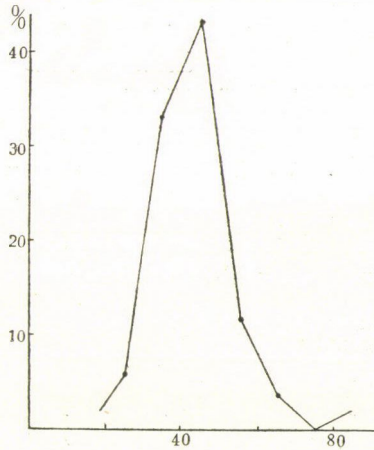
<sup>1</sup> DE VRIES: Die Mutationstheorie. Bd. I. p. 98, 115, 369, 648.



belül 10 C°-kal, supraoptimális hőmérsékleten pedig már egyáltalában nem reagálnak. *A legjobb hőfok közelebb van a maximumhoz, mint a minimumhoz* az egyéni eltérésekre nézve épen úgy, miképen a növekedésre, a geotr. reactioidőre vagy sok más folyamatra nézve.

★

(7) Exponálás előtt 4 órán át 28 C°-on. Reactio 36 C°-on. 51 drb 0·5—1 cm-es gyökér. Az exponálástól számítva a



7. ábra.

III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	tízperczenben
5·9	33·3	43·1	11·8	3·9	0	2·0	%-ban

következik be a reactio. L. a 7. ábrát.

★

Valamennyi kísérlet arra vall, hogy *a mikor legélénkebb a növekedés, leggyorsabb a reactio, akkor a legkorlátozottabbak az egyéni eltérések*, — a mennyiben mindez a hőmérséklettől függ. De növekedése élénkebb, geotr. reactiója gyorsabb a rövid (0·5—1·5 cm) csiragyökérnek, a nagy-periodusban levőnek, mint a hosszabbnak, az oldalgökereit már hajtani kezdőnek — ugyanazon hőfokon is. Az egyéni eltéréseknek a csiragyökerek korával, fejlődésével egyre nagyobbaknak kell lenniök.

(8) Exponálás előtt négy órán át 33 C°-on. Reactio 33 C°-on.

A 52 drb rövid (1—1·5 cm-es) és

B 35 drb hosszabb (2·5—3 cm-es) gyökér.

Az exponálástól számított	A	B
II	0	0
III	11·5	5·7
IV	76·8	34·2
V	11·5	34·2
VI	—	17·1
VII	—	8·6

tízperczben %-ban következnek be a görbülés.

L. a 8. ábrát.

(9) Exponálás előtt négy óra hosszat 34—30 C°-on. Reactio 30 C°-on.

A 44 drb rövid (1—1·5 cm) és

B 50 drb hosszabb (3—3·5 cm) gyökér.

Az exponálástól számított	A	B
III	13·6	2·0
IV	77·2	20·0
V	9·1	46·0
VI	—	28·0
VII	—	4·0

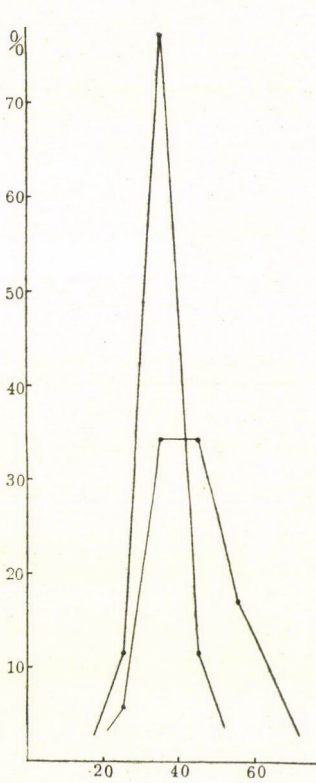
tízperczben %-ban következnek be a görbülés.

L. a 9. ábrát.

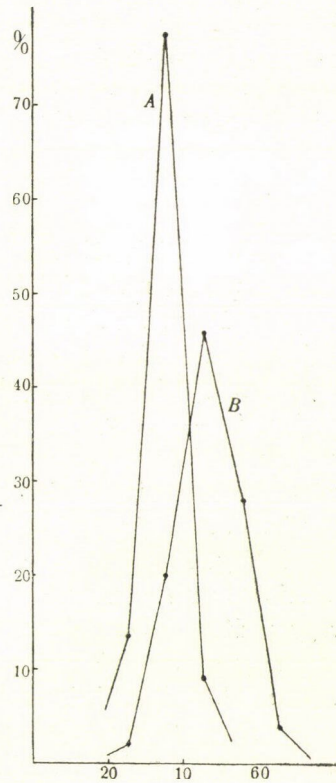
Mindkét A-görbe magassága mintegy kétszerese, szélessége pedig fele annak, mint a két B-görbe magassága ill. szélessége. A legkisebb egyéni reactioidő A-ban és B-ben majdnem egyenlő (5 percz a különbség). A legnagyobb egyéni reactioidő: a rövid gyökereké mintegy 20 perczcel kisebb, mint a hosszabbaké. Megegyezően mutatja mind a két (8, 9) kísérlet, hogy a hosszabb gyökerek reactiója idejében nagyobbak az egyéni eltérések, mint a rövidekében, a melyek növekedésüknek teljességében vannak. Rövidek és hosszabbak ugyanilyen különbségét láttatja a (6) A és a (7) számsorainak, görbéinek egybevetése is.



Ezek a reactiók egyúttal a legjobb hőfokhoz közel, 30 és 33 C°-on folytak le. Exponálás előtt is ugyanilyen meleg környezetben voltak a gyökerek négy óra hosszat. És ezért egyetlenegy más kísérletemben sem volt olyan gyors és egyöntetű a reactio, mint a (8) és (9) A-ban. Mert együtt hatott itt *mind-*



8. ábra.



9. ábra.

*három tényező, mely a növekedést, reactiót gyorsá teszi, az egyéni eltéréseket korlátozza: a legjobb hőfok kísérlet előtt és a gyökerek növekedésének legjélénkebb volta. A legnagyobb egyéni reactióidő kétszerese sincsen a legkisebbnek; egy-egy tízperc alatt 76·8, illetve 77·2%-ban következett be a görbülés.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> A (4) A-beli 67·3% csak látszólag van közel ehhez a 76·8 és 77·2%-hoz, mert annak a számsornak és annak a görbének a 20 perczen-

És az egyéni eltérések időbeli eloszlása az egyik esetben szimmetrikus, a másokban szinte az (legalább is a 10-percenként beállott görbülések szerint, tehát 10-perces hibahatárral).

Azt gondolom, hogy így igen közel értünk az egyéni eltérések legkisebb voltához. A külső körülmények változtatásával már aligha lehet tovább korlátozni az eltéréseket. (Valószínűleg lehet azonban, ha még gondosabban válogatjuk ki az épen a nagy-periodusban lévő gyökereket és ha már a magvakból is a jól fejletteket és súlyban csak kevéssel különbözőket veszszük.)

★

Többen írják, többféle reactióról is, hogy nagy egyéni eltérések a pontos mennyiségi meghatározások zavarói. De tudtommal senki sem igyekezett ezen úgy segíteni, hogy növényeit a legjobb külső körülmények közé helyezte volna. Most már — egy esetben biztosan, de hasonlóképen valószínűleg sok más esetben is — megvan annak a módja, hogy az egyéni eltéréseket lehetőleg korlátozzuk. A hol pedig oly egyöntetű a reactio, mint a legutóbbi két kísérletben, a (8) és (9) A-ban, ott lehet tenni mennyiségileg pontos megfigyelést.

Eddigélé ingerfolyamatokban azt az időt határozták meg reactioidőként, a mely alatt a példányoknak abszolút többsége vagy pedig 75%-a reagált. Most azonban már nyilvánvaló, hogy az *átlagos reactioidőt*, a mely az összes egy kísérletbe vett egyénre lehetőleg jellemző legyen, az *egyéni eltérések figyelembevételével kell megállapítani* vagy a variatioszámítás módszerével, vagy pedig csak közelítő pontossággal az exponálástól addig a — 5, 10 (vagy más) perces — megfigyelési időszakig számítva, a mely alatt a legtöbb egyénen bekövetkezik a görbülés. Nem is kíván ez többet, mint részletesebb, pl. minden 5 percben való és a legutolsó görbülés bekövetkeztéig folytatott megfigyelést.

★

---

ként beállott görbülések adták az alapját ; 10 perces megfigyelési időszakok szerint 45-5% lett volna a maximum és csak ezt lehet a (8) és (9)-beli adatokkal, görbéikkel összehasonlítani.

*Összefoglaló eredmény: A hőmérséklet befolyásolja a geotropicus reactio idejebeli egyéni eltéréseket. Legcsekélyebbek az eltérések a legjobb hőfokon.*

*Az egyéni eltérések nagysága függ a reactio gyorsaságától. Legcsekélyebbek az eltérések a leggyorsabban reagáló egyének viselkedésében.*

Az egyéni eltérések e változásainak következő lehet a magyarázata: A növekedésnek és a reactiónak a gyorsaságában mutatkozó egyéni eltéréseket első sorban bizonyynyal a gyökerek erőteljességében, «egyéni erejében» levő eltérések okozzák. Tegyük fel, hogy ezek okozzák egyedül és teljességgel a reactióban azokat az egyéni eltéréseket, a melyek még a legkedvezőbb külső körülmények közt és a növekedésük nagy-periodusában levő gyökerek csoportjában is megvannak (mint a (8) és (9)-ben), hogy ilykép a kétféle variatio egyenes és teljes correlatióban<sup>1</sup> van egymással: a gyökerek az erőteljességük adta teljes sebességgel nőnek, reagálnak; az egyesek reactioideje épen úgy aránylik egymáshoz, mint «egyéni erejük». A gyökerek erőteljességében lévő eltérések a magvak erőteljességétől, «egyéni erejétől» (például tartalék-táplálóanyag) függnék. A magvak egyéni erejebeli eltéréseket pedig épen úgy, mint a nagyság-, szám- és alakbelieket, a fejlődés alatt + és - irányban, serkentőleg és hátráltatóan ható sokféle külső tényezőnek a valószínűség szerinti összetalálkozásai hozzák létre. Tehát ugyanezek okozzák közvetve a reactiobeli azon eltéréseket, a melyek megvannak még a legkedvezőbb külső körülmények közt a növekedés nagy-periodusában lévő gyökerek csoportjában is. Hogy pedig mindenféle más, nem optimális körülmények közt az egyéni eltérések viszonyai mások (a görbék más alakúak), annak a magyarázata a következő lehet: Ha a külső körülmények nem épen a legkedvezőbbek, akkor a gyökerek természetesen nem növekedhet-

<sup>1</sup> H. PRZIBRAM: Anwendung elementarer Mathematik auf biologische Probleme. p. 64. Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Hgg. v. W. Roux, Heft III. 1908.

G. DUNCKER: Die Methode der Variationsstatistik. Roux, Arch. f. Entwicklungsmechanik, Bd. VIII. 1899. S. 150.

nek, nem reagálnak az «egyéni erejük», fejlettségük adta teljes sebességgel. Meglassul a növekedés és reactio, de a különböző «egyéni erejüké» más és más mértékben. A külső körülmények nem optimális volta a gyengébbeket inkább késlelteti, mint az erősebbeket; a reactoidő meghosszabbodásának az arányszáma a gyenge egyénekre nézve általában véve nagyobb, mint az erőteljesekre nézve (végre a gyengébbek már nem is reagálnak, mint az én 45 C°-os kísérletemben.)

Az egyéni eltéréseknek a külső körülményektől való függetlenségét már KORIBA vizsgálta,<sup>1</sup> de ő főképen az elért nagyságra volt tekintettel, nem magára a növekedésre, nem a működésre, hanem annak eredményére. A végül elért nagyságban mutatkozó eltérések pedig nem adnak tiszta képet a növekedésbeli eltérésekről. Fő eredménye mégis megegyezik az enyémmel: kedvezőtlen körülmények közt nagyobbak az egyéni eltérések és épen a gyengébb egyének sínylenek inkább. Az egyéni eltérések hasonló változását látjuk JUSTNak<sup>2</sup> a csirázás időbeli eloszlására vonatkozó több kísérletéből. SACHS<sup>3</sup> is említi, hogy kedvező hőmérsékleten nemcsak gyors, de igen egyforma is a csiragyökerek növekedése. Mindezek erősítik az általánosítás valószínűségét:

A geotr. reactiobeli egyéni eltérések legkisebbek a legkedvezőbb külső körülmények között! Valószínű, hogy így van nemcsak a geotropicus, de más ingerreactiókban és hogy így van a növekedésben is; nem csak a hőmérséklettel, hanem bármely más életfeltétellel szemben is; hogy így van nem is csak a növekedés gyorsasága, hanem a végül elért nagyság tekintetében is. És valószínű, hogy így van minden vagy legalább is sok életműködésben és valamennyi vagy legalább is sok életfeltétel-

<sup>1</sup> K. KORIBA: Ueber die individuelle Verschiedenheit in der Entwicklung einiger fortwachsender Pflanzen mit besonderer Rücksicht auf die Aussenbedingungen. Journal of the College of Science, Imp. Univ. of Tokyo. Vol. XXVII. Art. 3. 1909.

<sup>2</sup> L. JUST: Ueber die Einwirkung höherer Temperaturen auf die Erhaltung der Keimfähigkeit der Samen. COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II. 1877.

<sup>3</sup> J. SACHS i. m. I. köt. 64. old.

lel szemben.<sup>1</sup> És akkor valószínű az is, hogy a legkedvezőbb körülmények közt fejlett egyének csoportjában vannak a legcsekélyebb egyéni eltérések alakban, nagyságban, részek számában, mert mindezek részben a működésbeli egyéni eltérések eredményei. *Valószínű teljes általánosságban: legkedvezőbb külső körülmények — legkisebb egyéni eltérések!*

\*

Munkámat a budapesti K. M. Tud. Egyetem Növénytani Intézetében végeztem dr. MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR egyetemi ny. r. tanár úr szives engedélyével, melyért e helyen is hálás köszönetet mondok.

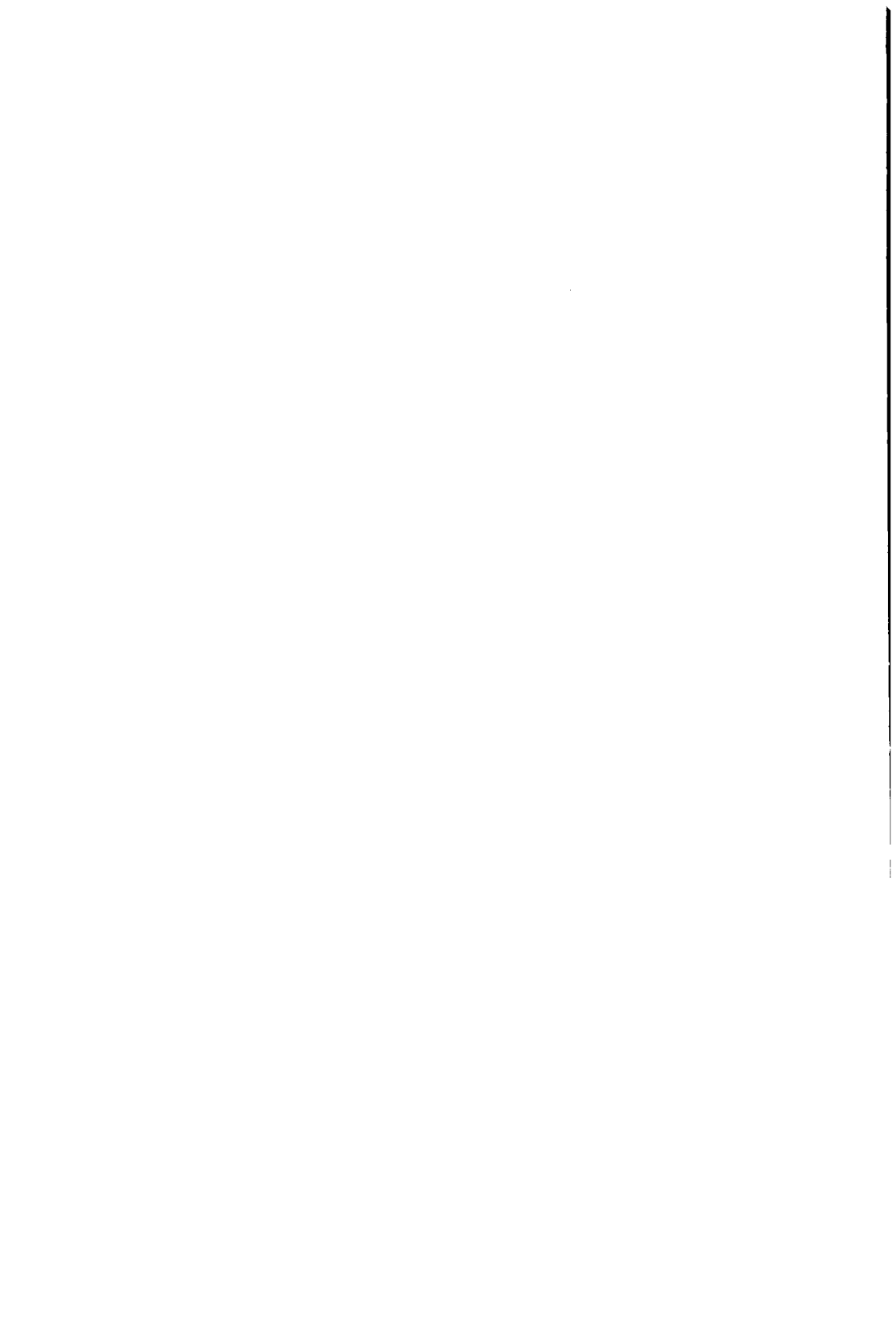
---

† <sup>1</sup> Bizonyára van azonban példa arra is, hogy másodlagos hatások következtében az egyéni eltérések látszólag nem a legkedvezőbb körülmények közt a legkisebbek.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 február 17.-én tartott üléséből.)





## BARNA BÉKÁINK HANGZACSKÓIRÓL.

MÉHELY LAJOS r. tagtól.

«Magyarország barna békái» czimű dolgozatomban, mely húsz évvel ezelőtt a Magyar Tudom. Akadémia kiadásában jelent meg, megállapítottam, hogy hazánk területén a barna békáknak három faja fordul elő, jelesen: a gyepi béka (*Rana fusca* ROESEL), a mocsári béka (*Rana arvalis* NILSS.) s az erdei béka (*Rana agilis* THOMAS).

Ugyanabban a dolgozatban megerősítettem s természet után készített pontos rajzokkal is illusztráltam<sup>1</sup> a régebbi buvároknak, különösen LEYDIG-nek<sup>2</sup> azt a megállapítását, hogy a mig a *Rana fusca* és a *Rana arvalis* himje belső hangzacskóval van kitüntetve, addig a *Rana agilis* himje a hangzacskót teljesen nélkülözi.

Ez a megállapítás azért is nevezetes, mert ekként egy oly szervezeti bélyeg ismeretéhez jutottunk, melynek alapján biztos határt vonhatunk a *Rana arvalis* és a *Rana agilis* között, a mi eme fajok egyéb bélyegei alapján sokszor meglehetősen nehéz feladat.

Az azóta megjelent újabb irodalom mit sem változtatott ezen a megállapításon s — hogy csak a legfőbb műveket említsem — mind BOULENGER G. A. remek munkájában,<sup>3</sup> mind

---

<sup>1</sup> MÉHELY LAJOS, Magyarország barna békái; Mathem. és Természet-tud. Közlemények, XXV. k. 1. sz., 1892, p. 7, 20, 37, tab. VII, fig. 1, 4, 7.

<sup>2</sup> DR. FRANZ LEYDIG, Die Anuren Batrachier der Deutschen Fauna, Bonn, 1877, p. 117, 125, 129 és 143.

<sup>3</sup> G. A. BOULENGER, The Tailless Batrachians of Europe, London, II, 1898, p. 291, 305, 335, fig. 111.

Dr. SCHREIBER EGID e napokban megjelent hatalmas művében,<sup>1</sup> eddigi ismereteinknek megfelelően úgy olvassuk, hogy a *Rana fusca* és a *Rana arvalis* hímjének belső hangzacskója van, ellenben a *Rana agilis* hímjének nincs hangzacskója.

Már pedig — mint az alábbiakból ki fog tűnni — mindez nem oly föltétlenül, illetőleg csak bizonyos megszorítással igaz, mert igaz, hogy a *Rana agilis* hímjének soha sincs hangzacskója, azonban bizonyos időszakban a *Rana fusca* és a *Rana arvalis* hímje is elveszti hangzacskóját.

Az elmúlt október első heteiben Krassó-Szörény megyében tanulmányoztam a hazai állatvilágot, mely alkalommal barna békákat is gyűjtöttem. Az állatok mind nagyon szokatlan színezetet tüntettek fel, nevezetesen az előhaladt őszi időszakban a fajra való tekintet nélkül élénk téglavörös színruhában voltak, úgy hogy a mikor Budapestre visszaérkezve a fajokat meg akartam határozni, merőben nélkülözni voltam kénytelen a tavaszi s a nyári alakokon elég jó támasztékul szolgáló színezeti bélyegeket.

Ilyen körülmények közt a meghatározásban csakis a morfológiai sajátságokra támaszkodhattam, azonban épen ezen a téren ért a legnagyobb meglepetés, mert a midőn a külső bélyegek ellenőrzése kedvéért a belső hangzacskókat kerestem, egyetlen hím példányon sem találtam meg őket, még pedig nemcsak a *Rana agilis*, de még a *Rana arvalis*, sőt a *Rana fusca* hímjén sem! Közbevetőleg megjegyezhetem, hogy csupa hím példányt gyűjtöttem, mert a nőstények — úgy látszik — a hűvös időjárás következtében már téli szállásukra vonultak.

A nem kis gondot okozott meghatározás eredménye ekként alakult:

*Rana fusca*, Nadrág, október 12, 1 pld.

*Rana arvalis*, Krivina, október 8, 2 pld.

*Rana agilis*, Lugos (Kápolnahegy), okt. 7, 2 pld.

Minthogy a fentebbi példányok mindegyike ivarérett, fel-

<sup>1</sup> Dr. EGID SCHREIBER, Herpetologia Europaea, II. kiad., Jena, 1912, p. 235, 249, 255.

nőtt hím, rendkívül feltűnő, hogy a belső hangzacskónak nyomát sem találtam rajtuk. Eleinte tanácstalanul állottam e jelenséggel szemben s már-már új, eddig le nem írt fajokra gondoltam, a míg azután behatóbb vizsgálatok föl nem derítették a rejtélyt. A megfejtés pedig az, hogy a *Rana fusca* és a *Rana arvalis* ivarérett hímjének csak a melegebb évadban van belső hangzacskója, ez a szervazonban ősz derekán visszafejlődik s bizonyára csak tavasz felé, a párzási időszak közeledtével fejlődik ki újra.

Így oldódik meg az a nagy ellenmondás is, mely az irodalomban eme kérdés körül tapasztalható. RÖSEL pl. az ő felülmúlhatatlan munkájában leírja és természetihven le is rajzolja a *Rana fusca* belső hangzacskóit<sup>1</sup> és RAPP is hangsúlyozza,<sup>2</sup> hogy a *Rana fusca*-nak hangzacskói vannak, ellenben WAGNER<sup>3</sup> s jóval később a méltán nagyhirű STANNIUS<sup>4</sup> is határozottan tagadja, hogy ennek a fajnak hangzacskói volnának.

Ez az ellenmondás már több ízben foglalkoztatta a zoológusokat, okát kideríteni azonban nem tudták. Érdekes, hogy a feledhetetlen LEYDIG valósággal fel van háborodva STANNIUS művétől, melyről ekként ír: «Az ember nem hisz a szemének, ha a Handbuch der Zootomie szerzője, a ki RAPP értekezését ismeri, újból oda nyilatkozik, hogy a *Rana*-nem hazai fajai közül csak a *Rana esculenta* visel hangzacskókat, melyek ama két hazai fajunkon, melyet régebben *Rana temporaria*-ként foglaltak össze, hiányzanak. A rendszertani irány zoológusai, a kik ezt a tagadást nyilván nem vették tudomásul, nyugodtan odaítélik a hangzacskókat a *Rana fusca*-nak». <sup>5</sup> A továbbiakban LEYDIG nagy alaposággal írja le a *Rana fusca* tavaszi hímjé-

<sup>1</sup> RÖSEL VON ROSENHOF, Historia naturalis Ranarum nostratium, Nürnberg, 1758, p. 17, tab. IV, fig. 1, a.

<sup>2</sup> RAPP, Württemberg. Jahreshefte f. vaterl. Naturkunde, 1847.

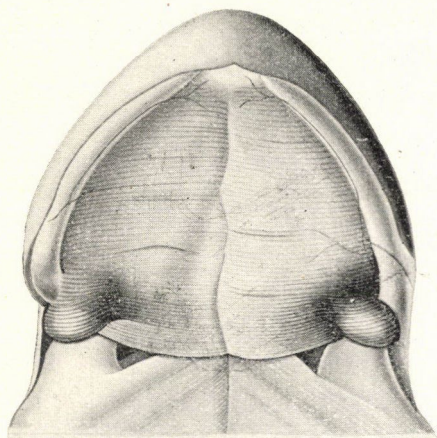
<sup>3</sup> R. WAGNER, Lehrbuch d. vergl. Anatomie, Leipzig, 1834.

<sup>4</sup> v. SIEBOLD und STANNIUS, Handbuch d. Zootomie, Buch: Amphibien, Berlin, 1856.

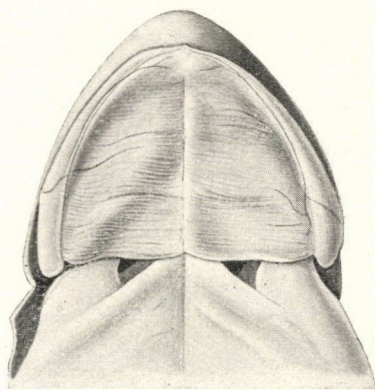
<sup>5</sup> FR. LEYDIG, Die Anuren Batrachier d. Deutschen Fauna, Bonn, 1877, p. 125.

nek hangzacskóit, arra azonban sem ő, sem más buvár nem gondol, hogy késő ősszel is meg kellene vizsgálni ezeket a sok fejtörést okozott szerveket.

Mostani tapasztalataim alapján nagyon egyszerűen akként oldódik meg a kérdés, hogy a buvárok mindegyikének igaza van, de valamennyinek csak részben. RÖSEL, RAPP, LEYDIG, BOULENGER, SCHREIBER stb. a tavaszi hímet vizsgálták s hangzacskókat állapítottak meg rajta, ellenben WAGNER és STANNIUS nyilván az



1. rajz. *Rana fusca* Rös. Hímpéldány  
belső hangzacskókkal (Magas-Tátra,  
1912 június 13).



2. rajz. *Rana fusca* Rös. Hímpéldány  
belső hangzacskók nélkül (Nadrág,  
1912 október 12).

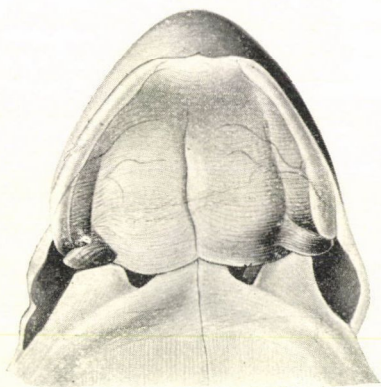
ősz hímek alapján tagadják meg a hangzacskók jelenlétét, még pedig teljes joggal, mert a *Rana fusca* és a *Rana arvalis* belső hangzacskói csak időszakos szervek, nászidőszaki attributumok, melyek a párosodás befejeztével mindinkább visszafejlődnek s ősz derekán teljesen elenyésznek. Mindez világosan kiténik az alábbiakból.

A *Rana fusca* Brassó környékén márczius közepén párosodik s ebben az időben a hímnak nagyon erőteljes belső hangzacskói vannak. Ezt az állapotot fentidézett munkámban látjuk le rajzolva (VII. tábla, 1. rajz). A hangzacskók sokáig megmaradnak, mert pl. egy hímpéldányon, melyet CSIKI ERNŐ a Magas-

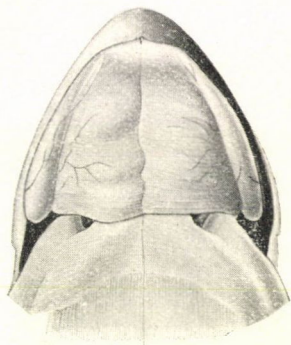


Tátrában (a Zöld-tó környékén) m. évi június 13.-án gyűjtött, még csaknek teljes fejlettségükben mutatkoznak (1. rajz), azonban a Dr. BOLKAY ISTVÁN által a m. évi szeptember havában Stájerlakon gyűjtött hímeken már megindult a visszafejlődés folyamata. Az egyik hímnek még csaknem rendes fejlettségű hangzacsói vannak, de a másiknak torka jobb oldalán már teljesen visszafejlődött a hangzacsója. Végül az én példányomon, melyet f. évi október 12.-én Nadrágon gyűjtöttem, a hangzacsóknak legesekélyebb nyomával sem találkozunk (2. rajz).

Hasonlóképen vagyunk a *Rana arvalis*-szal is. Márczius



3. rajz. *Rana arvalis* NILSS. Himpéldány belső hangzacsókkal (Rákos-Szt.-Mihály, 1911 május 6).



4. rajz. *Rana arvalis* NILSS. Himpéldány belső hangzacsók nélkül (Krivina, 1912 október 8).

végén Szamosujvárott fogott himpéldányon, miként fentidézett munkám VII. táblájának 4. rajzán látható, erőteljes fejlettségűek a hangzacsók s nem sokkal kisebbek azokon a példányokon sem, melyeket m. évi május 6.-án Pusztaszentmihályon (Budapest közelében) gyűjtöttem (3. rajz), azonban a f. évi október 8.-án Krivinán gyűjtött hímeken a hangzacsóknak semmi nyoma sem található (4. rajz).

A fentebb megállapított tények — véleményem szerint — általános érvényűek s bizonyára nem az ezidei nagyon hűvös és esős nyárnak és ősznek tulajdonítandók, hanem minden évben s bármilyen időjáráskor is hasonló rendszerességgel ismétlődnek

S ha ebben a föltevésben nem csalódom, kimondhatónak vélem, hogy a gyepi és a mocsári béka hím példányai csak a melegebb évszakban rendelkeznek belső hangzacskókkal, a melyek a párosodás idejében a legfejlettebbek, azonban később mindinkább visszafejlődnek s ős derekán teljesen elenyésznek.

A hangzacskók szerkezete nagyon egyszerű. LEYDIG vizsgálta óta tudjuk, hogy a hangzacskók az alsó szájjpadlást kibélelő nyálkahártyának egyszerű kitűrődései, melyek az alsó állkapocs s a nyelvcsont elülső szarva közt nyílnak bele a szájüregbe s kívülről az állkapocsalatti izom (*Musculus submaxillaris*) rostjai által vannak körülfogva. Újabb szerzők, így GAUPP ERNŐ,<sup>1</sup> a *Musculus submaxillaris*-nak azt a részét, mely a hangtáskákat körülfogja, tájboneztani és fejlődéstani okokból nyelvcsontalatti izom (*Musculus subhyoideus*) néven különböztetik meg, a mi azonban nem minden fajra nézve helyes, mert igaz, hogy a *Rana esculenta* és a *Rana agilis* hímjein meglehetősen világos határ van eme két izomlemez közt, azonban a *Rana fusca* s a *Rana arvalis* esetében teljesen egységes, morphologiailag szét nem tagolható izomlemezzel van dolgunk.

A hangzacskók tavaszi kifejlődése s őszi visszafejlődése tekintetéből érdekes volna tudnunk, vajjon a hangzacskót kibélelő nyálkahártya, tehát a tulajdonképeni tasak résztvesz-e a visszafejlődésben s vajjon az állkapocsalatti izom új rostokat fejleszt-e tavasz felé; ennek kikutatása azonban még a jövő feladata lévén, ne foglalkozzunk tovább ezzel a kérdéssel, hanem térjünk át a hangzacskók biológiai értékelésére.

E tekintetben egyik régebbi dolgozatomban<sup>2</sup> arra az álláspontra helyezkedtem, hogy ezek a szervek nászidőszaki berendezkedések, melyek a DARWIN-féle ivari kiválogatódás szempontjából ítélendők meg. A hangzacskók, mondám, hangerősítő szervek, a melyek csak a hímeket tüntetik ki, tehát a faj fennmaradását előmozdító másodlagos ivarbélyegek sorába tartoznak s

<sup>1</sup> E. GAUPP, Anatomie des Frosches, 3. kiad., I, 1896, p. 136, 137, fig. 78.

<sup>2</sup> MÉHELY LAJOS, Hogy szólnak a békák? Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz, XXXIII. köt., 1901, p. 157.



nyilván az a rendeltetésük, hogy a hímek észrevétessék magukat és nászénekükkel megnyerjék a nőstények tetszését.

Az alábbiakból ki fog tűnni, hogy ez a felfogás semmikép sem jogosulatlan, azonban újabb tapasztalataim szerint nem olyan általános érvényű, mint régebben hittem. Nevezetesen a békák hangzacskói morfológiailag nagyon különbözök lévén, biológiai értékük sem lehet egyforma.

Tény az, hogy a békák csak a párzás küszöbén kezdenek szólni, azonban, míg a barna békák a párzás befejeztével elhagyják a vizet s a szárazon elnémulnak, addig a vízi békák a párzási időszak elmúltával is a vízben maradnak s vígan tovább kurutyolnak; tény továbbá, hogy a vízi békáknak csak a hímjeik szólnak, addig a barna békáknak a nőstényei is hangot adnak; végül tény, hogy a vízi békák hímjei hangtáskáikat az egész évben megőrzik, ellenben a barna békák hímjeinek hangtáskáit a párzás elmúltával mindinkább visszafejlődnek s ősz derekán teljesen elenyésznek. Itt tehát mélyreható különbségek forognak fenn, a melyek a biológiai megítélést is lényegesen befolyásolják.

Úgy hiszem, hogy a nászénekéről csak a vízi békák esetében lehet szó, mert itt a nőstények némák; az pedig, hogy a hímek hangerősítő szervei a párzás elmúltával is megmaradnak s tovább szól az ének, nem akadály a fentebbi magyarázatnak, mert hiszen nászuk befejeztével az éneklő madarak hímjei is tovább csattognak és fuvoláznak, már pedig a himmadár éneke kétségtelenül nászadal. A legjobb énekesek, a legtökéletesebb hangszerekkel felruházott hímek látszólag a maguk gyönyörködtetésére folytatják nászéneküket, valósággal pedig az eljövendő tavasz új örömeinek előérzete dobogtatja szívüket.

Nem úgy a barna békák, melyeknek nemcsak a hímjei, hanem a nőstényei is hangot adnak. Így a gyepi béka hímje némikép a disznó rőfögésére emlékeztető, rekedtes krunkogást hallatt (gruk — gruk — gruk), melyet a nőstény lágyabb és gyorsabb ütemű szóval kísér (kn — kn — kn); a mocsári béka párzás közben nyugtalanított hímje rövid, tompa, gyors ütemű hangot ad, melyet a szájával lefelé fordított s a víz színéhez ütögetett üveg hangjához, vagy pedig a csibéit féltő kotlós tyúk

izgatott kotkodácsolásához lehet hasonlítani (ko — ko — ko — ko — ko), holott a nőstény hangja magasabb és lágyabb, mint egy fájdalmas kottogás; végül az erdei béka himjének a szava egytagú, gyors ütemű, tompa kottogás (ko — ko — ko — ko — ko — — korrr — — korrr — — — korrr — — — korrr) s ugyanilyen a nőstény szólama is, csakhogy magasabb, lágyabb és gyorsabb lökésű.

Ebből látjuk, hogy ámbár a hímek hangja erősebb s kissé vontatottabb, mindazonáltal a nőstények is ugyanolyan típusú, csakhogy lágyabb színezetű hangot adnak, a mi nyilván az ellen szól, hogy a hímek belső hangzacskóit a nászének szervéül, tehát az ivari kiválogatódás eszközéül értelmezzük, a mit már csak azért sem tehetünk, mert az erdei béka himje teljességgel nélkülözi a hangzacskókat.

Mindezek alapján arra kell gondolnunk, hogy a gyepi béka és a mocsári béka belső hangzacskóinak biológiai rendeltetése nem a nászénekkel kapcsolatos, hanem hogy ezeknek a szerveknek valami más lehet a rendeltetésük. Az elmondottak alapján ugyan teljesen bizonyos, hogy eme fajok belső hangzacskói nász-időszaki szervek, mert a párosodás idejében a legfejlettebbek, azonban ennek daczára sem a nászének szervei, hanem valamilyen más, a nász idejében fennforgó szükséglet kielégítésére szolgálnak. Hogy ez a szükséglet miben áll, arra talán megfelelnek az alábbi sorok.

Régen ismeretes, hogy a gyepi béka párosodása rendkívül szenvedélyes. A párosodó him se lát, se hall s minden nyugtalanítás, sőt a legborzasztóbb kínzás daczára sem hagyja el párját. Nőstényét hónaljban karolja át, még pedig oly rettentő erővel, hogy a hüvelykujján levő tüskés vánkossal némelykor valószínűs lyukat váj párjának mellebőrén. Az átkarolás oly szoros, hogy a hímet csak a legnagyobb erőfeszítéssel tudjuk a nőstényről lefejteni. RÖSEL egy alkalommal tövestől kiszakította egy párosodó himnek a czombját s az nagy fájdalma daczára sem eresztette el nőstényét.<sup>1</sup> Én 1891-ben a tömösi szorosban

<sup>1</sup> RÖSEL, Historia naturalis Ranarum nostratium, Nürnberg, 1758, pag. 4.

számos olyan összekulcsolódott párra akadtam, melynek a brassói lelketlen békavadászok néhány nappal előbb levágták a czombját, azután pedig az ekként megcsönkített állatokat visszahajították a tócsába s a hímek még ilyen siralmas állapotban is görcsösen szoritották magukhoz párjukat. Némelyiknek felhasított hasából kilógtak a zsigerei, de a fájdalmában vonagló állat mégsem vált el párjától.<sup>1</sup>

Hasonló szenvedélyességgel párosodik a mocsári béka is, mely szintén hónaljban karolja át s a hüvelykujján levő tüskés vánkossal nagy erővel szoritja magához nőstényét. Hogy az összeölekezés mily szoros, annak jellemző mértékét láthatjuk a következő esetből. 1896 tavaszán számos mocsári békát kaptam Magdeburgból, a melyek némelyike útközben a szállítóládában összepárosodott s a mikor az állatokat borszeszbe hajítottam, a fuldokló állatok egymás után haltak el, a nélkül, hogy a hímek eleresztették volna szorosán átkarolt párjukat. Még most is így, benső ölekezésben vannak kiállítva a Nemzeti Múzeum gyűjteményében.

Mindezt azért említem, hogy ennek kapcsán rámutathassak arra a körülményre, hogy ilyenkor a szoros összeölekezés következtében csaknem teljesen megszűnik a hímbéka tüdőlégzése s az állat úgyszólván teljesen a szájgaratüreg-lélekezésre van utalva. Ilyenkor csukott száj és csukott gégerés mellett, a garat falának tágulása következtében orrlyukain át szívja be s ugyancsak a garat falának összehúzódása által ismét orrlyukain át hajtja ki a levegőt, a midőn a garat ránczos falát gazdagon átjáró hajszálerek visszatartják a levegő oxigénjét és szénsavat küszöbölnek ki.

Azt hiszem, ebbe a physiologiai működésbe kell bekapcsolnunk az ú. n. hangzacskók szerepét, mert könnyen belátható, hogy ha a párosodó hímbéka teleszívja levegővel a torka két oldalán levő hangzacskókat, akkor hosszabb ideig nélkülözheti a rendes tüdőlégzést, melyet ilyenkor karjainak heves szoritása tesz lehetetlenné.

---

<sup>1</sup> MÉHELY LAJOS, A Barczaság herpetologiai viszonyai. Adatok Brassó sz. kir. város monographiájához, 1892, p. 53.

Szóval úgy gondolom, hogy a gyepi és a mocsári béka ú. n. «belső hangzacskói» nem hangerősítő szervek, hanem elsősorban is légtartók, a melyek a párosodás alkalmával a hím békának megakadályozott tüdőlégzését vannak hivatva pótolni. Tagadhatatlan, hogy e mellett a hímek hangját öblösebbé, erőteljesebbé teszik, ez azonban már csak másodlagos szerepük.

A fentebbi magyarázat valószínűségét nagy nyomatékallyal támogatja az a tény, hogy az erdei béka ugyanolyan hangot ad, mint a mocsári béka s még sincsenek hangzacskói, mert ölelése nem oly heves, tehát tüdőlégzése nincs megakadályozva. Ámde az erdei béka hímje nem is tudja oly nagy erővel átkarolni nőstényét, mert hüvelykujjának duzzadt vánkosa nem tüskés, hanem sima.<sup>1</sup>

Ekként oldván meg a belső hangzacskók biológiai jelentőségének kérdését, nyilvánvaló, hogy ezeket a szerveket nem a DARWIN-féle ivari kiválogatódás, hanem a LAMARCK-féle tényező szempontjából kell értékelnünk. A «belső hangzacskók» nem a nőstények elbájolására való hangerősítő szervek, hanem a levegőszükséglet fedezésére szolgáló légtartók, a melyek a legnagyobb szükséglet idejében a garat falának saját működése s az állkapocsalatti izom erőltetett igénybevétele következtében sarjadzottak ki s mint ilyenek meggyőző példái annak a LAMARCK-féle elvnek, hogy a működés, az igénybevétel fejleszti ki a szervezet műszereit.

Ebből azonban senki se következtessen arra, mintha az ivari kiválogatódás elvének jogosultságát tagadnám. Korántsem. Sőt készséggel elismerem, hogy a vízi békák, jelesen a kecskebéka (*Rana esculenta* L.) s a tavi béka (*Rana ridibunda* PALL.) hólyagszerűen felfuvódó külső hangzacskói valóban és elsősorban is hangerősítő szervek, a melyek biológiai rendeltetését csakis a DARWIN-féle ivari kiválogatódás elve szerint ítélhetjük meg.

Ime, az a néhány barna béka, melyet késő ősszel gyűj-

---

<sup>1</sup> A gyepi s a mocsári béka hímjének hüvelykujján levő vánkos sűrűn egymás mellett álló szarutüskékkel van megrakva s azért a nász idejében feketeszínű, holott az erdei békáé palaszürke és sima.

töttem Krassó-Szörény megyében, becses anyagul szolgált egyes szervezeti sajtóságok földerítésére, a hozzájuk fűződő gondolatok pedig talán hozzájárulhatnak az állati szervezet kiformálódását irányító tényezők megvilágításához. Egyben pedig azt a tanulságot is levonhatjuk az elmondottakból, hogy az élőlényeket minden évszakban egyaránt kell tanulmányoznunk, mert a fajokat csak akkor ismerhetjük igazán, ha egyéneiknek egész életcyclosát tudjuk áttekinteni.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 február 17.-én tartott üléséből.)

# VIZSGÁLATOK REÁLIS EGYÜTTHATÓJÚ HATVÁNSOROK REÁLIS GYÖKHELYEIRŐL.

BÁLINT ELEMER-től.

## Bevezetés.

LAGUERRE egy 1883-ban megjelent dolgozatában <sup>1</sup> a DESCAR-  
TES-féle jelszabályt több irányban általánosította. Tétélei közül  
idézem a következőket:

I. Ha

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \quad (a_0 \neq 0)$$

egy az  $R$  sugarú körben konvergens, reális együtthatójú hatvány-  
sor, akkor az együtthatók sorozatában fellépő jelváltások száma  
nem lehet kisebb, mint az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  intervallumba  
eső gyökeinek száma.

II. Alkossuk meg az

$$\frac{f(x)}{(1-x)^{k+1}} = \sum_{n=0}^{\infty} A_n^{(k)} x^n \quad (A)$$
$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

hatványsort; jelentse  $v(k)$  az (A) együtthatósorozatában fellépő  
jelváltások számát és  $r$  az (A) konvergenciakörének sugarát; <sup>2</sup>  
akkor

1.  $v(k)$  csak fogyhat, ha  $k$  nő;

---

<sup>1</sup> Sur la théorie des équations numériques. Journal de Mathématiques. III<sup>e</sup> série. T. IX. és Oeuvres de Laguerre. T. I. pp. 3–47.

<sup>2</sup>  $r$  egyenlő 1-gyel, ha  $R \geq 1$  és  $x = 1$  az  $f(x) = 0$  egyenletnek  $k$ -nál nem magasabbrendű gyöke; minden más esetben  $r = R$ .

2)  $v(k)$  nem lehet kisebb, mint az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, r)$  intervallumba eső gyökeinek száma.

FEKETE és PÓLYA lényegesen tovább vitték LAGUERRE vizsgálatait.<sup>1</sup> Eredményeik a következők:

III. Ha  $k$ -nak valamely  $k_0$  értékénél az (A) hatványsor konvergenciakörének pozitív reális pontjában, az  $x = r$  helyen szorosabb értelemben divergens, akkor  $\lim_{k \rightarrow \infty} v(k)$  megegyezik az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, r)$  intervallumba eső gyökeinek számával (a gyököket multiplicitásukkal számítva).

IV. Ha  $\nu_i^{(k)}$  jelenti az (A) hatványsor azon együtthatójának indexét, a mely után az  $i$ -edik jelváltás fellép, akkor a

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\nu_i^{(k)}}{k + \nu_i^{(k)}}$$

határérték mindig létezik és ha kisebb  $r$ -nél, az  $f(x) = 0$  egyenlet gyöke; ezen határértékek az  $f(x) = 0$  egyenlet minden,  $(0, r)$  intervallumba eső gyökét rendre megadják, még pedig mind-egyiket annyiszor, ahányszoros gyöke az egyenletnek.<sup>2</sup>

Dolgozatomban meg akarom vizsgálni az összefüggést az

$$(1+x)^k \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = \sum_{n=0}^{\infty} C_n^{(k)} x^n \quad (C)$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

hatványsor együtthatósorozatában fellépő jelváltások és az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  intervallumba eső gyökei között. PÓLYA módszerével ki fogom mutatni, hogy ezt az összefüggést a II., III., IV. tételhez teljesen analóg tételek fejezik ki.

Annak a ténynek, hogy az idézett tételekben az  $\frac{1}{(1-x)^k}$  tényezőket az  $(1+x)^k$  tényezőkkal lehet pótolni, jelentősége főképen

<sup>1</sup> a) FEKETE MIHÁLY: Laguerre egy problémájáról. Math. és Term. tud. Ért. XXX. k. 5. f. 746. o. b) PÓLYA GYÖRGY: Laguerre egy problémájáról. Math. és Term. tud. Ért. XXX. k. 5. f. 783. o. c) M. FEKETE und G. PÓLYA: Über ein Problem von Laguerre. Rendiconti d. Circ. Mat. di Palermo. T. XXXIV. pp. 89—120.

<sup>2</sup> A IV. tétel bizonyításánál FEKETE semmiféle megszorítást sem tesz az (A) hatványsor viselkedésére az  $x = r$  helyen.



ezen tételeknek polinómokra való alkalmazásában van. Ebben az esetben ugyanis az  $\frac{1}{(1-x)^k}$ -val való szorzás hatványsorra vezet, míg az  $(1+x)^k$ -val való szorzásnak előnye, hogy ismét csak polinómot ad.<sup>1</sup> Polinómok esetében, mivel konvergenciasugaruk  $R = \infty$ , az összes pozitív gyökökről szól tételünk; ugyanis egy polinóm hatványsorában a jelváltások száma véges és a végtelen a polinómnak pólusa, tehát ki vannak elégítve azon feltételek, a melyek mellett tételünket bizonyítani fogjuk. Ha azonban a polinóm  $(0, a)$  intervallumba eső gyökeinek számát és értékét akarjuk megállapítani, a polinómot előbb  $\left(1 - \frac{x}{a}\right)$ -val osztanunk kell és így polinómok helyett ismét csak hatványsorokat kell vizsgálnunk.

## I. §.

Jelentse  $v_k$  a  $(C)$  hatványsorban fellépő jelváltások számát. Az  $(1+x)^{k+1} f(x)$  hatványsorának együtthatósorozata úgy van képezve az  $(1+x)^k \cdot f(x)$ -éből, mint az

$$a_0, a_0 + a_1, a_1 + a_2, a_2 + a_3, \dots$$

sorozat az

$$a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$$

sorozatból. Ismeretes,<sup>2</sup> hogy a jelváltások száma az első sorozatban nem lehet nagyobb, mint a másodikban; ebből következik, hogy  $k$ -nak minden nem negatív egész értékénél  $v_{k+1} \leq v_k$ , vagyis hogy  $v_k$  csak fogyhat, ha  $k$  nő. Másrészt az I. alatt idézett LAGUERRE-féle tétel szerint  $v_k$  nem lehet kisebb, mint az  $(1+x)^k f(x) = 0$  egyenlet, vagy a mi ugyanaz, az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  intervallumba eső gyökeinek száma. Kimondhatjuk tehát, hogy  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_k$  mindig létezik ( $+\infty$ -t is megengedve, mint határértéket) és nem kisebb az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  inter-

<sup>1</sup> Meg kell azonban említeni, hogy FEJÉR egy megjegyzése szerint a vizsgálat azon hatványsornak is, a melyet  $\frac{1}{(1-x)^k}$ -val való szorzás által nyerünk, csak egy szeletére szorítkozhatik. l. c. c) p. 105.

<sup>2</sup> RUNGE: Encyclopedie der Math. Wiss. Bd. I. Teil I. S. 410.

vallumba eső gyökeinek számánál. Ki fogom mutatni a következő tételt:

Ha

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \quad (a_0 \neq 0)$$

az  $R$  sugarú körben konvergens, reális együttthatójú hatványsor és  $v_k$  jelenti a jelváltások számát az

$$(1+x)^k \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = \sum_{n=0}^{\infty} C_n^{(k)} a^n$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

együtthatósorozatában, akkor  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_k$  a következő esetekben megegyezik az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  intervallumba eső gyökeinek számával:

1. ha ezen gyökök száma végtelen nagy;
2. ha  $f(x)$  hatványsora az  $x = R$  helyen divergens és  $k$ -nak valamely  $k_0$  értékénél  $(1+x)^k f(x)$  hatványsora csak véges számú jelváltást tartalmaz.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Minthogy  $(1+x)^{k_0} f(x)$  hatványsora csak véges számú jelváltást tartalmaz, az  $f(x)$  hatványsora az  $x = R$  helyen nem lehet ingadozó; mivel divergens, határozott előjellel válik végtelenné. Azon föltételt, hogy  $f(x)$  hatványsora az  $x = R$  helyen divergáljon, pótolhatjuk avval az általánosabbal, hogy  $f(x)$  és összes deriváltjai az  $x = R$  helyen 0-tól különböző és egyenlő előjelű értékeket vegyenek fel; a bizonyítás *változatlanul* érvényes ezen általánosabb feltétel mellett is. — LUKÁCS FERENC figyelemztetett a következő példára, a mely mutatja, hogy ha  $f(x)$  a fenti feltételeknek nem tesz eleget, a tétel sem igaz általában:

Legyen

$$f(x) = \frac{1}{1+Rx} = 1 - Rx + R^2x^2 - R^3x^3 + \dots,$$

a hol  $R$  egy zérustól és egytől különböző pozitív számot jelent. Ezen hatványsor végtelen sok jelváltást tartalmaz és a konvergenciakör pozitív reális pontjában, az  $x = \frac{1}{R}$  helyen a Leibniz-féle

$$1 - 1 + 1 - 1 + \dots$$

sorba megy át. Továbbá

$$(1+x) f(x) = 1 - (R-1)x + R(R-1)x^2 \{1 - Rx + R^2x^2 - R^3x^3 + \dots\},$$

Ha az  $f(x) = 0$  egyenletnek a  $(0, R)$  intervallumban végtelen sok gyöke van, akkor LAGUERRE I. alatt idézett tétele szerint  $v_k$  is mindig végtelen nagy, tehát  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_k = \infty$ , a mint állítottuk.

Ha  $f(x)$  hatványsorában minden együttható egyenlő előjelű, akkor a tétel triviális, mivel  $f(x) = 0$  egyenletnek nem lehet pozitív gyöke és  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_k = 0$ .

Vizsgáljuk meg már most azt az esetet, a mikor  $f(x)$  hatványsora tartalmaz jelváltásokat, esetleg végtelen sokat is, de  $(1+x)^{k_0} f(x)$  hatványsorában a jelváltások száma véges és  $f(x)$  hatványsora az  $x = R$  helyen divergens. Tételünk fennáll  $f(x)$  hatványsorára is, ha  $(1+x)^{k_0} f(x)$  hatványsorára fennáll, mivel  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_{k_0+k} = \lim_{k \rightarrow \infty} v_k$ , másrészt pedig  $(1+x)^{k_0} f(x) = 0$  egyenletnek és  $f(x) = 0$  egyenletnek a  $(0, R)$  intervallumba eső gyökei (multiplicitásukra nézve is) megegyeznek. Nem jelent tehát megszorítást, ha az írás egyszerűsítése végett feltesszük, hogy már  $f(x)$  hatványsorában is csak véges számú jelváltás fordul elő. Legyenek  $f(x)$  hatványsorának együtthatói az  $N$ -edikről kezdve egyenlő előjelűek, és hogy fix esettel legyen dolgunk, pozitívok (ellenkező esetben  $f(x)$ -et  $-1$ -gyel megszorozzók).

Ezen feltételekből rögtön vonhatunk néhány következtetést: 1. Mivel  $f(x)$  hatványsorában csak véges számú jelváltás fordul elő, LAGUERRE I. alatt idézett tétele szerint  $f(x) = 0$  egyenletnek a  $(0, R)$  intervallumban csak véges számú gyöke lehet; legyenek ezek nagyság szerint rendezve  $\hat{\xi}_1, \hat{\xi}_2, \dots, \hat{\xi}_p$  és multiplicitásuk legyen rendre  $m_1, m_2, \dots, m_p$ , ahol

$$m_1 + m_2 + \dots + m_p = M (M \leq N).$$

2. Az  $f(x)$  minden deriváltja is divergens az  $x = R$  helyen, még pedig pozitív előjellel válik végtelenné, mivel  $f(x)$  hatvány-

a miből világos, hogy  $(1+x)^k f(x)$  hatványsorában is  $k$ -nak minden értékénél a jelváltások száma végtelen nagy; tehát  $\lim_{k \rightarrow \infty} v_k = \infty$ , holott  $\frac{1}{1+Rx} = 0$  egyenletnek nincs pozitív gyöke.

sorában az  $a_N$ -et követő együtthatók mind pozitívak; kijelölhető tehát egy oly  $r < R$ , hogy

$$f(x), f'(x), f''(x), \dots, f^{(N-1)}(x)$$

valamennyien egy pozitív korlát fölött maradjanak, ha  $x \geq r$ . A magasabbrendű deriváltak  $x$  minden pozitív értéke mellett pozitívak, mivel valamennyi együtthatójuk pozitív.

Írjuk ki már most részletesen a (C) hatványsor

$$C_0^{(k)}, C_1^{(k)}, C_2^{(k)}, \dots, C_k^{(k)}, C_{k+1}^{(k)}, \dots \quad (I')$$

együtthatóit, kifejezve az  $f(x)$  hatványsorának együtthatóival.

$$\begin{aligned} C_n^{(k)} &= \binom{k}{n} a_0 + \binom{k}{n-1} a_1 + \dots + \binom{k}{1} a_{n-1} + a_n \\ &= \binom{k}{n} \left\{ a_0 + \frac{n}{k-n+1} a_1 + \frac{n}{k-n+1} \cdot \frac{n-1}{k-n+2} a_2 + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \frac{n}{k-n+1} \cdot \frac{n-1}{k-n+2} \dots \frac{1}{k} a_n \right\} \end{aligned}$$

ha

$$n \leq k;$$

$$C_{k+n}^{(k)} = a_n + \binom{k}{1} a_{n+1} + \binom{k}{2} a_{n+2} + \dots + \binom{k}{k} a_{n+k}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots,$$

Ki kell mutatnunk, hogy ha  $k$  elég nagy, a (I') sorozatban fellépő jelváltozások száma épen megegyezik

$$m_1 + m_2 + \dots + m_p = M$$

-mel.

Mint hogy vizsgálatunk tárgyát csak a (I') sorozatban fellépő *jelváltások* képezik, a (I') sorozat bármely tagját pótolhatjuk egy tőle csak pozitív faktorban különböző számmal. Ha bevezetjük az

$$f\{p, q\} = a_0 + \frac{p}{q} a_1 + \frac{p}{q} \cdot \frac{p-1}{q+1} a_2 + \dots + \frac{p}{q} \cdot \frac{p-1}{q+1} \dots \frac{1}{p+q-1} a_p$$

jelölést, akkor megjegyzésünk szerint a  $(I)$  sorozat első  $k+1$  tagja helyébe a következő számokat írhatjuk:

$$\begin{aligned} f\{0, k+1\}, f\{1, k\}, f\{2, k-1\}, \dots, \\ f\{n, k-n+1\}, \dots, f\{k, 1\} \end{aligned} \quad (f)$$

## II. §.

Hogy ne legyünk kénytelenek később a bizonyítás menetét megszakítani, előre bocsájtok két relációt. Az elsőben megbecsüljük a  $\frac{p}{q}$  helyen vett függvényérték és az  $f\{p, q\}$  számérték különbségét abszolút értékben:

$$\begin{aligned} f\left(\frac{p}{q}\right) &= a_0 + a_1 \frac{p}{q} + a_2 \left(\frac{p}{q}\right)^2 + \dots + a_p \left(\frac{p}{q}\right)^p + a_{p+1} \left(\frac{p}{q}\right)^{p+1} + \dots \\ f\{p, q\} &= a_0 + a_1 \frac{p}{q} + a_2 \frac{p}{q} \cdot \frac{p-1}{q+1} + \dots + a_p \frac{p}{q} \frac{p-1}{q+1} \dots \frac{1}{p+q-1} \\ f\left(\frac{p}{q}\right) - f\{p, q\} &= \sum_{\nu=2}^p a_\nu \left(\frac{p}{q}\right)^\nu \left\{ 1 - \frac{1-\frac{1}{p}}{1+\frac{1}{q}} \frac{1-\frac{2}{p}}{1+\frac{2}{q}} \dots \frac{1-\frac{\nu-1}{p}}{1+\frac{\nu-1}{q}} \right\} + \\ &\quad + \sum_{\nu=p+1}^{\infty} a_\nu \left(\frac{p}{q}\right)^\nu. \end{aligned}$$

Azonban

$$\begin{aligned} 1 - \frac{1-\frac{1}{p}}{1+\frac{1}{q}} \frac{1-\frac{2}{p}}{1+\frac{2}{q}} \dots \frac{1-\frac{\nu-1}{p}}{1+\frac{\nu-1}{q}} &< \left(1 + \frac{1}{q}\right) \dots \left(1 + \frac{\nu-1}{q}\right) - \\ &- \left(1 - \frac{1}{p}\right) \dots \left(1 - \frac{\nu-1}{p}\right) < e^{\frac{\nu(\nu-1)}{2q}} - 1 + \frac{\nu(\nu-1)}{2p}. \end{aligned}$$

Legyen  $\lambda$  az a legnagyobb pozitív egész szám, a mely nem nagyobb  $\sqrt[2]{2} \cdot p^{\frac{1}{2}}$  és  $\sqrt[2]{2} \cdot q^{\frac{1}{2}}$  közül a kisebbnél; akkor

$$1 - \frac{1-\frac{1}{p}}{1+\frac{1}{q}} \frac{1-\frac{2}{p}}{1+\frac{2}{q}} \dots \frac{1-\frac{\nu-1}{p}}{1+\frac{\nu-1}{q}} < \begin{cases} e^{q^{-\frac{1}{2}}} - 1 + p^{-\frac{1}{2}}, & \text{ha } \nu \leq \lambda \\ 1, & \text{ha } \nu > \lambda. \end{cases}$$

Ezen megbecsülésekből következik, hogy

$$\left| f\left(\frac{p}{q}\right) - f\{p, q\} \right| \leq (e^{q^{-\frac{1}{\lambda}} - 1} + p^{-\frac{1}{\lambda}}) \sum_{\nu=2}^{\infty} |a_{\nu}| \left(\frac{p}{q}\right)^{\nu} + \sum_{\nu=\lambda+1}^{\infty} |a_{\nu}| \left(\frac{p}{q}\right)^{\nu} \quad (1)$$

Az  $f(x) = 0$  egyenlet többszörös gyökei szükségessé fogják tenni az  $f(x)$  deriváltjainak bevonását a számításba. Ha az  $i$ -edik deriváltat

$$f^{(i)}(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n+i)!}{n!} a_{n+1} x^n$$

$$i = 1, 2, 3, \dots$$

megszorozzuk  $(1+x)^k$ -val és e szorzatot  $x$  növekvő hatványai szerint rendezzük, akkor  $x^n$  együtthatója hasonló szerkezetű kifejezés, mint  $C_n^{(k)}$ ; ha bevezetjük a

$$f^{(i)}\{p, q\} = i! a_i + \frac{p}{q} \frac{(i+1)!}{1!} a_{i+1} + \frac{p}{q} \frac{p-1}{q+1} \frac{(i+2)!}{2!} a_{i+2} + \dots$$

$$+ \frac{p}{q} \frac{p-1}{q+1} \dots \frac{1}{p+q-1} \frac{(i+p)!}{p!} a_{i+p}$$

jelölést, akkor  $(1+x)^k f^{(i)}(x)$  hatványsorában  $x^n$  együtthatója, ha  $n \leq k$ , egyenlő  $\binom{k}{n} f^{(i)}\{n, k-n+1\}$ -gyel. Az

$$f^{(i)}\{0, k+1\}, f^{(i)}\{1, k\}, f^{(i)}\{2, k-1\}, \dots, f^{(i)}\{k, 1\} \quad (f_i)$$

sorozat az  $(1+x)^k f^{(i)}(x)$  hatványsorának első  $k+1$  együtthatójától csak pozitív faktorokban különbözik.

A föntihez teljesen analóg számítással kapjuk, hogy

$$\left| f^{(i)}\left(\frac{p}{q}\right) - f^{(i)}\{p, q\} \right| \leq$$

$$\leq (e^{q^{-\frac{1}{\lambda}} - 1} + p^{-\frac{1}{\lambda}}) \sum_{\nu=2}^{\lambda} \frac{(i+\nu)!}{\nu!} |a_{i+\nu}| \left(\frac{p}{q}\right)^{\nu} + \sum_{\nu=\lambda+1}^{\infty} \frac{(i+\nu)!}{\nu!} |a_{i+\nu}| \left(\frac{p}{q}\right)^{\nu} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots$$

a hol  $\lambda$  jelentése ugyanaz, mint az (1) egyenlőtlenségben. Az  $f\{p, q\}$ , illetve  $f^{(i)}\{p, q\}$  értékekről azt fogjuk mondani, hogy

a  $\frac{p}{q}$  helyhez tartoznak és az  $(f)$ , illetve  $(f_i)$  sorozat mindazon tagjairól, a melyek egy  $(\alpha, \beta)$  intervallum valamely belső vagy határhelyéhez tartoznak, azt fogjuk mondani, hogy az  $(f)$ , illetve  $(f_i)$  sorozatnak az  $(\alpha, \beta)$  intervallumhoz tartozó részsorozatát alkotják.<sup>1</sup>

A másik relációval megadjuk az  $(f)$  sorozat két egymásután következő tagjának különbségét:

$$\begin{aligned} f\{p+1, q-1\} - f\{p, q\} &= a_0 + a_1 \frac{p+1}{q-1} + a_2 \cdot \frac{p+1}{q-1} \cdot \frac{p}{q} + \dots + \\ &+ a_p \cdot \frac{p+1}{q-1} \frac{p}{q} \dots \frac{2}{p+q-2} + a_{p+1} \frac{p+1}{q-1} \frac{p}{q} \dots \frac{1}{p+p-1} - \\ &- a_0 - a_1 \frac{p}{q} - a_2 \frac{p}{q} \frac{p-1}{q+1} - \dots - a_p \frac{p}{q} \frac{p-1}{q+1} \dots \frac{2}{p+q-2} \frac{1}{p+q-1} \\ &= \frac{p+q}{q(q-1)} \left\{ a_1 + 2a_2 \frac{p}{q+1} + 3a_3 \frac{p}{q+1} \frac{p-1}{q+2} + \dots + \right. \\ &\left. + (p+1) a_{p+1} \frac{p}{q+1} \frac{p-1}{q+2} \dots \frac{1}{p+q} \right\}. \end{aligned}$$

Vagy a fönt bevezetett jelölést használva:

$$f\{p+1, q-1\} - f\{p, q\} = \frac{p+q}{q(q-1)} f\{p, q+1\}. \quad (3)$$

És hasonló számítással kapjuk, hogy

$$f^{(i)}\{p+1, q-1\} - f^{(i)}\{p, q\} = \frac{p+q}{q(q-1)} f^{(i+1)}\{p, q+1\}. \quad (4)$$

A (3) és (4) identitások ismételt alkalmazásával könnyen igazolhatjuk a következő formulát:

$$\begin{aligned} f\{p, q\} &= f\{p-i, q+i\} + c_1 f'\{p-i, q+i+1\} + \dots + \\ &+ c_i f^{(i)}\{p-i, q+2i\}, \end{aligned} \quad (5)$$

a hol  $c_1, c_2, \dots, c_i$  pozitív számfaktorok és  $i$  egy  $p$ -nél nem nagyobb pozitív egész szám.

<sup>1</sup> Az egész  $(f)$  sorozat a  $(0, k)$  intervallumhoz tartozik.



Hogy ezen relációkat tételünk kimutatására alkalmazhasuk, meg kell vizsgálnunk, hogyan viselkednek  $k$  növekedtével az  $(f)$  sorozat  $(\rho, \sigma)$  intervallumhoz tartozó részsorozatának tagjai, ha  $0 < \rho < \sigma < R$ .

Ha az  $(f)$  sorozat  $n+1$ -edik tagja,  $f\{n, k-n+1\}$  a  $(\rho, \sigma)$  intervallumhoz tartozik, akkor

$$\rho \leq \frac{n}{k-n+1} \leq \sigma,$$

a miből következik, hogy

$$\frac{\rho}{\rho+1} (k+1) \leq n \leq \frac{\sigma}{\sigma+1} (k+1)$$

$$\frac{1}{\sigma+1} (k+1) \leq k-n+1 \leq \frac{1}{\rho+1} (k+1).$$

Tehát az  $(f)$  sorozat mindazon tagjaira nézve, a melyek a  $(\rho, \sigma)$  intervallum pontjaihoz tartoznak, úgy  $p = n$ , mint  $q = k-n+1$  olyan korlátok közt maradnak, a melyek  $k$ -val együtt minden határon túl nőnek. Legyen a  $(\rho, \sigma)$  intervallum egy belső  $(\alpha, \beta)$  intervallumában  $|f(x)|$  alsó határa  $f > 0$ ; akkor  $k$  alkalmas megválasztásával elérhető, hogy

$$\sum_{n=\lambda+1}^{\infty} |a_n| \beta^n < \frac{f}{2}$$

és

$$e^{q^{-\frac{1}{\rho}}} - 1 + p^{q^{-\frac{1}{\rho}}} < \frac{f}{2 \sum_{n=0}^{\infty} |a_n| \beta^n}$$

legyen minden  $(\alpha, \beta)$ -ba eső  $\frac{p}{q}$ -ra nézve; de akkor (1)-ből következik, hogy

$$\left| f\left(\frac{p}{q}\right) - f\{p, q\} \right| < \frac{f}{2 \sum_{n=0}^{\infty} |a_n| \beta^n} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} |a_n| \beta^n + \frac{f}{2} = f,$$

vagyis  $f\{p, q\}$  előjele megegyezik  $f\left(\frac{p}{q}\right)$  előjelével.

Ha tehát a  $(\rho, \sigma)$  intervallum egy belső  $(\alpha, \beta)$  intervallumá-

ban  $f(x)$  előjele állandó, akkor  $k$  választható olyan nagyra, hogy az  $(f)$  sorozat  $(\alpha, \beta)$ -hoz tartozó részsorozatában valamennyi tag ugyanolyan előjelű legyen. Hasonlóképen következik (2)-ből, hogy ha  $f^{(i)}(x)$  az  $(\alpha, \beta)$  intervallumban állandó előjelű, akkor  $k$ -t elég nagyra választva, az  $(f_i)$  sorozatnak  $(\alpha, \beta)$ -hoz tartozó részsorozatában a tagok ugyanolyan előjelűek, mint  $f^{(i)}(x)$  ezen intervallumban.

### III. §.

Ezen relációk felhasználásával tételünket úgy fogjuk bebizonyítani, hogy mindegyik gyököt egy  $4\delta$  szélességű környezettel vesszük körül és kimutatjuk, hogy  $k$ -t elég nagyra választva az  $(f)$  sorozatnak valamelyik gyök környezetéhez tartozó részsorozata éppen annyi jelváltást tartalmaz, mint a gyök multiplicitása, több jelváltás pedig a  $(c)$  sorozatban nem lép föl. Hogy ezen környezeteket kijelölhessük, előre kell bocsjátanunk egy megjegyzést. Minthogy  $f(0) = a_0 \neq 0$ , megadható oly pozitív  $\tau < R$ , hogy

$$\frac{|a_0|}{|a_1|\tau + |a_2|\tau^2 + |a_3|\tau^3 + \dots} = 1$$

legyen. A  $(0, \tau)$  intervallum minden belső  $x$  helyén

$$|f(x)| \geq |a_0| - \{|a_1|x + |a_2|x^2 + \dots\} > |a_0| - \{|a_1|\tau + |a_2|\tau^2 + \dots\} = 0,$$

tehát az  $f(x) = 0$  egyenletnek a  $(0, \tau)$  intervallum belsejében nincs gyöke. Legyen  $\rho = \tau$ , ha  $\tau$  kisebb  $f(x) = 0$  legkisebb gyökénél  $\xi_1$ -nél, és  $\rho < \tau$ , ha  $\tau = \xi_1$  volna.

Legyen már most  $\delta$  egy olyan pozitív egész szám, hogy

a)  $\delta < \rho < \xi_1 - \delta$ ;

b)  $\xi_i + 2\delta < \xi_{i+1} - 2\delta$ ,  $(i=1, 2, \dots, p-1)$ ;

c)  $(\xi_i - 3\delta, \xi_i + 2\delta)$  intervallumban  $f^{(m_i)}(x)$  állandó előjelű legyen;

d)  $\xi_p + 2\delta < r < R - \delta$  legyen.

Iktassunk  $r + \delta$  és  $R$  közé egy  $\sigma$  számot és osszuk fel a  $(0, R)$  intervallumot a következő részintervallumokra:

$$(0, \rho), (\rho, \xi_1 - \delta), (\xi_1 - 2\delta, \xi_1 + 2\delta), (\xi_1 + \delta, \xi_2 - \delta), \dots$$

$$(\xi_i - 2\delta, \xi_i + 2\delta), (\xi_i + \delta, \xi_{i+1} - \delta), \dots,$$

$$(\xi_p - 2\delta, \xi_p + 2\delta), (\xi_p + \delta, \sigma), (\sigma, R).$$

A gyököket körülvevő részintervallumokat elsőfajúknak fogjuk nevezni, a többi másodfajúknak. A bizonyítást a következő lépésekben fogjuk elvégezni; ki fogjuk mutatni, hogy  $k$ -t elég nagyra választva

I. a  $(\Gamma)$  sorozatban a  $k$ -adik tagon túl az összes tagok pozitívak, tehát az összes jelváltás az  $(f)$  sorozat tagjai közt lép föl;

II. az  $(f)$  sorozat azon részsorozata, a mely a  $(\sigma, k)$  intervallumhoz tartozik, csupa pozitív tagot tartalmaz;

III. az  $(f)$  sorozat oly részsorozata, a mely egy másodfajú részintervallumhoz tartozik, nem tartalmaz jelváltást;

IV. egy elsőfajú részintervallumhoz tartozó részsorozat ugyanolyan előjelű taggal végződik, a minővel a következő másodfajú kezdődik, ez ismét olyan előjelű taggal végződik, a minővel a következő elsőfajú kezdődik és így tovább; az  $(f)$  sorozatban fellépő összes jelváltások tehát azok, a melyek az elsőfajú részintervallumokhoz tartozó részsorozatokban fordulnak elő;

V. az  $(f)$  sorozat egy oly részsorozata, a mely egy elsőfajú részintervallumhoz tartozik, éppen annyi jelváltást tartalmaz, mint az illető intervallumban levő gyök multiplicitása.

Evvel ki lesz mutatva, hogy a  $(\Gamma)$  sorozatban fellépő összes jelváltások száma, ha  $k$  elég nagy, valóban

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_p,$$

a mint tételünk állítja.

Válasszuk a  $k$ -t úgy, hogy

$$a) \quad k+1 > N \left( \frac{A}{a_N} + 2 \right), \text{ a hol } A \text{ jelenti az } |a_0|, |a_1|, \dots, |a_{N-1}|$$

számok közül a legnagyobbat;

$$b) \quad k+1 > \frac{(R+1)^2 (N+1)}{\delta} + (R+1)M;$$

c) az  $(f)$ ,  $(f_1)$ ,  $(f_2)$ ,  $\dots$ ,  $(f_{N-1})$  sorozatoknak  $(r, \sigma)$ -hoz tartozó részsorozataiban a tagok mind pozitívak legyenek, mint maguk a függvények;

$$d) \quad \left| f\left(\frac{p}{q}\right) - f\{p, q\} \right| < f a(q, \xi_1 - \delta), (\xi_1 + \delta, \xi_2 - \delta), \dots,$$

$(\xi_p + \delta, \sigma)$  intervallumokban, a hol  $f$  jelenti az  $|f(x)|$  alsó korlátját ezen intervallumokban;

$$e) \left| f^{(i)}\left(\frac{p}{q}\right) - f^{(i)}\{p, q\} \right| < f_i, \text{ a hol } f_i \text{ jelenti } |f^{(i)}(x)| \text{ alsó}$$

korlátját a  $(\xi_i - 3\delta, \xi_i + 2\delta)$  intervallumban és  $i = 1, 2, 3, \dots, \mu$ .

I. A  $(\Gamma)$  sorozatban a  $(k+N)$ -ediket követő tagok mind pozitívok, mivel kifejezésükben az  $f(x)$  hatványsorának már csak pozitív együtthatói szerepelnek pozitív faktorokkal szorozva és egymáshoz adva. A  $(\Gamma)$  sorozat  $(k+1)$ -edik és következő  $N-1$  tagjának kifejezésében még szerepel az  $f(x)$  hatványsorának első  $N$  együtthatója is; ezen tagokat ilyen alakban írhatjuk:

$$C_k^{(k)} = \binom{k}{N} \left\{ \frac{1}{k} \frac{2}{k-1} \cdots \frac{N}{k-N+1} a_0 + \frac{2}{k-1} \cdots \frac{N}{k-N+1} a_1 + \cdots + \right. \\ \left. + \frac{N}{k-N+1} a_{N-1} + a_N + \frac{k-N}{N+1} a_{N+1} + \cdots + \right. \\ \left. + \frac{k-N}{N+1} \frac{k-N-1}{N+2} \cdots \frac{2}{k-1} \cdot \frac{1}{k} a_k \right\}$$

$$C_{k+1}^{(k)} = \binom{k}{N-1} \left\{ \frac{1}{k} \frac{2}{k-1} \cdots \frac{N-1}{k-N+2} a_1 + \right. \\ \left. + \frac{2}{k-1} \cdots \frac{N-1}{k-N+2} a_2 + \cdots + \frac{N-1}{k-N+2} a_{N-1} + \right. \\ \left. + a_N + \frac{k-N+1}{N} a_{N+1} + \cdots + \right. \\ \left. + \frac{k-N+1}{N} \cdots \frac{2}{k-1} \cdot \frac{1}{k} a_{k+1} \right\}$$

.....

$$C_{k-N+1}^{(k)} = \binom{k}{1} \left\{ \frac{1}{k} a_{N-1} + a_N + \frac{k-1}{2} a_{N+1} + \cdots + \right. \\ \left. + \frac{k-1}{2} \frac{k-2}{3} \cdots \frac{2}{k-1} \cdot \frac{1}{k} a_{k+N-1} \right\}.$$

A kapesos zárójelekben álló kifejezések  $a_N$ -ig terjedő része pozitív, mert az  $a_N$ -et megelőző tagok összege abszolút érték-

ben kisebb, mint  $A \frac{N}{k-2N+1}$ ,<sup>1</sup> ez pedig a  $k$ -ra vonatkozó  $a)$  feltétel szerint kisebb  $a_N$ -nél; az  $a_N$ -et követő tagok mind pozitívok az  $f(x)$  hatványsorára vonatkozó feltételünk szerint; a kapcsos zárójelek előtt álló faktorok pozitívok, mivel  $k > N$ ; a mondottak következtében tehát a felírt  $N$  együttható pozitív.

II. Vizsgáljuk meg az  $(f)$  sorozat  $(\sigma, k)$  intervallumhoz tartozó részsorozatát; ha  $f\{n, k-n+1\}$  ezen intervallum egy pontjához tartozik, akkor

$$\sigma \leq \frac{n}{k-n+1} \leq k,$$

vagyis

$$\frac{\sigma}{\sigma+1} (k+1) \leq n \leq k.$$

A  $k$ -ra vonatkozó  $b)$  feltétel szerint választható oly pozitív egész  $i < n$ , hogy

$$\frac{r}{r+1} (k+N+1) \leq n-i \leq \frac{\sigma}{\sigma+1} (k+1)$$

legyen,<sup>2</sup> a miből az

<sup>1</sup> A szóban forgó kifejezések abszolút értéke kisebb, mint

$$\begin{aligned} A \left\{ \left( \frac{N}{k-N+1} \right)^N + \left( \frac{N}{k-N+1} \right)^{N-1} + \dots + \frac{N}{k-N+1} \right\} &= \\ &= A \frac{N(k-N+1)^N - N^{N+1}}{(k-2N+1)(k-N+1)^N} < A \frac{N}{k-2N+1}, \end{aligned}$$

a hol  $A$  jelenti az  $|a_0|, |a_1|, \dots, |a_{N-1}|$  közül a legnagyobbat.

<sup>2</sup> Ugyanis

$$\begin{aligned} k+1 &> \frac{(R+1)^2}{\delta} + \frac{(R+1)^2 N}{\delta} + (R+1) M > \frac{(R+1)^2 + rN}{\delta} \\ &> \frac{(\sigma+1)(rN+r+1)}{\sigma-r} = \frac{\frac{r}{r+1} N + 1}{\frac{\sigma}{\sigma+1} - \frac{r}{r+1}}, \end{aligned}$$

tehát

$$\frac{\sigma}{\sigma+1} (k+1) \geq \frac{r}{r+1} (k+N+1) + 1.$$

$$r \leq \frac{n-i}{k-n+i+N+1} < \frac{n-i}{k-n+i+N} < \dots < \\ < \frac{n-i}{k-n+i+2} < \frac{n-i}{k-n+i+1} \leq \sigma$$

egyenlőtlenségek következnek.

Az így meghatározott  $i$  értékkel írjuk fel az (5) formulát  $f\{n, k-n+1\}$  számára:

$$f\{n, k-n+1\} = f\{n-i, k-n+i+1\} \\ + c, f'\{n-i, k-n+i+2\} + + \\ + c_i f^{(i)}\{n-i, k-n+2i+1\}.$$

Ezen identitás jobboldalán, ha  $i \geq N$ , az  $N, N+1, N+2, \dots$ ,  $i$ -edik tagok pozitívok, hiszen  $f^{(N)}(x), f^{(N+1)}(x), \dots$  hatványsorai-  
ban az együtthatók mind pozitívok; az első  $N$  tag azonban szintén pozitív, mert mint a fönti egyenlőtlenségek mutatják, mind az  $(r, \sigma)$  intervallum pontjaihoz tartoznak, tehát a  $k$ -ra vonatkozó  $c$ ) feltétel szerint mind pozitívok.

III. A másodfajú intervallumok közül a  $(0, \varrho)$ -hoz tartozó részsorozatban nincs jelváltás; ha ugyanis

$$0 \leq \frac{n}{k-n+1} \leq \varrho,$$

akkor

$$|a_0 - f\{n, k-n+1\}| = \left| a_1 \frac{n}{k-n+1} + a_2 \frac{n}{k-n+1} \frac{n-1}{k-n+2} + \dots + \right. \\ \left. + a_n \frac{n}{k-n+1} \frac{n-1}{k-n-2} \dots \frac{1}{k} \right| < |a_1| \varrho + |a_2| \varrho^2 + \dots + |a_n| \varrho^n + \\ + |a_{n+1}| \varrho^{n+1} + \dots = |a_0|.$$

Vagyis  $f\{n, k-n+1\}$  előjele megegyezik az  $a_0 = f(0)$  előjével.

A többi másodfajú intervallum

$$(\varrho, \xi_1 - \delta), (\xi_1 + \delta, \xi_2 - \delta), \dots, (\xi_{p-1} + \delta, \xi_p - \delta), (\xi_p + \delta, \sigma)$$

bármelyikéhez tartozó részsorozatban a  $k$ -ra vonatkozó  $d$ ) feltétel szerint a tagok előjele ugyanaz, mint az illető intervallumban az  $f(x)$  előjele.

IV. Két egymásra következő első- és másodfajú részintervallumnak mindig egy  $\delta$  szélességű közös része van. A  $k$ -ra vonatkozó  $b$ ) feltétel szerint azonban a  $(0, R)$  intervallum minden  $\delta$  szélességű belső részintervallumába esik az  $(f)$  sorozatnak legalább egy tagja; ugyanis az  $(f)$  sorozat két egymásután következő tagjára vonatkozólag

$$\frac{n+1}{k-n} - \frac{n}{k-n+1} = \frac{k+1}{(k-n)(k-n+1)};$$

de

$$\frac{n+1}{k-n} < R,$$

tehát

$$\frac{1}{k-n} < \frac{R+1}{k+1},$$

és így

$$\frac{n+1}{k-n} - \frac{n}{k-n+1} < \frac{R+1}{1 + \frac{k+1}{R+1}} < \frac{(R+1)^2}{k+1} < \delta.^1$$

Ebből következik, hogy a  $(\varrho, \xi_1 - \delta)$ -hoz tartozó részsorozat utolsó tagja egyszersmind tagja a  $(\xi_1 - 2\delta, \xi_1 + 2\delta)$ -hoz tartozóknak; ennek utolsó tagja egyszersmind tagja a  $(\xi_1 + \delta, \xi_2 - \delta)$ -hoz tartozóknak és így tovább; mivel tehát két egymásután következő különböző részsorozatnak mindig van legalább egy közös tagja, két ily részsorozat között jelváltás nem léphet fel.

V. Az eddigiek szerint sehol másutt nem léphet fel jelváltás, mint az elsőfajú részintervallumokhoz tartozó részsorozatokban; legyen az  $(f)$  sorozatnak  $(\xi_i - 2\delta, \xi_i + 2\delta)$ -hez tartozó részsorozata:

$$f\{n, k-n+1\}, f\{n+1, k-n\}, \dots, f\{\nu, k-\nu+1\}. \quad (f_n, \nu)$$

A (3) és (4) relációk szerint az

$$f'\{n, k-n+2\}, f'\{n+1, k-n+1\}, \dots, f'\{\nu-1, k-\nu+3\},$$

<sup>1</sup> Ugyanis

$$k+1 > \frac{(R+1)^2 N+1}{\delta} + (R+1) M > \frac{(R+1)^2}{\delta}.$$





$$\left| f^{(i)}\left(\frac{p}{q}\right) - f^{(i)}\{p, q\} \right| < \xi_i$$

ha

$$\xi_i - 3\delta \leq \frac{p}{q} \leq \xi_i + 2\delta,$$

a szóban forgó  $m_i$ -edik sorozatban minden tag előjele ugyanaz, mint  $f^{(m_i)}(\xi_i)$ -é.

Itt felhasználjuk FEKETE következő lemmáját:<sup>1</sup>

Ha az

$$a_1 - a_0, a_2 - a_1, a_3 - a_2, \dots, a_m - a_{m-1}$$

reális számsorozatban a jelváltások száma  $w$ , akkor az

$$a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$$

sorozatban nem lehet nagyobb, mint  $w+1$ .

Ezen lemmának ismételt alkalmazásával nyerjük, hogy az  $m_i$ -edik sorozatot megelőző sorozatban legfeljebb 1, az azt megelőzőben legfeljebb 2 és így tovább, az elsőben legfeljebb  $(m_i-1)$  és az

$$f\{n, k-n+1\}, f\{n+1, k-n\}, \dots, f\{\nu, k-\nu+1\}$$

sorozatban legfeljebb  $m_i$  jelváltás lehet.

LAGUERRE I. alatt idézett tétele szerint azonban a  $(I')$  sorozatban fellépő jelváltások száma nem lehet kisebb a gyökök számánál,  $M$ -nél. Az összes jelváltások pedig, mint láttuk, az elsőfajú részintervallumokhoz tartozó részsorozatokban lépnek fel; ha tehát az egyikben, pl. a  $(\xi_i - 2\delta, \xi_i + 2\delta)$ -hoz tartozóban a jelváltások száma kevesebb volna  $m_i$ -nél, akkor egy másikban kellene meghaladnia a megfelelő részintervallumban levő gyök multiplicitását, a mi lehetetlen. Tehát mindegyik elsőfajú részintervallumhoz tartozó részsorozatban a jelváltások száma meg egyezik az illető intervallumban levő gyök multiplicitásával.

#### IV. §.

Evvel bebizonyítottuk, hogy ha

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n \quad (a_0 \neq 0)$$

<sup>1</sup> L. c. a) 767. o.; c) 110. o.

az  $R$  sugarú körben konvergens, reális együtthatójú hatványsor, a mely az  $x = R$  helyen divergens és  $(1+x)^k f(x)$  hatványsorának együtthatósorozatában a jelváltások száma véges, akkor megadható egy  $K$  pozitív egész szám, hogy minden  $K$ -nál nagyobb pozitív egész  $k$  értéknél  $(1+x)^k f(x)$  hatványsorában a jelváltások száma megegyezik az  $f(x) = 0$  egyenlet  $(0, R)$  intervallumba eső gyökeinek számával. Legyenek ismét ezen gyökök nagyság szerint rendezve  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p$  és multiplicitásuk rendre  $m_1, m_2, \dots, m_p$ , a hol  $m_1 + m_2 + \dots + m_p = M$ . Ha  $k > K$ , akkor az

$$(1+x)^k f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n^{(k)} x^n$$

együtthatósorozatában a jelváltások száma  $M$ ; legyenek

$$\nu_1^{(k)}, \nu_2^{(k)}, \dots, \nu_M^{(k)}$$

azon együtthatók indexei, a melyek után jelváltás következik. Bizonyításunk megmutatta, hogy ha a  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p$  gyökök körül kellő kis  $4\delta$  szélességű intervallumokat jelölünk ki, akkor a

$$\frac{\nu_1^{(k)}}{k - \nu_1^{(k)} + 1}, \frac{\nu_2^{(k)}}{k - \nu_2^{(k)} + 1}, \dots, \frac{\nu_M^{(k)}}{k - \nu_M^{(k)} + 1}$$

hányadosok közül az első  $m_1$  a  $\xi_1$  körül kijelölt intervallumba esik, a következő  $m_2$  a  $\xi_2$  körül, és így tovább, végül az utolsó  $m_p$  a  $\xi_p$  körül kijelölt intervallumba esik, ha csak  $K = K(\delta) < k$ .

Ha  $\delta$ -t csökkentjük,  $K = K(\delta)$  értéke nő. Válasszunk tehát egy

$$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \dots$$

pozitív és monoton, a 0-hoz konvergáló számsorozatot; vegyük körül a gyököket  $4\delta_1$ , azután  $4\delta_2$ , azután  $4\delta_3, \dots$  szélességű intervallumokkal; akkor a megfelelő  $K(\delta_i)$  értékek monoton nőnek. Kimondhatjuk tehát, hogy a

$$\lim_{k=\infty} \frac{\nu_1^{(k)}}{k - \nu_1^{(k)} + 1}, \lim_{k=\infty} \frac{\nu_2^{(k)}}{k - \nu_2^{(k)} + 1}, \dots, \lim_{k=\infty} \frac{\nu_M^{(k)}}{k - \nu_M^{(k)} + 1}$$

határértékek közül az első  $m_1$  megegyezik  $\xi_1$ -gyel, a következő  $m_2$  megegyezik  $\xi_2$ -vel, . . . , végül az utolsó  $m_p$  megegyezik  $\xi_p$ -vel.

Ha  $f(x)$  hatványsoráról csak annyit teszünk fel, hogy az  $R$  sugarú körben konvergens, reális együtthatójú hatványsor, akkor is állíthatjuk — de a bizonyításba nem bocsájtkozunk —, hogy a

$$\lim_{k=\infty} \frac{\nu_1^{(k)}}{k - \nu_1^{(k)} + 1}, \quad \lim_{k=\infty} \frac{\nu_2^{(k)}}{k - \nu_2^{(k)} + 1}, \quad \lim_{k=\infty} \frac{\nu_3^{(k)}}{k - \nu_3^{(k)} + 1}, \dots$$

sorozatban, a mely végtelen sok tagot is tartalmazhat és a melyben  $\nu_i^{(k)}$  jelentése ugyanaz, mint fönnt volt, az első tagok megadják az  $f(x) = 0$  egyenlet gyökeit, mindegyiket annyiszor, a hány-szoros gyöke az egyenletnek.

## A FELSZÍN-MÉRÉS ELMÉLETÉHEZ.

GEÖCZE ZOÁRD-tól.

Vigyünk, folytonos alakváltozásoknak alávetve, egy derékszögű négyszöget oly véghelyzetbe, a melyben a négyszög bármely két különböző pontjának a megfelelői különbözők.

A véghelyzetet nyilván felületnek tekintjük s a síklapú felületekkel való összehasonlítás révén bizonyos nagyságot, területet tulajdonítunk neki.

Bármilyen határozatlan is ezen összehasonlítás, a területet létező dolognak tekintjük.

Vagyis az ily felület területe positiv.

Ezen tény szigorú leírása és bizonyítása a tárgya e soroknak. Evégből először is definiálom a felületet s az *igazi* felületet, aztán definiálom a felület területét. Közlök egy elégséges feltételt a terület positiv voltára és végül kimutatom, hogy az igazi felület ezen elégséges feltételnek eleget tesz.

*A felület definitiója.* Legyen  $x, y, z$  egy derékszögű pont-coordinata-rendszer. Legyen  $P$  egy derékszögű négyszög összes belső és kerületi pontjaiból álló idom. Az  $A$  pont a  $P$ -ben változván, legyenek

$$\varphi(A), \psi(A), x(A)$$

az  $A$  pont helyzetének egyértékű, határolt és folytonos függvényei.

Mindama pontok halmazából álló idomot, a mely pontok  $x, y, z$  coordinátái sorban  $\varphi, \psi, x$ -vel egyenlők, felületnek nevezzünk.

*Igazi felület.* A felületet igazi felületnek nevezzük, ha

$$|\varphi(A) - \varphi(B)| + |\psi(A) - \psi(B)| + |x(A) - x(B)|$$

csak akkor zérus, ha  $A$  és  $B$  ( $A$  és  $B$  a  $P$  pontjai) egybeesők.

Vagy másképp: A felület igazi, ha a felület akármely pontjához is csak egy oly pont van a  $P$ -ben, a melyre a  $\varphi, \psi, x$  a felület ama pontjának  $x, y, z$  coordinátáival rendre egyenlők.

*A terület.* Legyen  $\delta > 0$ . Legyenek

$$\varphi^{(1)}, \psi^{(1)}, x^{(1)}$$

a  $\varphi$ -hez hasonló (azaz a  $P$ -ben definiált egyértékű határolt és folytonos) függvények, a melyekre

$$|\varphi - \varphi^{(1)}| + |\psi - \psi^{(1)}| + |x - x^{(1)}| < \delta$$

áll.

Bontsuk fel a  $P$ -t végezzámú oly háromszögre, a melyek oldalai  $\delta$ -nál kisebbek. E háromszögek közt szükségkép vannak olyanok, a melyeknek közös pontja van. A felbontás még olyan legyen, hogy két háromszögnek vagy csak egy közös csúcsa, vagy csak egy közös oldala lehessen.

Legyen a  $P$  háromszögeinek egyike  $ABC$ .

Tekintsük azon háromszöget, a mely csúcsainak  $x, y, z$  coordinátái rendre a következők:

$$\begin{array}{llll} \text{az egyik csúcséi} & \dots & \dots & \varphi^{(1)}(A), \psi^{(1)}(A), x^{(1)}(A), \\ \text{egy másik csúcséi} & \dots & \dots & \varphi^{(1)}(B), \psi^{(1)}(B), x^{(1)}(B), \\ \text{a harmadikéi} & \dots & \dots & \varphi^{(1)}(C), \psi^{(1)}(C), x^{(1)}(C). \end{array}$$

Az összes (a  $P$ -t kitevő)  $ABC$ -féle háromszögekhez képezzük ezen utóbbi fajta háromszöget. Adjuk össze területeiket. Legyen ez összeg  $t$ . Ismeretes, hogy a  $\delta$ -hoz az  $ABC$ -féle háromszögek s a  $\varphi^{(1)}, \psi^{(1)}, x^{(1)}$  függvények választhatók úgy, hogy

$$\lim_{\delta=0} t$$

nemcsak határozott, de egyúttal a legkisebb is a határozott  $\lim_{\delta=0} t$  értékek között. Legyen e legkisebb érték jele  $T$ . Mivel

$$t \geq 0, T \geq 0.$$

Ezen  $T$  értéket nevezzük a felület területének.

Ezek után áttérünk a  $T > 0$  elégséges feltételének kijelentésére, evégből azonban egynémely síkgeometriai előzményre van szükségünk.

### Síkgeometriai előzmények.

Minden előfordulandó idom tehát egy és ugyanazon síkban lesz. Idomaink még, ha csak az ellenkezőt nem mondjuk ki, határoltak is lesznek, azaz egy-egy véges átmérőjű körbe zárhatók.

*Lánczok.* Legyen  $A$  és  $B$  két pont. Legyenek  $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n$  tetszőleges, de végesszámú pontok. Az

$$\overline{AC_1}, \overline{C_1C_2}, \dots, \overline{C_iC_{i+1}}, \dots, \overline{C_{n-1}C_n}, \overline{C_nB}$$

egyenes vonaldarabokból álló idomot az  $A$  és  $B$  pontokat összekötő *láncznak* nevezzük.

$A$  és  $B$  a láncz végei,  $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n$  a csúcsai, az említett távolságok a szemei.

A láncznak  $A$  és  $B$ -től különböző pontjai a láncz közbülső pontjai.

Ismeretes, hogy mit értünk azalatt, hogy a lánczot  $A$ -tól  $B$  felé befutjuk.

Ha az  $A$  és a  $B$  nem egybeeső és ha a láncz fenti befutásakor az  $A$  és  $B$  pontokat nem találjuk újból s a sík egy-egy pontján át legfeljebb csak egyszer megyünk, a lánczot *egyszerűnek* nevezzük.

*Homlokzat.* Legyen  $Q$  és  $S$  két idom, a melyeknek közös pontja nincs s a melyek egyesítése a sík minden pontját tartalmazza (így tehát ezen idomoknak legalább egyike nem határolt).

Van legalább egy oly pont, a melynek akármily kis közelségében is úgy a  $Q$ -nak, mint az  $S$ -nek van legalább egy pontja.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Részletesen. Van oly  $A$  pont, hogy akármily  $\delta > 0$ -hoz van a  $Q$ -nak egy  $B$  s az  $S$ -nek egy  $C$  pontja, úgy hogy

$$\overline{AB} < \delta, \overline{AC} < \delta,$$

megjegyezve, hogy  $\overline{AB}$ ,  $\overline{AC}$  egyike zérus is lehet.

Az ily pontok összességéből álló idomot a  $Q$ , illetve az  $S$  *homlokzatának* nevezzük.

A homlokzat zárt idom, azaz határpontjait is tartalmazza. Egy pontot egy idom határpontjának nevezünk, ha a pont akár-mily kis környezetében (körben, a melynek közepe a pont s a melynek sugara tetszőleges kicsiny) is végtelen sok (egymás-tól különböző) pontja van az idomnak. A határpont nem szükségkép való az idomhoz. Ha  $Q$  és  $S$  mindketteje végtelen sok pontból áll, akkor homlokzatuk is végtelen sok pontból áll.

A határolt idom homlokzata is határolt idom.

*Egyszerű tartomány.* Egy (határolt) idomról akkor mondjuk, hogy egyszerű tartomány —  $\omega$  —, ha a következő három tulaj-donságot mutatja.

Először. Ha  $A$  az  $\omega$ -pontja, akkor az  $A$ -nak egy környezete is a  $\omega$ -hoz való.

Másodszor. Az  $\omega$  akármely két pontja oly lánczczal köt-hető össze, mely az  $\omega$ -ba esik.

Legyen  $f$  az  $\omega$  homlokzata (az első tulajdonság alapján  $f$  egy pontja sem pontja az  $\omega$ -nak és  $f$  végtelen sok pontból áll; továbbá  $f$  határolt). Zárjuk be  $\omega+f$ -et (az  $\omega$  és az  $f$  egyesítését) egy körbe.

A harmadik tulajdonság az, hogy az  $f$  akármely pontjának akármely közelében is van olyan az  $\omega+f$ -hez nem való pont, a melyből a kör kerületéhez oly láncz vonható, a mely az  $\omega+f$ -et nem találja.<sup>1</sup>

*Az  $\omega$ -val összefüggő pontok.* Az  $f$  akármely pontjának akármely közelében is van az  $f$ -nek oly pontja, a melyből az  $\omega$  akármely pontjához oly láncz vonható, a melynek csak az  $f$ -en fekvő kiindulás-pontja nem pontja az  $\omega$ -nak.

Az ily pontról azt mondjuk, hogy összefügg az  $\omega$ -val.

---

<sup>1</sup> Innen következik, hogyha egy közönséges szokszög kerülete az  $\omega$ -ba esik, a sokszög is az  $\omega$ -ba esik.

Megjegyezzük még, hogy  $f$  egy *continuum*. Egy idom *continuum*, ha zárt és *lánczolat*os. Lánczolatossnak az oly idomot nevezük, a melynél akármely  $\delta > 0$ -hoz is van az idom bármely két pontját összekötő  $\delta$ -nál kisebb szemekkel bíró, esúcsaival az idomba eső láncz.

Jelölje  $I$  az  $\omega$ -val összefüggő pontok halmazát.<sup>1</sup>

Az  $I$  *circularis rendezése*. Legyenek  $C_1, C_2, C_3$  az  $I$  pontjai. Legyen  $O$  az  $\omega$  egy tetszőleges pontja. Legyenek  $K_1, K_2, K_3$  a  $C_1, C_2, C_3$ -ból az  $O$ -ig menő oly lánczok, a melyeknek csak a  $(C_1, C_2, C_3)$  kiindulási pontjai nem pontjai az  $\omega$ -nak és a melyek közül bármely kettőnek csak az  $O$  pontja közös.

Legyen  $k$  egy oly kör kerülete, a melynek a közepe az  $O$  és a mely az  $\omega$ -ba esik.

Fussuk be  $K_1, K_2, K_3$ -at  $C_1, C_2, C_3$ -tól  $O$  felé. Legyenek  $C'_1, C'_2, C'_3$  a  $k$ -nak első pontjai e befutásoknál.

Megállapodunk abban, hogy a sík minden tekintetbe jövő körének a kerületét egy és ugyanazon irányban futjuk be (a mennyiben e kerületek befutandók).

A  $C'_1, C'_2, C'_3$  circularis sorrendje (a  $k$  befutásánál) csakis a  $C_1, C_2, C_3$ -tól függ.

Ha e sorrend például  $C'_2, C'_1, C'_3$ , akkor a  $C_2, C_1, C_3$  circularis sorrendet definiáljuk a  $C'_1, C'_2, C'_3$  circularis sorrendje gyanánt. Így  $I$  circularisan rendezhető.

Az  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  *idomok*. Osszuk szét az  $I$  pontjait négy  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  idomba úgy, hogy az  $I$  egy-egy pontja ezen idomoknak csak egyikébe essék és ha  $A, B, C, D$  az  $\alpha$ , ill.  $\beta, \gamma, \delta$  egy-egy tetszőleges pontja, akkor e pontok sorrendje  $A, C, B, D$  legyen — vagy átvitt értelemben az  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  (circularis) sorrendje  $\alpha, \gamma, \beta, \delta$  legyen.<sup>2</sup>

#### A $T > 0$ elégséges feltétele.

Jelölje  $\Phi$  a  $\varphi, \psi, x$  függvények egyikét,  $\Psi$  egy másikat.  $\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2$  oly állandókat jelentsenek, a melyekre

$$|(\xi_2 - \xi_1) \cdot (\eta_2 - \eta_1)| > 0$$

áll.

Ha a  $P$  négyszög egy oly  $\omega$ -t tartalmaz, a melyhez az  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  idomok úgy választhatók, hogy az  $\alpha$  pontjaira  $\Phi = \xi_1$ ,

<sup>1</sup>  $I$  végtelen sok pontból áll, lánczolatlos és a homlokzata  $f$ .

<sup>2</sup>  $\alpha, (\beta, \gamma, \delta)$  lánczolatlos. Ha  $\alpha, (\beta, \gamma, \delta)$  több pontból áll, akkor végtelen sok pontból áll.



a  $\beta$  pontjaira  $\Phi = \xi_2$ , a  $\gamma$  pontjaira  $\Psi = \eta_1$ , a  $\delta$  pontjaira  $\Psi = \eta_2$ , akkor

$$T \geq |(\xi_2 - \xi_1) \cdot (\eta_2 - \eta_1)|.^1$$

Az említett feltétel egy ily  $\omega$ -nak a létezése.

Ezek után kimutatjuk, hogy az igazi felület e feltételnek eleget tesz, de előbb néhány segédtelet kell közölnünk; e segédtételek bizonyítását mellőzöm.

### Segédtételek és a bizonyítás.

*Első segédtelet.* Legyen  $Q$  egy egyszerűen zárt sokszög belső pontjaiból álló idom. Legyenek  $d$  és  $e$  a  $Q$  kerületének oly oldalai, a melyeknek közös pontjuk nincs. A sokszög kerületéből  $d$  és  $e$  belső pontjainak az elvétele után tehát két egyszerű láncz marad. Legyen  $K_1$  az egyik,  $K_2$  a másik láncz összes közbülső pontjaiból álló idom.

Legyen  $F$  egy oly zárt idom, a melynek nincs sem a  $K_1$ -en, sem a  $K_2$ -n pontja és a melyet minden oly láncz, a melynek egyik vége a  $K_1$ -en, másik vége a  $K_2$ -n van s a melynek közbülső pontjai a  $Q$  pontjait metszik.<sup>2</sup>

Legyen  $\lambda$  azon idom, mely áll a  $Q$  mindama pontjaiból, a melyek a  $K_2$ -vel oly lánczokkal köthetők össze, melyeknek csak a  $K_2$ -n fekvő vége nem a  $Q$  pontja s a melyeknek az  $F$ -fel nincs közös pontjuk.

A  $\lambda$  bármely két pontja nyilván a  $\lambda$ -ba eső lánczokkal köthető össze.

$K_1$ -nek nyilván egy pontja sem való sem  $\lambda$ -hoz, sem a  $\lambda$  homlokzatához.

Legyen  $\mu$  azon idom, a mely áll a  $Q$  mindama pontjaiból, a melyek a  $K_1$ -gyel oly lánczokkal köthetők össze, a melyeknek csak a  $K_1$ -en fekvő vége nem pontja a  $Q$ -nak s a melyeknek a  $\lambda$  homlokzatával nincs közös pontjuk.

<sup>1</sup> V. ö. Contribution à la quadrature des surfaces courbes. C. R. 1911. Rech. gén. sur la quadr. des surf. courbes. Premier mémoire. Math. u. nat. Ber. aus Ungarn. 1911.

<sup>2</sup> Mellékesen megjegyezzük, hogy így  $F$ -nek van legalább egy pontja úgy a  $d$ -n, mint az  $e$ -n.

$K_2$ -nek nyilván egy pontja sem való sem  $\mu$ -höz, sem a  $\mu$  homlokzatához.

Legyen  $\nu$  azon idom, a mely áll a  $Q$  mindama pontjaiból, a melyek a  $K_2$ -vel oly lánczokkal köthetők össze, a melyeknek csak a  $K_2$ -n fekvő vége nem pontjuk a  $Q$ -nak s a melyeknek a  $\mu$  homlokzatával nincs közös pontjuk.  $\nu$  a  $Q$  pontjaiból áll és tartalmazza  $\lambda$ -t.  $\nu$  egy egyszerű tartomány. Legyen  $G$  a  $\nu$  homlokzatának a  $Q$ -ba eső része.  $G$  a  $\lambda$  homlokzatán van.  $G$  az  $F$  végtelen sok pontjából áll. A  $G$  azon része, a mely egy a  $Q$ -ba eső kör belső és kerületi pontjára esik, zárt.<sup>1</sup>  $G$ -nek végtelen sok a  $\nu$ -vel összefüggő pontja van.

*Második segédletel.* Legyenek  $C_1$  és  $C_2$  az  $I$  (l. sík geometriai előzmények) pontjai. Kössük össze a  $C_1$  és  $C_2$  pontokat egy oly egyszerű lánczozal, a melynek közbülső pontjai az  $\omega$  pontjai. Legyen  $K$  az ezen láncz összes közbülső pontjaiból álló idom.

Legyen  $A$  az  $\omega$ -nak egy nem a  $K$ -ra eső pontja. Legyen  $\omega_1$  az  $\omega$  mindama pontjaiból álló idom, a melyek  $A$ -val olyan az  $\omega$ -ba eső lánczokkal köthetők össze, a melyeknek a  $K$ -val nincs közös pontjuk.

Az  $\omega$ -nak vannak  $\omega_1 + K$ -n kívüli pontjai is. Legyen  $\omega_2$  az összes utóbbi pontokból álló idom.

$\omega_1$  és  $\omega_2$  egyszerű tartományok. A  $K$  pontjai úgy  $\omega_1$ , mint  $\omega_2$ -vel összefüggnek.

Az  $\omega_1$  és  $\omega_2$ -nek vannak nem a  $K$ -hoz való, velük összefüggő pontjaik. Legyenek e pontok halmazai  $I_1$ , illetve  $I_2$ .

Mellékesen megjegyezzük, hogy e pontok az  $I$  pontjai.  $I_1$  és  $I_2$ -nek csakis  $C_1$  és  $C_2$  lehetnek a közös pontjaik és

$$I = I_1 + I_2 + C_1 + C_2.$$

*Ha  $\omega$  az első segédletel  $\nu$  tartománya és  $C_1$  és  $C_2$  a  $G$  pontjai, akkor az  $I_1$ ,  $I_2$  idomok egyike a  $G$  (s így az  $F$ ) pontjaiból áll, míg a másik a  $K_2$ -t tartalmazza. Jelöljük  $I_1$ -gyel a  $G$  pontjaiból állót.*

*Harmadik segédletel.* Mint ismeretes, két idomról akkor mondjuk, hogy egymástól elválasztottak, ha az egyik idom akár-

<sup>1</sup> Mellékesen:  $G$  lánczolatossá és van a  $d$  és az  $e$ -n határpontja.

mely pontjának a másik idom akármely pontjától vett távolsága nagyobb egy állandó nem zérus távolságnál.

Legyenek az  $\omega$ -hoz tartozó  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  idomok olyanok, hogy  $\alpha$  és  $\beta$ ,  $\gamma$  és  $\delta$  egymástól elválasztott.

Az ily  $\omega$ -t egy oly *négyoldalú tartomány*nak nevezzük, a melynek oldalai  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ . —  $\alpha$  és  $\beta$ ,  $\gamma$  és  $\delta$  egymással szemben fekvő oldalaknak neveztetnek.

Legyen  $\varepsilon$  egy oly zárt idom, a mely az  $\alpha$ -tól is, a  $\beta$ -tól is el van választva és a melyet minden oly láncz, a mely az  $\alpha$  egy pontját a  $\beta$  egy pontjával összeköti, metsz.

Legyen  $\varrho$  azon idom, a mely áll az  $\omega$  mindama pontjaiból, a melyek az  $\alpha$ -val oly lánczokkal köthetők össze, a melyeknek csak az  $\alpha$ -n fekvő vége nem pontja az  $\omega$ -nak s a melyeknek az  $\varepsilon$ -nal nincs közös pontjuk.

$\beta$  nyilván elválasztott a  $\varrho$ -tól s a  $\varrho$  homlokzatától. Legyen  $\sigma$  azon idom, a mely az  $\omega$  mindama pontjaiból áll, a melyek  $\beta$ -val oly lánczokkal köthetők össze, a melyeknek csak a  $\beta$ -n fekvő vége nem pontja az  $\omega$ -nak s a melyeknek a  $\varrho$  homlokzatával nincs közös pontjuk.

$\sigma$  egy *négyoldalú tartomány*. Egyik oldala  $\beta$  lehet. A  $\beta$ -val szemben fekvő oldala az  $\omega$  ama (a  $\sigma$ -val összefüggő) pontjaiból állhat, a melyek az  $\varepsilon$  pontjai. Legyen ezen oldal  $\varepsilon'$ .

Igy a másik két oldal meghatározott. Egyikük a  $\gamma$ , másikuk a  $\delta$  pontjaiból áll. Legyen  $\gamma'$  a  $\gamma$ ,  $\delta'$  a  $\delta$  pontjaiból álló oldal.  $\beta$ ,  $\varepsilon'$ ,  $\gamma'$ ,  $\delta'$  sorrendje  $\varepsilon'$ ,  $\gamma'$ ,  $\beta'$ ,  $\delta'$ .

*Jelzések.* Az  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  oldalakkal biró  $\omega$  jelei

$$[\alpha, \gamma, \beta, \delta], [\gamma, \beta, \delta, \alpha], [\beta, \delta, \alpha, \gamma], [\delta, \alpha, \gamma, \beta]$$

lesznek,

$$\{(a, \varepsilon), \gamma, \beta, \delta\}$$

jelentse azt, hogy  $\varepsilon$  zárt és az  $\alpha$  és  $\beta$ -hez a fent leirt viszonyban van s ugyancsak e jel jelentse a  $\sigma$ -t, azaz a

$$[\varepsilon', \gamma', \beta, \delta']$$

négyoldalú tartományt.

Továbbá, ha  $H$  akármilyen idom,  $p(H)$  oly idomot jelentsen, mely a  $H$  pontjaiból áll.

A  $\sigma$  jele például

$$[p(\varepsilon), p(\gamma), \beta, p(\delta)]$$

lehet.

Továbbá  $p(p(H))$  jele  $p(H)$  lehet.

*Negyedik segédétel.* Legyen  $\Phi$  a  $\varphi, \psi, x$  függvények egyike.

Legyenek  $U$  és  $V$  a  $\Phi$  függvény értékészletéből vett (értékek vagy) értékhalmozatok.

Jelöljék  $\bar{U}, \bar{V}$  a  $P$  mindama pontjaiból álló idomot, a melyekre  $\Phi$  értéke  $U$ , illetve  $V$ .

Legyen  $u$  az  $U$  halmaz felső határa és legyen  $v$  a  $V$  halmaz alsó határa.

*Ha  $u < v$ , akkor  $\bar{U}$  és  $\bar{V}$  egymástól elválasztott.*

*Akármilyen érték is az  $u$  és  $v$  közé eső  $r$ : akármilyen oly láncz, a mely az  $U$  egy pontját a  $\bar{V}$  egy pontjával a  $P$ -ben összeköti, metszi azon idomot, a mely áll mindama pontokból, a melyekre  $\Phi = r$ .*

*Ezek után áttérhetünk annak a kimutatására, hogy az igazi felület a kijelentett elégséges feltételnek elegend tesz.*

Egyszer s mindenkorra megjegyezzük, hogy minden előfordulandó idom (és pont) a  $P$ -be esik.

Felületünk tehát igazi felület. Az igazi felület definitiójából következik, hogy a  $\varphi, \psi, x$  függvényeknek legalább egyike nem constans az egész  $P$ -ben.<sup>1</sup>

Tegyük fel, hogy  $\varphi$  variabilis.

Legyen  $\xi_1$  egy a  $\varphi$  abszolút minimuma és maximuma közé eső érték.

Legyen  $A$  a  $P$  oly belső pontja, a melyre  $\varphi(A) > \xi_1$ , (könnyű kimutatni, hogy ily pont létezik).

Legyen  $\tau$  mindama pontokból álló idom, a melyek a  $P$  belsejébe esnek s az  $A$ -val oly lánczokkal köthetők össze, a melyek pontjaira  $\varphi > \xi_1$ .

Legyen  $F$  a  $\tau$  homlokzata.  $\varphi$  folytonosságából s a  $\tau$  definitiójából következtethető, hogy az  $F$  pontjaira  $\varphi \geq \xi_1$ . Továbbá az  $F$ -nek vannak a  $P$  belsején pontjai, e pontokra  $\varphi = \xi_1$ .

<sup>1</sup> Sőt ki lehetne mutatni, hogy e három függvény közt mindig van kettő, a mely nem constans az egész  $P$ -ben.

A  $\tau$  definitiója alapján a  $\tau$  bármily két pontja a  $\tau$ -ba eső lánczsal összeköthető.

Legyen  $B$  oly pont, a melyre  $\varphi(B) < \xi_1$ .  $B$  tehát nem való a  $\tau + F$ -hez. Vonjunk a  $B$ -ből az  $A$ -ig két oly egyszerű lánczot, a melyeknek csak (az  $A$  és  $B$ ) végeik közösek s a melyek (esetleg a  $B$  kivételével) a  $P$  belsejébe esnek.

Fussuk be e lánczokat  $B$ -től  $A$  felé. E befutásoknál lesz egy-egy  $D$ ,  $E$  először talált pontja az  $F$ -nek.<sup>1</sup>

Tartsuk meg e lánczoknak azon részeit, a melyek  $B$ -től  $D$ , illetve  $E$ -ig mennek. Ezen idom egy ( $D$ ,  $E$  végekkel bíró, a  $B$ -t tartalmazó) egyszerű láncz. Legyen  $K_1$  az ezen láncz összes közbülső pontjaiból álló idom.

Nyilvánvaló, hogy a ha  $D_1$ ,  $E_1$  pontok nem pontjai a  $K_1$ -nek, akkor, hacsak  $\overline{DD_1}$ ,  $\overline{EE_1}$  elég kicsik, a  $\overline{DD_1}$ ,  $\overline{EE_1}$ ,  $K_1$  három idom bármely kettőjének sincs közös pontja.

$K_1$  a  $\tau + F$ -en kívül esik.  $D$  és  $E$  az  $F$  pontjai és  $F$  a  $\tau$  homlokzata. Így tehát ha  $D_1$  és  $E_1$  a  $\tau$  kellően választott pontjai

$$\overline{D_1D} + K_1 + \overline{EE_1}$$

egy oly egyszerű láncz, a melynek a végei  $D_1$  és  $E_1$ .

$D_1$  és  $E_1$  a  $\tau$  pontjai lévén, kössük össze őket egy a  $\tau$ -ba eső egyszerű lánczsal.

Fussuk be e lánczot  $D_1$ -től  $E_1$  felé; legyen  $D_2$  a láncz utolsó pontja  $\overline{DD_1}$ -en,  $E_2$  a láncz első pontja az  $\overline{EE_1}$ -en. Legyen  $K_2$  a a láncznak  $D_2$  és  $E_2$  közé eső pontjaiból álló része. Jelöljük  $\overline{DD_2}$ -t  $d$ -vel,  $\overline{EE_2}$ -t  $e$ -vel,

$$d + K_2 + e + K_1$$

<sup>1</sup> Tekintsük e lánczok egyikét. A lánczon vannak  $F$ -nek pontjai. Fussuk be ugyanis a lánczot  $A$ -tól  $B$  felé.  $\varphi(A) > \xi_1 > \varphi(B)$  és  $\varphi$  a lánczon folytonosan változik. Lesz tehát egy pont a lánczon, a melyig  $\varphi > \xi_1$ , de a melyre  $\varphi = \xi_1$ , így e pont az  $F$  pontja. Továbbá  $F$ -nek és a láncznak közös pontjai egy zárt idomot képeznek. Mert  $F$  mint homlokzat zárt, a láncz is zárt és két zárt idom közös pontjaiból álló idom, mint ismeretes, zárt.

Ha tehát a lánczot  $B$ -től  $A$  felé befutjuk, lesz rajta egy első pont, a melyig  $F$ -nek pontja nincs, de a melyen túlmenve már  $F$ -nek is volt pontja,  $F$ -nek a lánczon fekvő része zárt s így e pont az  $F$  első pontja.

nyilván egy egyszerűen zárt sokszög kerülete. Legyen  $Q$  e sokszög belső pontjából álló idom,  $Q$  nyilván a  $P$  belső pontjából áll.

Az itt leírt  $Q$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $F$  sajátságai ugyanazok, mint az első segédtétel azonos jelzésű idomaiéi.

Szerkesszük tehát ezen  $Q$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $F$  idomokhoz a  $\lambda$ ,  $\nu$ ,  $G$  idomokat.

A  $G$  pontjaira  $\varphi = \xi_1$ . Ugyanis  $G$  a  $Q$ -ba s így a  $P$  belsejébe esik s  $G$  pontjai az  $F$  pontjai és a fentiek szerint az  $F$ -nek a  $P$  belsejébe eső pontjaira  $\varphi = \xi_1$ .

Felületünk igazi felület s így a  $G$  pontjaira  $\psi$ ,  $x$  mindketteje constans nem lehet.<sup>1</sup>

Tegyük fel, hogy  $\psi$  nem constans a  $G$  pontjaira.

Található tehát a  $G$ -nek két  $L$  és  $M$  pontja, úgy, hogy

$$\psi(L) - \psi(M) = h > 0.$$

$\psi$  folytonossága miatt van egy  $\theta > 0$ , úgy hogy ha  $U$  és  $V$  két oly pont, a melyre csak  $\overline{UV} < \theta$  áll

$$|\psi(U) - \psi(V)| < \frac{h}{8}.$$

Vegyünk fel egy  $L$  s egy  $M$  közepű, a  $Q$ -ba eső kört, a melyeknek a sugarai kisebbek  $\theta$ -nál. E köröknek így közös pontjuk nem lehet.

A  $L$  közepű körben vegyük fel a  $\lambda$ -nak egy  $L_1$ , az  $M$  közepűben a  $\lambda$ -nak egy  $M_1$  pontját (ez lehetséges, mert  $L$  és  $M$  a  $\lambda$  homlokzatán vannak).

Fussuk be  $\overline{L_1 L}$ -et  $L_1$ -től  $L$  felé. Mivel  $L_1$  a  $\lambda$  és  $L$  a  $G$  pontja s (l. második s. tét.) a  $G$ -nek az  $L$  közepű körbe eső része zárt, lesz a  $G$ -nek egy első pontja e befutásnál. Legyen e pont  $C_1$ .

Fussuk be az  $\overline{M_1 M}$ -et  $M_1$ -től  $M$  felé; legyen hasonlóképp  $C_2$  az első pontja a  $G$ -nek az  $\overline{M_1 M}$ -en.

<sup>1</sup> Mert, ha  $G$  pontjaira  $\psi$  is,  $x$  is constans volna, a  $G$ -nek két  $L$ ,  $M$  különböző pontjára

$$|\varphi(L) - \varphi(M)| + |\psi(L) - \psi(M)| + |x(L) - x(M)| = 0$$

lenne, de ez lehetetlen, mert a felület igazi felület.

$L_1$  és  $M_1$  a  $\lambda$  pontjai. Kössük össze tehát őket egy a  $\lambda$ -ba eső egyszerű lánczszal (l. második s. tét.).

Fussuk be a lánczot  $L_1$ -től  $M_1$  felé. Legyen  $L_2$  az utolsó pontja a  $\overline{C_1 L_1}$ -en,  $M_2$  az első pontja az  $\overline{M_1 C_2}$ -n.

Legyen  $N$  a láncznak  $L_2$  és  $M_2$  közé eső része, az  $L_2$  és  $M_2$  is az  $N$ -hez tartozónak tekintve.

$$\overline{C_1 L_2} + N + \overline{M_2 C_2}$$

tehát egyszerű láncz, a melynek  $C_1$  és  $C_2$  a vége. Legyen  $K$  az ezen láncz közbülső pontjaiból álló idom.

Nyilvánvaló, hogy  $K$  a  $\nu$ -be esik ( $N$   $\lambda$ -ban van és  $\lambda$ ,  $\overline{C_1 L_2}$ ,  $\overline{M_2 C_2}$  a  $\nu$ -ben vannak) és hogy  $C_1$  és  $C_2$  a  $\nu$ -vel összefüggő pontok.

$\nu$ ,  $K$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  nyilván mutatják a második segédétel azonos jelzésű idomainak a tulajdonságait.

Szerkesztessék tehát a második segédétel  $\omega_1$  idoma. Ezen  $\omega_1$  a megállapított jelzések szerint egy

$$[N, \nu (\overline{C_1 L_2}), L_1, \nu (\overline{C_2 M_2})].$$

Jelölje  $\xi'_1$  ama pontok halmazát, a melyekre  $\varphi = \xi_1$ .

Igy tehát  $\omega_1$  egy

$$[N, \nu (\overline{C_1 L_2}), \nu (\xi'_1), \nu (\overline{C_2 M_2})].$$

$N$  a  $\lambda$ -ban van és zárt idom. Igy pontjaira a  $\varphi$  értékeinek alsó határa  $> \xi_1$ .

Legyen  $\xi_2$  oly érték, a mely ezen alsó határ és  $\xi_1$  közé esik.

Jelölje  $\xi'_2$  mindama pontok halmazát, a melyekre  $\varphi = \xi_2$ .

Legyen  $\eta_1$  oly érték, a melyre

$$\varphi(M) + \frac{h}{8} < \eta_1 < \varphi(M) + \frac{2h}{8}$$

áll.

Jelölje  $\eta'_1$  ama pontok halmazát, a melyekre  $\varphi = \eta_1$ .

Legyen  $\eta_2$  oly érték, a melyre

$$\varphi(L) - \frac{2h}{8} < \eta_2 < \varphi(L) - \frac{h}{8}$$

áll.

Jelölje  $\eta'_2$  mindama pontok halmazát, a melyekre  $\varphi = \eta_2$ .

Nyilvánvaló, hogy

$$(\xi_2 - \xi_1) \cdot (\eta_2 - \eta_1) > 0.$$

Induljunk ki a nyert

$$[N, p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1), p(\overline{C_2 M_2})]$$

négyszögletes tartományból.

A harmadik segéd-tételt és jelzéseit alkalmazzuk úgy, a mint azt a következő táblázat mutatja, azzal a megjegyzéssel, hogy a negyedik segéd-tétel alapján az  $N, \overline{C_1 L_2}, \overline{C_2 M_2}, \xi'_1, \xi'_2, \eta'_1, \eta'_2$  felvételi módjának tekintetbevételével minden egyes lépés kivihetőségéről könnyen meggyőződhetünk.

$$\begin{aligned} & [N, p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1), p(\overline{C_2 M_2})], \text{ (alapidom)}, \\ & \{N, \xi'_2, p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1), p(\overline{C_2 M_2})\} \text{ (szerkesztés)}, \\ & [p(\xi'_1), p(p(\overline{C_1 L_2})), p(\xi'_1), p(p(\overline{C_2 M_2}))], \text{ jelzésváltoztatás}, \\ & [p(\xi'_2), p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1), p(\overline{C_2 M_2})] \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & [p(\overline{C_2 M_2}), p(\xi'_2), p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1)], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & \{p(\overline{C_2 M_2}), \eta'_1, p(\xi'_2), p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1)\}, \text{ (szerkesztés)}, \\ & [p(\eta'_1), p(p(\xi'_2)), p(\overline{C_1 L_2}), p(p(\xi'_1))], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & [p(\eta'_1), p(\xi'_2), p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1)], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & [p(\overline{C_1 L_2}), p(\xi'_1), p(\eta'_1), p(\xi'_2)], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & \{p(\overline{C_1 L_2}), \eta'_2, p(\xi'_1), p(\eta'_1), p(\xi'_2)\}, \text{ (szerkesztés)}, \\ & [p(\eta'_2), p(p(\xi'_1)), p(\eta'_1), p(p(\xi'_2))], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & [p(\eta'_2), p(\xi'_1), p(\eta'_1), p(\xi'_2)], \text{ (jelzésváltoztatás)}, \\ & [p(\xi'_1), p(\eta'_1), p(\xi'_2), p(\eta'_2)], \text{ a végső eredmény végleges jele}. \end{aligned}$$

Ezen utoljára nyert idom tételünket igazolja. Ugyanis ezen idom négyszögletes tartomány, a melynek oldalai  $p(\xi'_1), p(\eta'_1), p(\xi'_2), p(\eta'_2)$  és  $\xi'_1, \xi'_2, \eta'_1, \eta'_2$  jelentései szerint

$$\begin{aligned} p(\xi'_1) \text{ pontjaira } \varphi &= \xi_1, \\ p(\xi'_2) & \text{ " } \varphi = \xi_2, \\ p(\eta'_1) & \text{ " } \psi = \eta_1, \\ p(\eta'_2) & \text{ " } \psi = \eta_2 \end{aligned}$$

és  $\xi_1, \xi_2, \eta_1, \eta_2$  oly constansok, hogy:

$$(\xi_2 - \xi_1), (\eta_2 - \eta_1) > 0.$$



## A HAZAI IRISEK RHIZOMÁJÁNAK ANATOMIÁJA.<sup>1</sup>

SZTANKOVITS REZSŐ-től.

Már az ókorban ismert és a gyógyászatban használt egyes *Iris*-fajok rhizomái a középkorban is közismertek, de a modern gyógyászatból mindjobban kiszorulnak.

A rhizomáknak a gyógyászatban való régi jelentős szerep-köréből magyarázható az a terjedelmes irodalom is, mely az *Iris* rhizomáival foglalkozik.

Terjedelmes irodalma mellett még sincsenek kimerítve az *Iris*ekre vonatkozó ismereteink, így a rhizomák anatómiájára vonatkozó adatok elenyészően csekélynek mondhatók, mind a mellett, hogy az összes gyógyszerészeti munkák foglalkoznak a drogot szolgáltató rhizomák anatómiájával.

*Radix Iridis* vagy *Rhizoma Iridis* összefoglaló neve alatt tárgyalják az említett munkák az *Iris germanica*, az *Iris florentina* és az *Iris pallida* rhizoma-szövetelemeit és azok elrendezését, de csakis a drogok gyakorlati úton való megismerése szempontjából. Ennélfogva adataik csak a drogok hamisításának felismerése értékéig emelkednek.

A szisztematikai anatómia szempontjából ezek az említett irodalmi adatok tekintetbe sem jöhetnek.

Az *Iris*-rhizomák hisztológiáját a szisztematikai anatómia szempontjából mindeddig senki sem tárgyalta.

Az a negatív összehasonlító anatómiai eredmény, melyet a vizsgálódó összehasonlító anatómiai munkáján észrevenni vél, továbbá az a felfogás, hogy egy genuszba tartozó fajok meg-egyező morfológiai részeinek szövetelemei is azonosak és az

---

<sup>1</sup> A budapesti egyetem növénytani intézetében készült dolgozat.

általánosan elterjedt deduktív eljárás az egy faj anatómiáját az egész génuszra kiterjeszteni, adja az okát annak, hogy az *Iris*-rhizomáról szóló s az összehasonlító anatómiájára vonatkozó irodalmi adatok oly csekély számmal állnak a vizsgálódó rendelkezésére.

Az *Iris*-rhizoma anatómiájából a legújabb időkig a kéreg-réteg és a központi henger (Central cylinder) voltak csak ismeretesekek. FALKENBERG (1) és GUILLAUD (2) kimerítő vizsgálatai azonban csak egy-egy fajra vonatkoznak, mind a mellett oly munkák, melyek az *Iris*-rhizomák anatómiai vizsgálatánál nélkülözhetetlenek. Ezekhez csatlakozik TSCHIRCH (3) és WIESNER (4) nagyértékű munkája és ezzel ki is van merítve az *Iris*-rhizomák anatómiájára vonatkozó érdemleges irodalom, a melynek eddigi eredményeihez most saját megfigyeléseimet csatolom.

Jelen dolgozatom keretébe a hazai *Iris*-fajokat vontam be; rhizomájuknak összehasonlító szisztematika-anatómiai vizsgálatát a tudományegyetem növénytani intézetében végeztem.

Rövid visszapillantást vetve a hazai *Iris*-fajok szisztematikai elhelyezésére, ENDLICHER (5), LINDLEY (6), BAKER (7), KLATT (8), NYMAN (9), BENTHAM ET HOOKER (10), BOISSIER (11), JANKA (12), PAX (13), ENGLER (14) és ASCHERSON-GRAEBNER (15) rendszerezők munkáiban közel megegyező osztályozást találunk.

*Iriseink* leginkább két szekcióba: az *Apojon* és a *Pogoniris* szekcióba osztattak. Ez a felosztás BAKER-től származik, a ki ezeken a szekciókon belül alcsoportokat különböztet meg. Ezzel szemben BENTHAM ET HOOKER az *Euiris* szekció alá mint subszekciót sorolja a BAKER két előbb említett szekcióját. Ehhez a felosztáshoz csatlakozik ASCHERSON-GRAEBNER legújabb *Synopsis*a is.

A szisztematikusok tehát hol a BAKER, hol a BENTHAM ET HOOKER-féle csoportosítás felé hajlanak, épp úgy, mint az *Iris*-levelek anatómiájával foglalkozó szerzők közül egyesek az összefoglaló rendszerezésnek, mások az ellenkezőjének hívei.

Így az orosz BALICKA-IVANOVSKA (16), ki a levelek epidermisén nem talált elsőrendű különbségeket, BAKER három szekcióját egy csoportba foglalja össze. Ezzel szemben ROSS (17) a BAKER-csoportosítás híve, ő azonban egy faj anatómiai vizsgálatával ki-merítettnek véli a szekció jellegét.

PAPP DEZSŐ (18) az *Iris*-levelek anatómiájáról szóló dolgozatában BAKER szekció-felosztását jogosultnak találja, sőt ő ezeken a szekciókon belül az alsoportokban is teljesen megegyező tulajdonságokat talált.

BERNÁTSKY JENŐ (19) «A hazai *Iris*-félék» című dolgozatának rhizoma-anyagát, főleg a hazai fajokét, kiegészítve a magam gyűjtésével, behatóbb vizsgálat tárgyává tettem. Anatómiai vizsgálataim végeredménye támogatja az említett munka felfogását.

A megvizsgált hazai *Iris*-rhizomák morfológiai kialakulására és termőhelyeikre való utalással térek át dolgozatom tulajdonképpeni feladatára, a rhizomák hisztológiai szerkezetének tárgyalására.

Az anatómiailag legkevésbé megkülönböztethetőnek látszó *Pogoniris*-szekció fajait veszem első sorban bonczkés alá.

A *Pogoniris*-szekcióba tartozó fajoknak a rhizomája szimpodiálisan ágazik el és vízszintes irányban növekedik.

Szekciójellegű a dorsoventralisan lapított 13—20 hosszabb-rövidebb szártagból álló földalatti szár, a melynek alsó oldalán a járulékos gyökerek és két oldalt váltakozó sorban a tölevelek helyezkednek el.

A levélnyomnyalábok alapján a rhizomán a szártagok jól megkülönböztethetők. A legfiatalabb szár internodiumára jellemző, hogy igen hosszúra nyúlik és felemelkedve alkotja a föld-fölötti szár első internodiumát. A termőszár első internodiuma elvirágzás után csúcsával nem növekedik tovább, hanem az alatta következő oldalrügyből fejlődik a következő hajtás. Megfelelő talajviszonyok mellett a *Pogoniris*-szekció fajainak rhizomái következőleg alakultak:

*Iris arenaria* W. ET KR. vékony, majdnem tarackszerű rhizomája laza vagy félig kötött, száraz, homokos talajt kedvelő. Jellemző a fajra, hogy az évi hajtás vékony, hengeres, a vége pedig bunkósan, sőt gömbalakúan megvastagodott. Alföldünkön, annak homokos buckáin megterem, előfordul elsősorban a Balaton mellékén és a Tordahasadékban is. BERNÁTSKY beható vizsgálata alapján a tordai *Iris flaveceus* *Iris arenariának* bizonyult (*Iris*-tanulmányok, Növénytani Közlemények, 1910.).

Vizsgálati anyagom Tordáról és Nagykőrösről való.

*Iris Reichenbachii* HEUFF. rövid szártaggal bíró vékony, hengeres rhizomája füves, kötött talajban nő, különösen gnejsz vagy riolithos altalajban Mehádia és Herkulesfürdő körül. Vizsgálati anyagom az említett lelőhelyekről való.

*Iris bosniaca* BECK. rövid szártaggal bíró gumószerű rhizomája az alhavasi táj köves humuszos helyein nő. MAYER KÁROLY úr lekötelező szívesége folytán hozzá juthattam a Trebinjéről (locus classicus) való példányokhoz.

*Iris pumila* L. rövid szártagú, inkább lapított gumós, mint hengeres rhizomája a mészsziklás, száraz, napos talajt szereti. A gyűjtött sárga és lilaszín virágú anyag a Gellérthegyéről, Pomázról, Kőérberekéről és a budapesti tudományegyetem növénykertjéből való. Hazánk dombos vidékén terem, elvéve száraz homokon az Alföldön is.

*Iris hungarica* W. ET KIT. inkább gumós rhizomájú; a köves, meszes, trachitos, de a száraz homokos talajt is lakja. Tokajtól kezdve az Alföldet övező hegyvidéken terem. Brassóban az alhavasi régióig is felhatol. Vizsgálati anyagom Tokaj és Brassó vidékéről való.

*Iris variegata* L. hengeres, felül lapított, hosszabb-rövidebb szártaggal bíró közepes vastagságú rhizomája kötött, de humuszos talajban nő. A pannoniai, a dunai és a keleti flórajárásban erdők szélén, mezőkön terem. Vizsgálati anyagom Versecz várhegyéről, Pomáz lejtőjéről és a tudományegyetemi növénykertből származik.

*Iris illyrica* TOMM. lapított hengeres rhizomája a Karszt sziklarepedeseinek terra rossa agyagos talajában jól tenyészik. Vizsgálati anyagom a horvát tengerpartról és Fiume vidékéről való.

*Iris pallida* LAM. vastag gumós termő és hengeres meddő szártagú rhizomája humuszos termőföldben terem jól. Kultivált faj, elvadulva, bokrok alatt is tenyészik. Ez a faj szolgáltatja a közismert drogot. Vizsgálati anyagom a budapesti tudományegyetem növénykertjéből, Isaszeg, Rákosszentmihály és Budakalász környékéről való.

*Iris florentina* L. közkedvelt kultivált faj, rhizomája hengeres, meddő és széles lapított gumószerű termő évi hajtásokból

áll, humuszos talajban jól tenyészik, gyakran elvadul. Vizsgálati anyagom a budapesti tudományegyetem növénykertjéből, Budakalászárról és Rákospalotáról ered.

*Iris germanica* L. ritkábban vadul el, rhizomája vastag, gumós és hengeres, porhanyós humuszos talajban terem jól. Kultivált faj. Vizsgálati anyagot a budapesti tudományegyetem növénykertjéből, a Gellérthegyről, Jánoshegyről és Budakalászárról szereztem.

Az *Apogon*-szekció rhizomáit jellemzi az oldalt összenyomott, megközelítőleg kör alakú keresztmetszet, bőrnemű vagy serteszerű tölevélmарadvány. Az internodiumok két faj kivételével hosszúak. Nedves, mocsaras talajban tenyésznek jól.

*Iris pseudacorus* L. hengeres rhizomája tekintélyes vastagságot ér el s a tölevélmарadványoktól borzas. Mocsaras réteken országsszerűen található. A rhizoma törésfelülete húsvörös színű. Vizsgálati anyagom a budapesti tudományegyetem növénykertjéből, Isaszegről, Rákospalotáról és a Velebitről való.

*Iris spuria* L. hengeres rhizomája vastag és igen hosszú szártagú, szikes nedves talajban nő. Szinonimja *I. Guldenstedtiana* JANKA., *I. lilacina* BORB. és *I. subbarbata* Joó. Vizsgálati anyagot Kolozsvárról szereztem.

*Iris sibirica* L. rhizomája hengeres s a levélhüvely maradványoktól burkolva vastagnak látszik. Szórványosan megterem vizenyős réteken. Vizsgálati anyagom a budapesti tudományegyetem növénykertjéből és a Velebitről való.

*Iris humilis* M. BIEB., vékony, rövid internodiummal bíró rhizomáját barnaszínű sima levélhüvely maradványok fedik. Köves, meszes talajt kedvel. Erdélyben terem. Vizsgálati anyagom Kolozsvárról való.

*Iris graminea* L. tarackszerű, vékony, fás rhizomája rövid szártagú; mocsaras helyeken nő. A közép-dunai, a tiszai és a keleti flórajárásban terem. Vizsgálati anyagom a budapesti tudományegyetemi növénykertből és a Rákos mezejéről származik.

*Iris ruthenica* KER. GAWL. kemény hengeres rhizomája az összes hazai *Iris*-fajok között a legvékonyabb. A rhizoma felülete hosszirányban bordázott. Vizsgálati anyagom Gyimesről való. Szinonimja *I. caespitosa* PALL.

A felsorolt hazai *Iris*-fajok rhizomái alakra nézve hengerek, lapított gumóalakúak vagy tarackszerűek. Szöveiteik kifejlődését illetőleg csak a lapított gumószerű rhizomák évi hajtásában észlelhető némi különbség, nevezetesen az évi hajtás két végének és a közepének szövetelemei között méretben szembe-tűnő eltérés mutatkozik, a mely eltérés azonban a szövetek viszonylagos méretében már oly csekély, hogy tekinteten kívül hagyható. A nodusok és az internodiumok figyelembe veendő különbségeket nem tüntetnek fel.

A rhizomák dorsalis és ventrális oldala között azonban szembe-tűnőbb az eltérés; a dorsalis rész domborúbb, a ventralis rész laposabb körvonalú.

A rhizomák teljes kifejlődése a harmadéves szárrészeken észlelhető, fiatalabb rhizomákon szembe-tűnő az eltérés mind a rhizoma méretében, mind szövetelemeinek kifejlődésében.

Ezek a különbségek különböző helyeken bár, de megegyező viszonyok között nőtt egyazon fajok rhizomáin állandóak. Szembe-tűnő eltérést mutatnak azonban a szövet kifejlődésében azok a fajok, a melyek eltérő talajviszonyok közé kerülnek. Ebből nyilvánvaló, hogy a rhizomák kifejlődését a talajviszonyok a leg-határozottabban befolyásolják.

Dr. BERNÁTSKY JENŐ, dr. DÉGEN ÁRPÁD és dr. KÜMMERLE BÉLA uraknak a kapott összehasonlító anyagért és dr. SCHVEITZER JÓZSEF úrnak a rajzok elkészítéseért ezúton fejezem ki hálás köszönetemet.

Mindezek előrebocsátása után áttérek a rhizomák hisztologiai szerkezetének részletesebb tárgyalására.

### A rhizoma hisztologiai szerkezete.

A hazai *Iris*-fajok rhizomájának szöveti szerkezete megegyezően két szövetrétegre különül. Mind a *Pogoniris*-, mind az *Apogon*-szekció fajainak rhizomáján kéregréteget és központi hengert lehet megkülönböztetni. E szövetrétegek elhelyezése, azok kialakulása a szekciókra jellemző s rendszertani értékű. Ez már a keresztmetszet alakjában is megnyilvánul.

A *Pogoniris*-szekcióba tartozó fajok rhizomája dorzoventra-

lisan lapított és elliptikus keresztmetszetű, az *Apogon*-szekció fajaié oldalt összenyomott és megközelítőleg köralakú keresztmetszettel bír. Alak és kifejlődés tekintetében eltérő szekcióbeli tulajdonságok mellett a hazai *Iris*-fajok rhizomái felépítésük módjában egy faj kivételével teljesen egyezők.

A kéreg további felépítésében három jól megkülönböztethető réteggel tűnik ki. A külső réteg az exodermis (periderma), a középső réteg a belső kéreg és a belső réteg az endodermis.

Az *exodermis* a rhizoma védelmére való, szöveti szerkezete és szövetelemeinek elrendezése nemcsak a szekcióra jellemző, de a fajokra vonatkozólag is diagnosztikai értékű.

A középső kéregréteg parenchymás szövete valamennyi hazai *Iris*-fajon felismerhető, kifejlődése tekintetében azonban egy szekción belül is különbségek észlelhetők.

A kéregréteg belső határát jelző *endodermis* kifejlődése is jellemző az egyes szekciókra.

A kéreg által körülzárt központi henger parenchymás alapszövetében edénynyalábok haladnak. A központi henger ép úgy, mint a rhizoma maga, vagy lapított elliptikus, vagy megközelítőleg köralakú keresztmetszetű. Az első a *Pogoniris*-, a második az *Apogon*-szekcióra jellemző.

A rhizomáknak ez a hisztologiai szerkezete mind a fiatal, mind az idősebb rhizoma szártagjain is felismerhető, de a szövetek különböző kifejlődése — egy fajon belül — a korról függ össze.

Az *exodermis*. A másodlagos vastagodással nem bíró hazai *Iris*-fajok rhizomáit az egyes szekciókra jellemzően kifejlett exodermis burkolja.

Bármennyire változatos is a rhizoma külső alakja, egy-egy szekcióban szövettani tekintetben egységes típusba foglalható. A *Pogoniris*-szekció fajainak hengeres vagy lapított gumószerű rhizomáinak exodermise *para*-sejtekből alkotott.

A hengeres alakú *Apogon*-szekció fajainak rhizomáit *sclerenchymás* fásodott sejtek rétege burkolja.

A hazai *Pogoniris*-szekcióbeli fajok parasejtekből álló exodermise a rhizomát megközelítőleg egyenletes vastagságban burkolja. Miután a drogot szolgáltató fajok rhizomáit hámozva hoz-

zák a kereskedésbe, könnyen érthető, hogy pharmakognostikai munkák a parás exodermist csak elvéve említik, de szöveteleseit pontosabb vizsgálatnak nem vetik alá. A parás exodermis kifejlődése az egyes fajokra is jellemző, de a rhizoma korára is fényt vet.

Így a megvizsgált fajok teljes kifejlődésű harmadéves szár-részein a parás exodermis a rhizomának mind dorsalis, mind ventralis oldalán három réteget enged megkülönböztetni.

A para-zónák legfiatalabbikának sejtjei vékonyfalúak, téglalakúak s faluk szintelen vagy gyöngén sárgás színű (mit a gentiana-violett tartós lila színre fest). A MÁULE-féle reagens (permanganat és ammoniak) nem festi, a mi annak a jele, hogy tisztán szuberines anyagú.

A phellogénnel összefüggő fiatal para-zóna sejtsorainak száma a szekción belül 3—10 között váltakozik. Faji jellege főleg abban nyilvánul, hogy egyazon fajnál a sejtsorok száma állandó.

A phellogén sejtek alakja a parasejtekével azonos, azonban vastagabb falúak és lekerekített belső felületükkel térnek el a pararéteg sejtjeitől.

A parás kéreg második zónája lényegesen eltér az előbb említettől, a mennyiben a parasejtek vastagabb falúak, határozott sárga színűek, a sejtek fala gyűrött.

Phloroglucin-sósavra, szintúgy a MÁULE-féle reagensre is gyengén reagál.

A középső pararéteg sejtsorainak a száma — különösen a vastag rhizomájú fajokban — 14—17-re is emelkedhetik.

A parás kéreg harmadik zónáját a vastag falú, rendszeresen sorokban elhelyezett sejtek alkotják. A fás reakciót mutató s pikkely alakjában leváló sejtek specifikus jelleggel nem bírnak.

A pararétegek nem borítják egyformán a rhizoma felületét. A *Pogoniris*-szekció összes fajaira jellemző, hogy a parás exodermis a rhizoma ventralis oldalán vastagabb mint a dorsalison. Itt a parasejtsorok száma is nagyobb és a sejtsorok is rendezettebbek.

A parasejtsorok illetén való elhelyezése folytán a rhizoma metszetének dorsalis oldala is könnyen megkülönböztethető a ventralis oldaltól.

Az exodermis három rétege csak a teljesen kifejlődött szár-



részen észlelhető a termő szárrészen épen úgy, mint a meddön. Fiatal rhizomák felületét egy, számra nézve is kevesebb sejtsorban elhelyezett para-zóna burkolja.

A parasejtsorok elhelyezésére vonatkozólag azt tapasztaltam, hogy a rhizoma dorsalis oldalán a sejtsorok a szárcsomóban kiékelnek, míg a rhizoma ventralis oldalán párhuzamosan helyezkednek el.

A parasejteknek szélesség, hossz és magasság irányában való elhelyezkedése az egész rhizomán a legszabadabb. Az egymás mellé került sejtek nagyságbeli eltérése korlátlan, rendszeren kéthárom nagy sejt mellé egy-egy kisebb sejt sorakozik, a mely gyakran ki is ékelődik. A sejteknek ilyen elhelyezése leginkább a fiatal és a középső para-zónában észlelhető, a legidősebb külső zónában a parasejtek sokszögűek és rendetlen elhelyezésűek.

A rhizoma különböző szárrészei mélyebb befűződéssel határolódnak, de ez a rhizoma belső szövetének folytonosságára nincs hatással.

Ha azonban oly körülmények állnak be, a melyek az egyes évi hajtások épségét veszélyeztetik, vagy a mint az utolsó, legrégibb évi hajtás pusztulásnak indul, az előtte lévő szárrészben a további pusztulást megakadályozandó elszigetelés észlelhető.

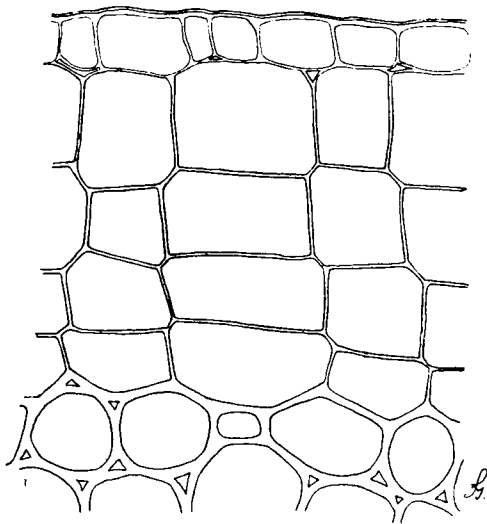
Az egészséges évi hajtás az elhaló szárrésztől exodermisével határolódik el, még pedig az exodermis legfiatalabb para-zónája igyekszik a további pusztulásnak gátat vetni oly formán, hogy az ép szárrész határát egész terjedelmében beburkolja.

A mi a parasejtek kifejlődését illeti, a rhizoma teljesen kifejlődött akár termő, akár meddő szárrészén; különbség csak a különböző zónák sejteiben észlelhető.

A parasejtek radiális kifejlődése legnagyobb a fiatal zónában, a hol  $80\ \mu$ -t is elérnek. A kéreg középső parazonájában a sejtek összenyomottak s radiális méretük a fiatal zóna sejteinek csak egynegyedét teszi. A parasejtek tangenciális irányban a legfejlettebbek, a  $110\ \mu$ -t is túlhaladják s a rhizoma hossztengelye irányában a sejtek kifejlődése  $80-90\ \mu$  között váltakozik. A parasejtfalaknak vastagsága  $3$  és  $4\ \mu$  között ingadozik. Megközelítőleg egyező méretűek a phellogénsejtek is, de a falvastagság  $5\ \mu$ -nál nagyobb méretével tűnnek ki.

A *Pogoniris*-szekció vastagabb rhizomájú fajain a kéreg pararétegének összvastagsága is nagyobb a vékony rhizomájú fajokénál. Így az *I. illyrica*, *I. pallida*, *I. florentina* és az *I. germanica* rhizoma ventralis exodermise eléri a 800  $\mu$  összvastagságot is.

Az *I. hungarica* és az *I. variegata* rhizoma ventrális exodermise 700  $\mu$ -os; 600  $\mu$ -ig terjedő ventralis exodermissel bír



1. ábra. *Iris arenaria* fiatal pararétege.

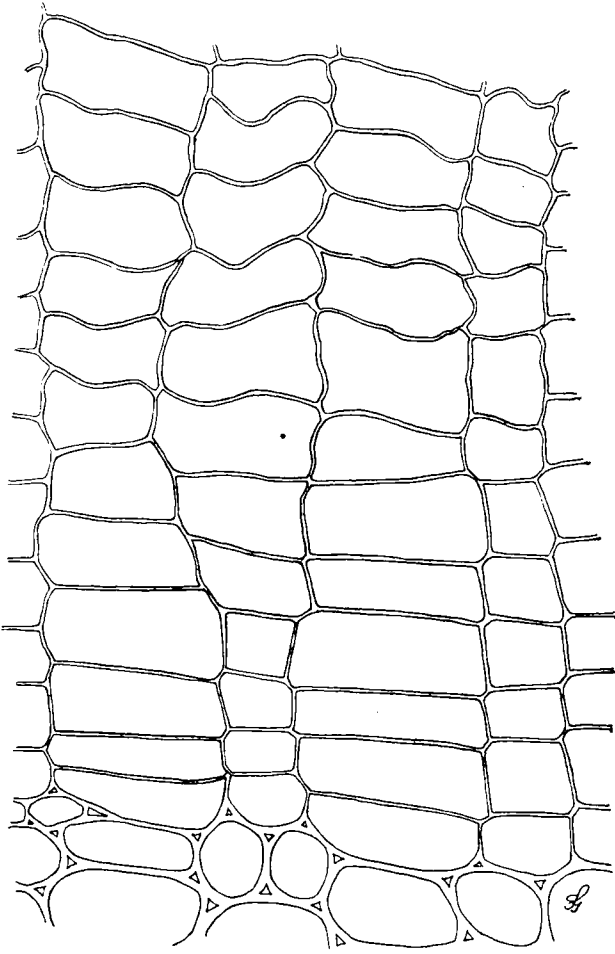
az *I. pumila*, *I. Reichenbachii* és az *I. bosniaca*. Legvékonyabb az *I. arenaria* exodermise, melynek mindössze 350  $\mu$  az átlagos vastagsága.

Ha most még figyelembe vesszük az exodermis sejtsorok számát is, annak fajok szerinti jellege a következőkben nyilvánul:

*I. arenaria* 10—13 sejtsorból álló exodermisének fiatal parazónája 3—4 sejtsorú.

*I. bosniaca* exodermise 15—18 sorú, a fiatal parazónas sejtsorok száma 4—5.

*I. Reichenbachii* 16—20 sejtsorú exodermisének fiatal zónája 4—6 sorú.



2. ábra. *Iris bosniaca* parás kéreg-részlete.

*I. pumila* 16—22 sorú exodermise 4—5 sejtsorú fiatal para-zónával bir.

*I. hungarica* exodermise 16—22 sejtsorú, a fiatal para-zóna sejtsorainak a száma 5—6.

*I. variegata* 18—23 soros exodermise 5—7 soros fiatal para-zónával bir.

*I. illyrica*: 18—22 az exodermis, 6—7 a fiatal parazóna sejtsorainak a száma.

*I. pallida* 20—23 soros exodermisének fiatal parazónája 6—8 soros.

*I. florentina* 20—24 sorú exodermise 8—10 soros fiatal parazónával tűnik ki.

*I. germanica* 24—30 soros exodermisének 10—14 soros a fiatal parazónája.

A felsorolt fajok exodermisének vastagságán kívül a parasejtsorok száma is a fajokra nézve diagnosztikai jellegű. Ezek a számadatok csak a teljesen kifejlődött évi hajtásokon voltak megállapíthatók, fiatalabb rhizomákon a parasejtsorok száma jóval kisebb.

Már az exodermis vastagsága is feljogosít vékony és vastag rhizomájú fajokra való megkülönböztetésre. Ennélfogva már az első tekintetre is útbaigazításul szolgál arra nézve, hogy mily rhizomájú fajjal van dolgunk.

A parakéreg szövetelemeinek fajok szerinti kifejlődésének mérési adatait az I. számú táblázatban foglalom össze: (13. old.)

Az *Iris* rhizomáin előforduló paraszövetet még az anatómiai munkák is jórésztben tekinteten kívül hagyják, beható vizsgálat mindeddig hiányzott. Paraszövevről legelőször LINK (20) emlékszik meg.

Munkájában az *Iris germanica* rhizomájának anatómiájával foglalkozva (rajzát is adja a rhizomának), megkülönböztet mellékkérget (Nebenrinde), mely irregularis parenchymából áll. Ez megfelel a pararéteg legidősebb zónájának.

A LINK által megkülönböztetett második réteg a «külső kéreg» (Aussenrinde), amely «téglaalakú» parenchymából áll (Mauerparenchym), megfelel a rhizoma középső és fiatal parazónájának. A tulajdonképeni parenchymás kéreg LINK-nél «középkéreg» (Mittelrinde) néven szerepel.

A negyedik réteg a «fa» (Holz), a mely elnevezés alatt ma központi hengert értünk. Az elnevezéseket leszámítva, LINK megfigyelését igen alaposnak találom.

Majdnem félszázaddal később jelent meg GUILLAUD munkája, melyben az *Iris florentina* rhizomájának szövettani leírását közli.

I. táblázat.

A növény neve	Az exodermis összvastagsága		A para-sejtsorok száma				A para-sejtek mérete					
	Dorsalis	Ventralis	I. zóna		II. zóna		I. zóna			II. zóna		
			Dors.	Vent.	Dors.	Vent.	r. d.	m. d.	t. d.	r. d.	m. d.	t. d.
<i>I. arenaria</i> ... ..	300	400	3	4	7	9	20-60	20-80	45-110	10-35	20-85	40-110
<i>I. bosniaca</i> ... ..	500	600	4	5	11	13	25-60	30-70	30-100	15-45	30-85	30-110
<i>I. Reichenbachii</i> ...	400	600	4	6	12	14	20-60	35-90	35-100	11-44	30-90	30-100
<i>I. pumila</i> ... ..	500	600	4	5	12	17	30-70	20-80	35-110	18-40	40-100	40-120
<i>I. hungarica</i> ... ..	600	700	5	6	11	16	30-80	35-100	40-120	15-45	30-100	35-120
<i>I. variegata</i> ... ..	600	700	5	7	13	16	28-60	30-80	30-90	11-33	30-100	30-110
<i>I. illyrica</i> ... ..	600	750	6	7	12	15	22-70	25-90	25-120	18-50	25-90	30-120
<i>I. pallida</i> ... ..	700	800	6	8	14	15	23-60	35-100	35-110	13-35	35-90	30-110
<i>I. florentina</i> ... ..	700	800	8	10	12	14	25-80	30-90	40-100	16-40	30-100	30-120
<i>I. germanica</i> ... ..	700	800	10	14	14	16	25-80	40-100	45-120	16-40	30-100	40-130

Négy zónát különböztet meg a rhizomán. Első zóna a sötét színű külső burok, a mely GUILLAUD szerint két rétegből áll és pedig kívülről inkább sclerenchymából, belülről pedig vastag parából.

GUILLAUD eme megkülönböztetését nyilván igen fiatal rhizomán végzett anatómiai vizsgálódásai alapján tehette, a mennyiben a fiatal rhizoma a tölevél parenchymájával a szár csomójából vett keresztmetszetén két réteget enged megkülönböztetni.

Ezzel kapcsolatban ki kell emelnem GUILLAUD ama téves állítását, a mely kétségbe vonja a para subepidermialis eredetét. Szerinte a rhizomákon nem azért hiányzik az epidermis, mert azt a parás szövet levetette, hanem annál az egyszerű oknál fogva, mert sohasem létezett a rhizoma felületén. Ezt az állítását később megdöntötték s hivatkozással az 1. ábrára, fiatal rhizomákon epidermist magam is észleltem.

Hogy GUILLAUD csakugyan igen fiatal rhizomán végezte vizsgálatát, kitűnik a pararéteg sejtjeinek leírásából; de felhívom a figyelmet arra is, hogy GUILLAUD volt az első, a ki a pararéteg sejtjeinek leírásakor a phellogént felismerte, a mennyiben a befelé görbülő, nem szuberinesedett fallal bíró sejtréteget említi.

GUILLAUD szerint a para-zóna 3—4 radialisán elhelyezett sejtsorból áll, a mit igen fiatal rhizoma-részeken megállapíthattam. Már GUILLAUD is észlelte azt, a mit magam az összes hazai *Pogoniris*-szekcióbeli fajokon megállapíthattam, hogy a rhizoma ventrális oldalán lévő parás exodermis rendezettebb és vastagabb is a rhizoma dorsalis oldalán lévő pararétegnél.

TSCHIRCH-OESTERLE (21) nyomán az utolsó évtizedben megjelent gyógyszerészeti munkák is már bővebben emlékeznek meg a parás exodermisről. Így HANAUSCHEK (22), GILG (23) és mások is megemlítik a drogot szolgáltató rhizomákon a 15—25 sejtsorú paraexodermist.

A *Pogoniris*-szekció parás exodermisével szemben az *Apogon*-szekció fajainak exodermise fásodott sejtű.

A szekcióra nézve fontos exodermis a BAKER-féle felosztás jogosultságát támogatja. Az *Apogon*-szekcióban annál inkább kitűnik az, hogy az exodermis nemcsak szekciónális, hanem faji, diagnosztikai jelleggel is bír.

Az *Apogon*-szekcióban egy faj — az *Iris ruthenica* — kivételével a fásodott exodermis szerkezete, vastagsága, elrendezése specifikus jellegű.

Az inkább oldalt összenyomott hengeres rhizomák felületét majdnem egyenlő vastagságban burkolja a fás exodermis.

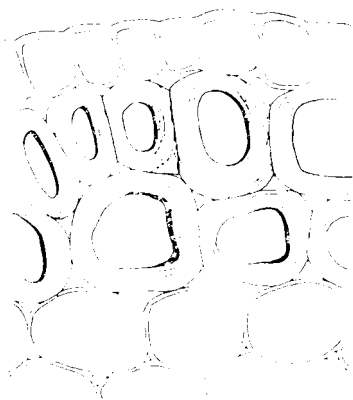
A sclerenchymás sejtek vastag falúak s egy, két vagy több sorban helyezkednek el. A sejtek alakja sokszögű és kisebb-nagyobb lumennel bírnak. Legtöbb esetben száraz, barna színű tölevélmарadványok is burkolják a rhizomát. Különösen szembe-tűnik ez az *Iris ruthenica* rhizomáján, a hol a tölevelek vastag burkot alkotnak s annak mechanikai védelmét növelik. Ezek a tölevelek oly kemények és oly biztos védelmet nyújtanak a rhizomának, hogy az külön exodermist nem is alkot. Hogy pedig a tölevelek kellő szilárdságot nyújtanak s a rhizoma védelmét biztosítják, bizonyítja a rhizoma vékony epidermise.

E szekció többi fájában a tölevelek szilárdsága sokkal kisebb s így védelmi szerepe is alárendeltebb.

Némienemű védelmet nyújtanak az *Iris pseudacorus* rhizoma töleveleinek visszamaradó merev sertéi, edénynyalábjai, a melyek a rhizoma borzas külsejét is adják.

Az exodermis az *Apogon*-szekció fajainak rhizomáin a következő kialakulást mutatja.

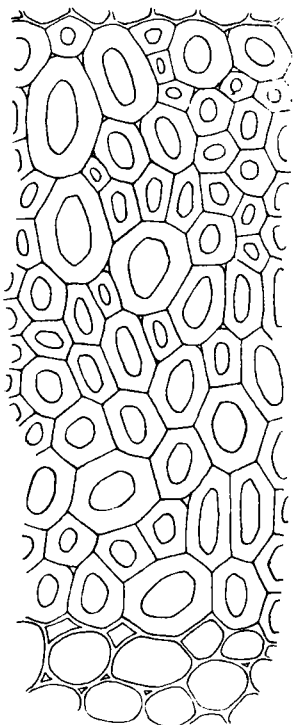
A tekintélyes vastagságot elérő *Iris pseudacorus* rhizomáján az exodermis túlnyomóan négyszögletű sejtekből áll, elhelyezése egy, illetve két sorban történik, még pedig a rhizoma dorsalis oldalán két, ventralis oldalán egy sejt-sorban. A rhizoma transversalis oldalán a tölevelek hónaljában kétsoros, de csak a szártag feléig tart. Ez a körülmény magyarázza azt is, hogy miért különböznek a fásodott sejtek méretei. A sclerenchymás



3. ábra. *Iris pseudacorus* fásodott exodermise.

sejtek phloroglucin-sósav hatására a fareakciót adták, de a MÄULE-fele lignines reakcióra nem reagáltak.

*Iris pseudacorus*nál az exodermis faji jellege a rhizoma ventralis oldalán egy, annak dorsalis oldalán két sorban,



4. ábra. *Iris spuria*  
exodermise.

transversalisan pedig a levelekbe haladó edénnyaláboktól megszakítva, két sorban való elhelyezése által tűnik ki.

Az *Iris spuria* rhizomáját igen vastagfalú és tetemesen kifejlődött exodermis burkolja. A faji jelleggel bíró exodermis hétnél több sejtsorban elhelyezett sclerenchymás sejtekből alkotott. A fiatal rhizoma a jellegzetestől eltérően, a következő anatómiai szerkezettel tűnik ki. A szárcsomóból vett keresztmetszeten szembetűnik a tölevél szövetén kívül a csak két sorban elhelyezett sclerenchymás exodermis, világos jeléül annak, hogy az *Apogon*-szekció rhizomáinak vizsgálatakor csakúgy, mint a *Pogoniris*-szekcióbeliének vizsgálatakor tekintettel kell lenni a rhizoma korára.

Az *I. spuria* idősebb rhizomáinak vastag exodermisében színbeli eltérést mutató két réteget lehet megkülönböztetni, még pedig a külső sötétbarna színű sejtekből álló réteget és az alatt a fiatal, szintelen falú sejtek

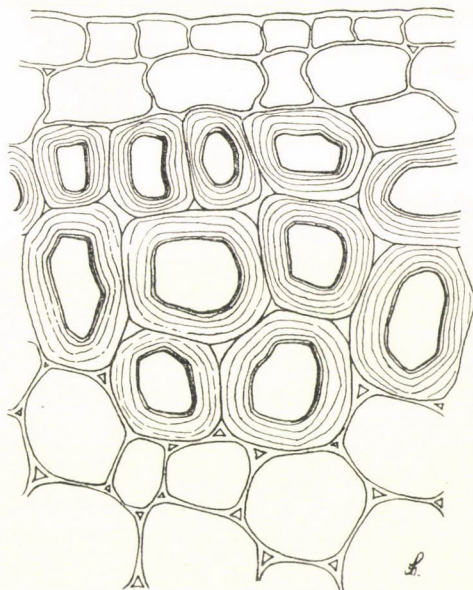
réteget. A külső réteg a MÄULE-fele reakciót adja, de a fiatalabb réteg nem. A sclerenchymás exodermis elemei igen vastag falúak s radialis irányban igen jól fejlődtek ki.

*I. sibirica* rhizomájának exodermise két-három sejtsorban elhelyezett vastag falú sclerenchymás sejtekből alkotott és a rhizoma egész felületét körülveszi. A nodusból vett keresztmetszeten még az epidermis és alatta egy, sőt több sorban elhelyezett vékony falú parenchyma is észlelhető.



*I. humilis* rhizomájának exodermise nagyon hasonlít az *I. spuria* rhizomáéhoz s attól csak vastagságbeli eltéréssel különbözik. Az exodermis összvastagsága az  $500\ \mu$ -t is túlhaladja. A sclerenchymás sejtek 4—5 sejtsorban foglalnak helyet. A sejtek vastag falúak, tág üregűek.

*I. graminea* rhizomájának exodermise 2—3 sejtsorban helyezkedik el. A tőlevelek hónaljában a sclerenchymás sejtsorok száma



5. ábra. *Iris sibirica* fásodott exodermise.

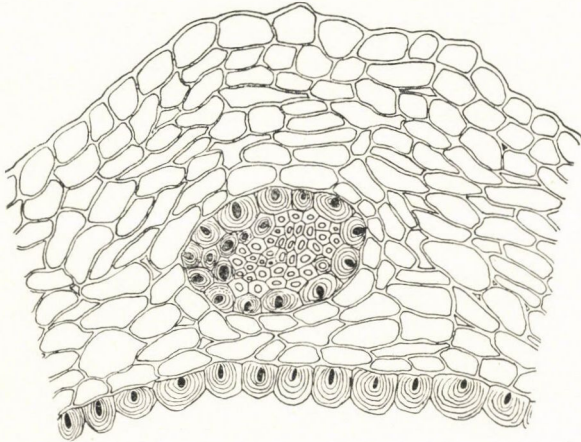
4—5-re is növekedik. Ez a körülmény élénken emlékeztet a sclerenchymának az *I. pseudacorus* rhizomáján való elhelyezkedésére. A vastag falú fásodott sclerenchymasejtek méretei jóval kisebbek a többi faj hasonló elemeinek méreteinél s így érthető az, hogy az exodermis összvastagsága  $130$ — $150\ \mu$  között váltakozik.

Az *I. ruthenica* rhizomáján nem találunk fásodott exodermist, vékony és gyűrött falú parenchymás kergét epidermis burkolja. Ezt a körülményt részben a vastag bőrnemű tölevélhüvely, részben a talajviszony magyarázza. A tölevélhüvely oly vastag burkot alkot a rhizoma körül, a mely feleslegessé teszi

a külső kéreg sejtjeinek elfásosodását, de a tenyészeti viszonyok is olyanok, a melyek nem involválják a kéreg külső sejtjeinek az elfásosodását; az *Apogon*-szekció egyike ama hazai fajoknak, a melyek köves, száraz talajban tenyésznek.

Az *Apogon*-szekció exodermisére vonatkozó irodalom FALKENBERG munkájában ki van merítve.

FALKENBERG e szekció fajai közül csak az *Iris pseudacorus* rhizomájával foglalkozott s róla mindent el is mondott, újabbat



6. ábra. *Iris ruthenica* kéreg-részlete, collateralis edény-nyalákkal.

erről a fajról legfőljebb a sejtek méreteinek pontos adataival lehet nyújtani.

Egy tekintetben azonban nem osztom FALKENBERG nézetét. Ő ugyanis a rhizoma patkóalakúan vastagodott falú endodermisében látja a specifikus jelleget kialakulni; vizsgálataim alapján — a mennyiben az az összes e szekcióba tartozó hazai fajokra kiterjedt — a faji jelleg lényegét az exodermisben látom kidomborodni, annál is inkább, mivel a szekcióba oly fajok is tartoznak, a melyek az említett vastag falú endodermisssel nem bírnak. Ebhez a kivételhez sorakozik az *Iris humilis* és az *Iris graminea* vékony falú parenchymás endodermise. Főleg azért nem lehet a FALKENBERG által felállított specifikus jelleg általános érvényű.

II. táblázat.

A növény neve	Az exodermis össz- vastagsága $\mu$ -ban		A fásodott exodermis sejt- sorainak száma			Az exodermis fás sejtjeinek mérete $\mu$ -ban			
	Dors.	Vent.	Dors.	Vent.	Later.	r. d.	m. d.	t. d.	fal-vast.
<i>I. pseudacorus</i> .....	30—70	13—40	2	1	2	13—40	20—50	12—45	5—6
<i>I. spuria</i> .....	400—500	400—500	7—9	7—9	7—9	20—60	12—50	15—45	10
<i>I. sibirica</i> .....	150—180	159—180	2—3	2—3	2—3	20—60	15—70	15—40	5—7
<i>I. humilis</i> .....	250—350	250—350	4—5	4—5	4—5	20—80	15—80	18—40	12
<i>I. graminea</i> .....	130—150	130—150	2—3	2—3	3—4	20—50	15—60	15—40	8—10
<i>I. ruthenica</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A mellékelt táblázaton vannak az *Apogon*-szekcióbeli fajok exodermisének mérésadatai feltüntetve.

Összehasonlítva a *Pogoniris*- és az *Apogon*-szekcióbeli fajok rhizomái exodermisének összvastagságát, kitűnik, hogy az *Apogon*-szekció legvastagabb exodermise a középvastag *Pogoniris*-szekció fajainál vékonyabb, ellenben a vékony fajú rhizomák exodermise jóval vastagabb a 2—3 sejtsorú sclerenchymás exodermisnél. Ezzel szemben az exodermis sejtek szilárdsága a nedves, mocsaras talajban tenyésző *Apogon*-szekció fajainál sokkal nagyobb s egy-két sorban való elhelyezése mellett oly fokú védelmet biztosít a rhizomáknak, a minőt a *Pogoniris*-szekció fajai csak tetemes vastagságú exodermisükkel érnek el.

A *belső kéreg* az exodermis alatt maradó parenchymás szövet, amely a *Pogoniris*- és az *Apogon*-szekció rhizomáinak exodermise alatt szabad szemmel is jól megkülönböztethető.

LINK «Mittelrinde»-nek nevezi és parenchymás jellegét ki is emeli.

A FALKENBERG által elnevezett kéregréteget a németek újabban Kernscheide néven említik. GUILLAUD-nál mint második zóna szerepel.

Az eddig egy-két fajban kimutatott vékony falú parenchymás kéregréteg szöve az összes hazai *Iris*-fajokra jellemző. A parenchymasejtek alakja és nagysága egy szekción belül alig mutat eltérést; különbség csak a fiatal és az idős rhizoma parenchymaszövetében volt észlelhető; a mennyiben a fiatal rhizoma kéregrétegének minden parenchyma-sejtje collenchymás külsejű. Az idősebb rhizoma parenchymás kérge kétféle kialakulást mutat. Míg az exodermis alatti sejtek collenchymaszerű vastagodásuak, addig az endodermis felé eső sejtek parenchymásak. A kéregréteg ilyen kialakulása a *Pogoniris*-szekcióra jellemző.

Az *Apogon*-szekcióba tartozó fajok rhizomáiban a kéregréteg szöve gödörkés vastagodású, vékony falú parenchymából áll.

A *Pogoniris*-szekció fajainak bifaciális rhizomáin a kéregréteg összvastagsága is kétféle kifejlődésű, míg a vastag szártagú rhizomákon a kéregréteg a dorsalis oldalon, addig a vékony szártagú rhizomákon a ventralis oldalon vastagabb.

Dorsalisan vastagabb az *I. variegata*, *I. illyrica*, *I. pallida*, *I. florentina*, *I. germanica* rhizomájának kéregrétege. Ventralisan vastagabb kéregrétege van az *I. arenaria*, *I. Reichenbachii*, *I. bosniaca*, *I. pumila* és az *I. hungarica* rhizomájának.

A kéregréteg ilyen kialakulása csak az idősebb s a rhizoma meddő szártagjain volt észlelhető; a rhizoma termőszártagjainak a dorsalis kéregrétege vastagabb, a rhizomák igen fiatal hajtásain egyformán vastag a két réteg felülete.

A kéregréteget alkotó elemek elhelyezése a két-három éves szártagon a következő: az exodermis alatti sejtek a szilárdítás elvének megfelelően helyezkedtek el oly formán, hogy az első sorban apró sejtek s az azokat követő sorokban mind nagyobb sejtek következnek. Ezek a collenchymaszerű sejtek 3—4 sorban helyezkednek el, míg a kéregréteg szövetének főrészt a dús keményítő-tartalmú parenchymaszövet alkotja.

A collenchymaszerűen vastagodott sejtek terbeli kifejlődése csekély eltéréssel megegyezőnek mondható. A kifejlődött rhizoma kéregrétegében a collenchymaszerűen megvastagodott sejtek radialis mérete 10—40  $\mu$ , szélessége 20—80  $\mu$ , hossza pedig 100  $\mu$ . E sejtek fala 4—6  $\mu$  vastag. A kéregréteg parenchymaszövetének elemei 20—50  $\mu$  átmérőjűek, szélesség és hosszúság irányában közel 110  $\mu$  nagyok; a fal vastagsága 3—5  $\mu$ .

Az *I. arenaria* és az *I. pumila* kéregparenchymasejjei falának vastagsága a 8  $\mu$ -t is meghaladja.

A parenchymás sejtek fala gödörkés vastagodású és mind a két szekcióra jellemző. A gödörkés vastagodású sejtfalak keresztmetszete olvasószerű, felületi képen a porusok nagyok, kerületes vagy köralakúak s bizonyos rendszeres elhelyezésre hajló tulajdonsággal tűnnek ki. Tschirch beható vizsgálatával kimutatta, hogy a parenchymasejtek falában a porus lefutása csatornácskákban folytatódik.

Az *Apogon*-szekcióbeli fajok rhizomájában a kéregréteg egy-nemű parenchymaszövetből alkotott s egy faj kivételével ventralisan vastagodott. Az egyetlen dorsalisan vastagabb kéregréteggel bíró faj az *I. pseudacorus*.

Vizsgálataim és összehasonlító számadataim alapján azt állíthatom, hogy a hazai *Iris*-fajok rhizomájában a kéregréteg

dorsalis és ventralis összvastagságának átlaga faji jelentőségű; azt is állíthatom, hogy a rhizoma vastagsága a kéregréteg vastagságával arányos. A két szekcióba tartozó hazai fajok rhizomakérgének átlagos vastagságát az alábbi táblázatban foglalom össze:

II. táblázat.

A növény neve	A kéregréteg összvastagsága $m'_m$ -ben		A kéregréteg átlagos vastagsága $m'_m$ -ben
	Dorsal.	Ventral.	
<i>Pogoniris</i> -szekció:			
I. arenaria	0·6	2·0	1·3
I. Reichenbachii	1·4	2·0	1·7
I. bosniaca	1·6	2·2	1·9
I. pumila	2·0	2·2	2·1
I. hungarica	2·0	2·4	2·2
I. variegata	2·3	2·1	2·2
I. illyrica	2·8	2·2	2·5
I. pallida	3·4	2·6	3·0
I. florentina	4·0	3·0	3·5
I. germanica	4·4	4·0	4·2
<i>Apogon</i> -szekció:			
I. ruthenica	0·14	0·16	0·15
I. sibirica	0·6	0·7	0·6
I. graminea	0·6	0·8	0·7
I. humilis	0·7	0·9	0·8
I. spuria	1·9	2·2	2·0
I. pseudacorus	2·2	2·1	2·1

A számadatok mutatják legjobban a két szekcióba tartozó fajok kéregrétegének kifejlődését. A *Pogoniris*-szekcióbeli fajok túlnyomó része igen vastag s a 2 mm vastagságot jóval túlhaladja; az *Apogon*-szekciónak csak két faja éri el a 2 mm-es átlagot, míg a többi fajnak átlaga 1 mm alatt marad. E felsorolt adatok csak a rendes életviszonyok között nőtt rhizomák kéregrétegére vonatkoznak, de a talajviszonyok megváltozásával változnak a rhizoma szöveteinek kifejlődési viszonyai is. Így a mocsaras, nedves talajhoz szokott *Iris pseudacorus*nak a budapesti tudományegyetemi növénykert homokos talajában növesztett

rhizomáján a kéregréteg és a központi henger kifejlődési aránya lényeges eltérést mutat. Ennek a jelenségnek lényegét a központi henger leírása alkalmával részletesebben fogom tárgyalni. A kéregréteg határát az endodermis jelzi.

### Az endodermis.

Az *Iris*-rhizomák endodermisét alább részletezendő adatokkal világítom meg:

LINK endodermist nem említ. Az endodermis jelenlétét jelzi BERG u. SCHMIDT (24) munkája, a mely az *Iris florentina* rhizomájával foglalkozva említi, hogy a «kérget a fától» egy gyöngye «cambium»-réteg választja el. FALKENBERG, aki munkájában az *Iris pseudacorus*sall is foglalkozott, említi a jellegzetes módon vastagodott endodermist. GUILLAUD «zona intermédiaire»-ről beszél és említi, hogy a rhizoma felső felületén nincs meg s az alsó felületén a központi henger külső nyalábjainak a síkjába esik. Megfigyelése pontos, de igen fiatal rhizomán végezte vizsgálatait.

LUERSEN (25) szerint a központi henger felé két téglalapalakú sejtsorból álló «Kernscheide» szolgál határral; a sejtek nem fásodottak. FLÜCKIGER (26) csak az *Iris pseudacorus*nál jól megkülönböztethető endodermist említ. PLANCHON ET COLLIN (27) munkája említi a tetragonális alakú, gyöngén vastagodott falu endodermist.

TSCHIRCH az endodermist pseudoendodermisnek nevezi, mert kevés keményítőt tartalmaz és a fala nem mutat elparásodást (primær stadium).

WIESNER az endodermisről azt mondja, hogy tangencialis irányban nyúlt, keményítőt nem tartalmazó sejtrétegből áll, amelynek vékony fala pararéteggel is bír. GILG nem ismeri fel az endodermist s kijelenti, hogy a drogot szolgáltató rhizomák nem bírnak endodermis-sel. MOELLER (28) igen kissejtűnek találta az endodermist. KOCH (29) szerint a drogot szolgáltató *I. pallida*, *I. florentina* és az *I. germanica* rhizomájában nem fordul elő endodermis.

Ezeket az egymást részint támogató, részint egymásnak ellentmondó vizsgálati eredményeket kizárólag a drogot szolgáltató rhizomákon állapították meg.

Vizsgálataim alapján megállapíthattam, hogy a *Pogoniris*-



szekcióba tartozó hazai *Iris*-fajok rhizomáiban van endodermis, mely a pheothermából keletkezett s ebben a szekcióban vékonyfalú sejtekből áll. Az endodermis sejtjei a parenchymás sejteknél vékonyabb falúak, lapítottak, tangenciális irányban megnyúltak és keményítőt tartalmaznak. Az igen fiatal rhizoma négyszögletű endodermissejtjeiben kevesebb a keményítő és maga a sejt szembe-tünőbb, mint az idősebb rhizomák endodermise.

Az *Apogon*-szekció fajainak endodermise kevés kivétellel patkóalakúan görbült s igen vastag falú sejtekből áll.

FALKENBERG, ki ebből a szekcióból csak az *I. pseudacorust* vizsgálta, faji jellegűnek tekinti ezt a vastag falú endodermist. Részemről a faji jelentőséget az exodermisben látom kialakulni.

Az *Apogon*-szekció fajai közül az *I. humilis* és az *I. graminea* rhizomáiban nem találunk vastagfalú s patkóalakúan görbült sejtekből álló endodermist, hanem a *Pogoniris*-szekcióra emlékeztető vékony falú, kevés keményítőt tartalmazó megnyúlt sejteket.

Az *I. spuria* rhizomájában csak a ventralis oldalon található a patkóalakúan vastagodott sejtű tertiær endodermis.

A szekciójellegűnek vehető vastag falú endodermis egyenesen vastagodott falú sejtekből áll, a sejtek falán réteges szerkezet észlelhető. A fásodott falú sejtek csak phloroglucinosavra reagálnak, de a MÜLE-fele reagensre nem. A vastag falú endodermis-sejtek méretei csekély eltérést mutatnak, magassági méretük 15—35  $\mu$ , a sejtek szélessége 20—60  $\mu$ , hossza pedig 40—70  $\mu$ . A sejt-fal vastagsága 6—12  $\mu$ . Az endodermis sejtek kifejlődése a rhizoma korával változik.

### A kéregréteg collateralis edénynyalábjai.

Az *Iris*-rhizomák kéregrétegében haladó edénynyalábok lefutásuk szerint két csoportra oszlanak. Az egyik csoportba oly edénynyalábok tartoznak, a melyek folytatását a tölevelekben találjuk. Ezek a rhizoma dorsalis oldalán helyezkednek el. A rhizoma ventralis oldalán előforduló nyalábok a járulékos gyökerekben futnak s lefutásuk oly jellemző, hogy az első tekintetre elárulja a rhizoma ventralis oldalát.



A rhizoma dorsalis oldalán a levélhüvelybe futó nyaláb ferde keresztmetszetével s a járulékos gyökerekbe futó nyalábok hosszmetszetükkel tűnnek fel. A kéregrétegben haladó nyalábok collateralis szerkezetűek. Tschirch nyomán tudjuk, hogy a rhizomák kéregrétegének nincs sajátos nyalábrendszere. A csekély számú, levelekben haladó collateralis nyaláb egész hosszában a következő lefutású. A pálma-typust követve, a nyalábok mérsékelt ívben hajolnak be a rhizoma tengelye felé, onnét ismét kifelé fordulva az endodermis közelében lefelé haladnak és az alatta lévő nyalábokkal egyesülnek. Az ív, a melyet a levélbe lépő főnyaláb a központi henger kerületéből számítva leír, lefelé görbült s azután hirtelen a levélbe kanyarodik.

A gyökérben futó nyaláb az endodermis alatt tölcésrszerűen szélesedik ki s a perikambiuma átmegy a központi henger felületének vékony falú alapszövet-rétegébe. A lefutás iránya egyenes és sugaras. A collateralis nyalábban a farész spiralis vastagodású vékony tracheákból áll és a szekción belül igen szűk nyílásúnak bizonyult.

A *Pogoniris*-szekcióba tartozó fajok collateralis nyalábjainak spiralis vastagodású tracheái 8—10  $\mu$  szélesek, főleg a vékony rhizomájú fajokban. A vastag rhizomájú fajok tracheái pedig 10—12  $\mu$  szélesek. A háncs elemei a rostacsövek, a kambiform és a kísérő sejtek. A rostacsövek és a kambiform szintén kis méretűek (12  $\mu$ ), a kísérő sejtek szélessége azonban 18  $\mu$ -os is lehet.

Az *Apogon*-szekció collateralis nyalábjai lefutásuk és szerkezetük tekintetében is — egy kivételével — megegyeznek a *Pogoniris*-szekció collateralis nyalábjáival. Az *Iris ruthenica* vékony rhizomájának kéregrétegében haladó collateralis nyalábok annak bordázottságát alkotják. A kéregrétegben haladó 16—18 collateralis edénynyaláb szerkezetében lényegesen eltér az eddig tárgyalt nyaláboktól. E nyalábok magassági mérete túlhaladja a 200  $\mu$ -t is. E tekintélyes kifejlődést elérő collateralis nyalábot igen vastag falu és patkóalakúan görbült endodermiszerű sejtek zárják körül. Ezzel a szembetűnő szerkezetével egymagában áll a hazai *Irisek* között.

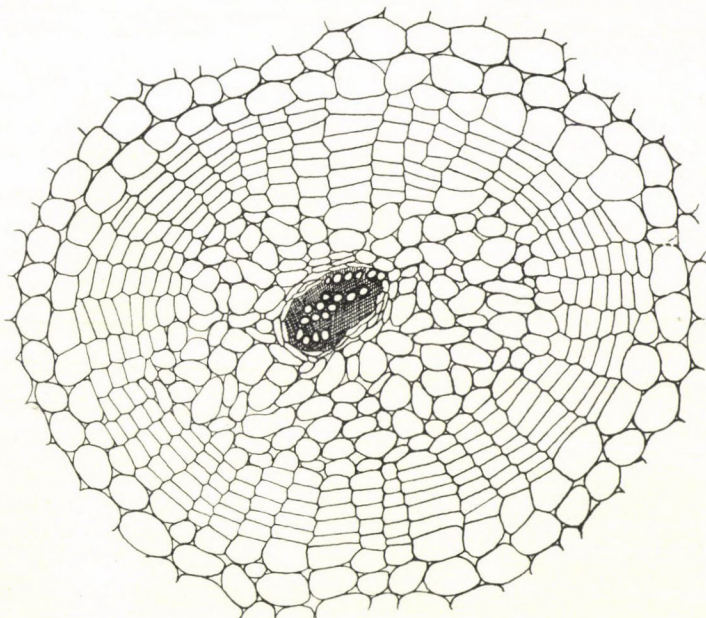
Az endodermiséhez hasonló vastagodással bíró hüvely által

körülzárt collateralis edénynyaláb fa- és hancsrésze igen kisméretű. Szembetűnő és szekciójellegű a tracheák vastagodása. Míg a *Pogoniris*-szekcióban csak spirális vastagodású tracheákról szólottam, addig az *Apogon*-szekció collateralis nyalábjainak tracheái spirális vastagodásán kívül oly tracheák is láthatók, a melyek fala gödörkésen vastagodott. Az *Apogon*-szekcióból csak az *I. ruthenica* tűnik ki kisméretű tracheáival, így a spirálisak 10—18, a gödörkés vastagodásúak 14—16  $\mu$ -osak, a többi *Apogon*-szekcióbeli fajnál a spirális és gödörkés vastagodású tracheák 20—24  $\mu$  átmérőjűek. A hancselemek közül a rostacsövek 12  $\mu$ -osak, a cambiform és a kísérősejtek igen kevésel térnek el a *Pogoniris*-szekció hasonló elemeitől. A collateralis nyalábok faelemeinek jóval nagyobb méretei, valamint a tracheák gödörkés vastagodása is hozzájárul a tölevélbe haladó nyalábok szilárdabb állományához. Ezt legjobban az *I. pseudacorus* rhizomájának felületét borító tölevélmaradványok edénynyalábjai bizonyítják. Hogy pedig az *Apogon*-szekcióbeli fajok rhizomáinak collateralis nyalábjai szilárdabb állományúak, azt legjobban a tenyészés viszonyai magyarázzák. Nyilvánvaló az, hogy mocsaras, nedves talajban a tölevelek szövete sokkal gyorsabban pusztul el, mint száraz talajban; ennélfogva az *Apogon*-szekcióbeli fajok collateralis nyalábjainak nagyobb szilárdsága teljesebben indokolt.

A collateralis nyalábokat körülvevő kéregparenchyma szövet-elemeiben, valamint a sejtközi járatokban található sejttartalom a központi hengerével teljesen egyező; épp a zért aközponti henger tárgyalása alkalmával részletesebben is fogom tárgyalni erre vonatkozó adataimat.

A hazai *Iris*-fajok collateralis edénynyalábjait tárgyalva említenem kell egy mellékkörülményből keletkezett szövetkialakulást, a melyről eddig még nem tettek említést. Ezt a jelenséget különösen a drogot szolgáltató rhizomákon észleltem. Nevezetesen *I. pallida* és *I. germanica* rhizomáján mind a dorsalis, mind a ventralis oldalán az edénynyalábokat vastag paraburok veszi körül, még pedig olyformán, hogy az exodermis paraszövete az edénynyaláb mentén a parenchymás kéregbe is benyomul s különösen a tölevél főerét, a járulékos gyökeret szorosan körülzárja.

Behatóbb vizsgálat után kitűnt, hogy az edénnyalábokat körülvevő para koncentrikus sejtsorokat alkot, azon belül a szállítószövet elemei szám és nagyság tekintetében redukáltak és összenyomottak. Ez a körülmény arra a következtetésre készítet, hogy a parás hüvely valószínűleg az edénnyaláb összenyomására jött létre. Hogy ez a következtetés nem volt alaptalan, bizonyítják a vizsgálatok eredményei. Nevezetesen mindaddig, míg a tőlevelek,



7. ábra. *Iris pallida* kéregrétegében haladó edénnyaláb keresztmetszete.

illetve a járulékos gyökerek munkabírók, addig a kéregrétegben haladó edénnyalábokat paraburok nem is veszi körül. Ha azonban a tőlevelek szövete idejekorán elpusztul, vagy a járulékos gyökerek részben tönkremennek: a kéregben haladó nyalábokat koncentrikus sorokban elhelyezett parahüvely zárja körül. Így tapasztaljuk azt az idősebb rhizomarészekben is, a hol a tőlevelek és a járulékos gyökerek is megszűnnek működni és a tágnylású nyalábokat paraszöveten belül lévő parenchyma-sejtek szorítják össze.

### A központi henger.

A rhizoma belső, kéreg által övezett része a központi henger, a melynek keresztmetszete szekció jellegű. A *Pogoniris*-szekció fajaira a központi hengernek elliptikus, az *Apogon*-szekció fajaira pedig a köralakú keresztmetszet a jellemző. Míg az *Apogon*-szekció fajaiban a vastag falú endodermis adja meg a keresztmetszet alakját, addig a *Pogoniris*-szekció központi hengerének határa szabad szemmel a koncentrikus edénnyalábok elhelyezése révén állapítható meg. A központi henger alakja a kifejlődött rhizomákban nagyjában a rhizoma keresztmetszetének alakjával egyező, fiatal termőszárrészekben azonban köralakú a keresztmetszete.

LINK a központi hengert «fa» (Holz) neve alatt tárgyalja. Ilyen néven szerepel BERG u. SCHMIDT munkájában is. FALKENBERG-nél centralis henger a neve. GUILLAUD központi résznek nevezi. LUERSSEN-nél Kern név alatt szerepel. TSCHIRCH és WIENER-nél central cylinder néven, az újabb német gyógyszerészeti munkák Kern néven tárgyalják. VAN TIEGHEM (30) stele-t ajánl a központi hengerrel szemben, míg ezt a felfogást SOLMS-LAUBACH ellenzi.

A központi henger szövete nagy üregű parenchymasejtekből alkotott. A központi henger külső határát a periciklus képezi s alapszövetében koncentrikus edénnyalábok haladnak. A *Pogoniris*-szekcióba tartozó fajok központi hengerében haladó koncentrikus nyalábok a rhizoma ventralis oldalán sokkal sűrűbben helyezkednek el, mint a rhizoma dorsalis, illetve annak középső részében. Ezzel szemben kimutatható az, hogy a rhizoma ventralis oldalán elhelyezett edénnyalábok sokkal szűkebbek, mint a rhizoma középső részében haladó nyalábok, a mit a geotropizmussal lehet magyarázni.

A periciklus lapított, kissé megnyúlt sejtekből álló burok, mely alatt a rhizoma dorsalis oldalán a levélbe haladó, a rhizoma ventralis oldalán pedig a gyökerekbe induló edénnyalábok helyezkednek el. A *Pogoniris*-szekció fajainak központi hengere szöveti felépítéséhez hasonló az *Apogon*-szekcióbeli rhizomák központi hengere. A központi henger alapszövetének periciklus



alatti rétegeiben a kis sejtekhez beljebb mind nagyobb és nagyobb sejtek sorakoznak. A *Pogoniris* fajaiban a központi henger parenchymasejtjei radiálisan  $90\ \mu$ -t is elérnek; legkisebb méretű parenchymás sejteket *I. bosniaca* és *I. Reichenbachii*-ben találtam, átmérőjük  $30\text{--}60\ \mu$  között váltakozott. E két faj kivételével a többi fajban a parenchymasejtek hossza és szélessége a  $120\ \mu$ -t is meghaladja. A sejt-falak vastagsága  $3\text{--}6\ \mu$ . A sejt-falak vastagodása azonos a kéregréteg-parenchymasejtek falvastagodásával.

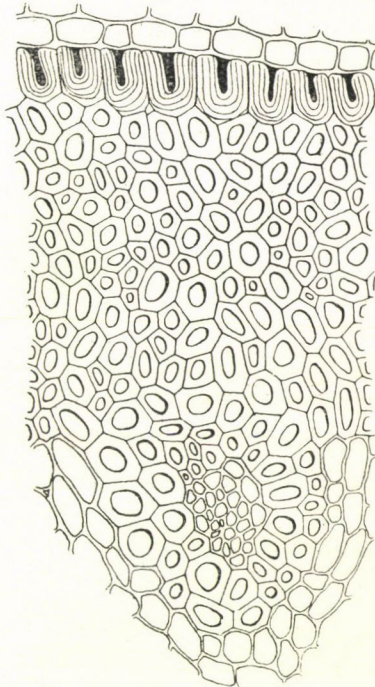
Az *Apogon*-szekció fajai közül csak az *I. pseudacorus* központi hengerének parenchymasejtjei érik el a legnagyobb sugaras irányú kifejlődést. A többi faj az *I. bosniaca* sejtjeinek a méreteit tünteti fel.

A gödörkés vastagodású sejt-falak vastagsága  $3\text{--}4\ \mu$  között váltakozik.

Lényeges eltérést mutat az *I. ruthenica* központi hengerének szöveti felépítése, a mennyiben az endodermis alatt igen vastag falú stereomaggyűrűt alkot.

A *Pogoniris*-szekcióbéli fajok rhizomája központi hengere magasságának és szélességének átlagát összehasonlítva, az fajok szerint következő adatokat eredményezett: *I. arenaria*  $3\text{--}3.4\ \text{mm}$ , *I. Reichenbachii*  $5\text{--}6.2$ , *I. bosniaca*  $5.4\text{--}6.8$ , *I. pumila*  $6.2\text{--}8.2$ , *I. hungarica*  $8.4\text{--}12.2$ , *I. variegata*  $8.6\text{--}14$ , *I. illyrica*  $9.8\text{--}15.6$ , *I. pallida*  $14\text{--}18$ , *I. florentina*  $16\text{--}23$ , *I. germanica*  $20\text{--}26$ .

Ebből a felsorolásból kitűnik, hogy a vékony rhizomájú



8. ábra.

*Iris ruthenica* központi henger-részlete koncentrikus edénynyalábbal.

fajok rhizomájának magassági és szélességi különbsége sokkal kisebb, mint a vastag rhizomájú fajoké; vagyis az 1 cm átlagot el nem érő fajok központi hengere kevésbé lapított, mint a vastag rhizomájú fajoké. Feltűnő jelenség, hogy a központi henger két méretének különbségéből származott fajok sorrendje, t. i. a dorsoventralis átmérővel szemben a laterális átméret azonos a kéregréteg vastagsága szerint felállított sorrenddel. A kéregréteg és a központi henger viszonylagos kifejlődését és azok első méretbeli összehasonlítását WIESNER végezte és kimutatta, hogy a drogot szolgáltató rhizomák kéregrétege a rhizoma öszsvastagságának  $\frac{1}{10}$ -ét teszi.

Ha azonban a kéregréteg átlagát a központi henger magassági és szélességi méretével hasonlítjuk össze, a következő hányadosokat kapjuk.

A növény neve	A kéregréteg átlaga $\frac{m'}{m}$ -ben	A központi henger		Hányados	
		magassága	szélessége	magasság kéregátlag	szélesség kéregátlag
<i>I. arenaria</i> ... ..	1·3	3·0	3·4	2·3	2·6
<i>I. Reichenbachii</i> ...	1·7	5·0	6·2	3·0	3·6
<i>I. bosniaca</i> ... ..	1·9	5·7	6·8	3·0	3·6
<i>I. pumila</i> ... ..	2·1	6·2	8·2	3·0	3·9
<i>I. hungarica</i> ... ..	2·2	8·4	12·2	3·8	5·5
<i>I. variegata</i> ... ..	2·2	8·6	14·0	3·9	6·3
<i>I. illyrica</i> ... ..	2·5	9·8	15·6	3·5	6·2
<i>I. pallida</i> ... ..	3·0	14·0	18·0	4·7	6·0
<i>I. florentina</i> ... ..	3·5	16·0	23·0	4·6	6·6
<i>I. germanica</i> ... ..	4·2	20·0	26·0	4·7	6·2

Ha tehát a kéregréteg  $\frac{m'}{m}$  átlagát viszonyba állítjuk a központi henger  $\frac{m'}{m}$ -ben kifejezett magassági és szélességi méretével, hányadosul oly számadatot kapunk, a mely azt fejezi ki, hogy hányszor foglaltatik a kéregréteg vastagsága a központi henger magasságában és hányszor annak szélességében. A nyert számadatokból kitűnik, hogy a kéregréteg az *I. hungarica*, *I. varie-*

*gata*, *I. illyrica*, *I. pallida*, *I. florentina*, *I. germanica* központi hengerének magasságában legalább 4-szer, annak szélességében pedig legalább 6-szor foglaltatik.

A *Pogoniris*-szekció legvékonyabb rhizomájú fajának (*Iris arenaria*) a kéregréteg-átlaga alig harmadfél-szer foglaltatik a rhizoma magassági, illetve annak szélességi méretében.

Tekintettel arra, hogy az említett számadatok csak a kéregréteg és a központi henger két mérete közti viszonyt adják, a melyekből korántsem tűnik ki az a viszony, a melyet WIESNER  $\frac{1}{10}$ -del jelzett: megkísérlem a kéregréteg vastagodását a rhizoma radiális méretével egybevetni.

Az alább felsorolt számadatokból kitűnik, hogy a kéregréteg átlagos vastagsága a rhizoma magasságához viszonyítva az ötszörösénél alig kisebb, de a hétszeresnél nagyobb hányadost nem ad.

A növény neve	A kéregréteg átlaga $m_m$ -ben	A rhizoma magassága $m'_m$ -ben	Hányados
<i>I. arenaria</i> ... ..	1·3	5·6	4·3
<i>I. Reichenbachii</i> ... ..	1·7	8·4	5·0
<i>I. bosniaca</i> ... ..	1·9	9·5	5·0
<i>I. pumila</i> ... ..	2·1	10·4	5·0
<i>I. hungarica</i> ... ..	2·2	12·8	5·8
<i>I. variegata</i> ... ..	2·2	13·0	6·0
<i>I. illyrica</i> ... ..	2·5	14·8	6·0
<i>I. pallida</i> ... ..	3·0	20·0	6·6
<i>I. florentina</i> ... ..	3·5	23·0	6·6
<i>I. germanica</i> ... ..	4·2	28·4	6·7

WIESNER az  $\frac{1}{10}$  hányadost valószínűleg úgy nyerte, hogy összehasonlította a rhizoma vékonyabb kéregrétegét a rhizoma magasságával.

Mundezekből a felsorolt adatokból kiviláglik, hogy a kéregréteg és a központi henger, valamint a rhizoma egész kifejlődésében bizonyos méretbeli összefüggés van. Kitűnik ugyanis, hogy vastagabb kéreg vastagabb központi hengert burkol s hogy

ez a viszony nem a véletlennek tulajdonítandó, hanem következetes, úgyszólván faji jelleggel bír, a mit legjobban nagyszámú mérésadattal bizonyíthatok. Nem hagyhatom említés nélkül a rhizoma korát sem, a mely érvényét veszti akkor, a mikor a rhizoma szöveteinek viszonylagos kifejlődéséről esik szó. Fennáll ugyanis az a tény, hogy bármily korú is a rhizoma, a vastagodó központi hengerrel karöltve a kéregréteg is vastagodik, még pedig a felsorolt számadatok arányában.

Végeredményben megállapíthattam azt, hogy a *Pogoniris*-szekcióba tartozó hazai *Iris*-fajok egyenlő korú rhizomáin a szövetek elrendezése exodermis-kéregréteg és központi henger tekintetében azonos és hogy azok méretbeli sajátos kifejlődése megközelítőleg állandó.

Az *Apogon*-szekció fajaiban a rhizoma központi hengerének keresztmetszete legtöbbször kör alakú s így a magassági és szélességi mérete is megközelítőleg egyenlő, a miből önként következik, hogy a kéregréteg és a központi henger magasságának a hányadosa egyben mértéke a központi henger szélességének is.

A méreteket a következő táblázatban foglaltam össze :

A növény neve	A kéregréteg átlaga $\frac{m}{m}$ -ben	A központi henger magassága $\frac{m}{m}$ -ben	Hányados
I. pseudacorus ... ..	2·1	15·0	7
I. spuria ... ..	2·0	8·0	4
I. sibirica ... ..	0·6	3·6	6
I. humilis ... ..	0·8	4·0	5
I. graminea ... ..	0·7	4·9	7
I. ruthenica ... ..	0·15	3·0	20

Ezek a felsorolt számadatok legjobban tájékoztatnak a rhizoma szövetének kifejlődéséről. Ha a hányadossal megszorozom a kéregréteg  $\frac{m}{m}$ -ben kifejezett átlagát, eredményül a központi henger  $\frac{m}{m}$ -ben kifejezett magasságát kapom. Ha pedig kettővel nagyobbított hányadossal szorzom a kéregréteg  $\frac{m}{m}$ -ben kifejezett átlagát, végeredményben a rhizoma  $\frac{m}{m}$ -ben kifejezett magasságát kapom.



Ezek a számadatok megfelelő tenyészés-viszonyok mellett rendszeren kifejlődött rhizomákra vonatkoznak. Mivel a rhizomákon nincsen másodlagos vastagodás, könnyen érthető, hogy az esetleg előforduló nagyobb eltérések csak a rendellenes fejlődési viszonyokkal kapcsolatosak. Hogy pedig a tenyészés viszonyok megváltoztatásával a kéregréteg és a központi henger szövetének kialakulásában lényeges változás állhat be, legjobban bizonyítja az a kísérletem, a melyet *I. pseudacorussal* végeztem. A mocsaras talajban jól tenyésző *I. pseudacorus*nak a budapesti tudományegyetemi növénykert homokos talajában tenyésztett példányain szembetűnő változást észleltem. Nevezett példányokon a kéregréteg sokkal jobban fejlődött ki, viszont a központi henger rendes kifejlődésének  $\frac{1}{3}$ -ával csökkent. Ezt a rendestől eltérő kifejlődést csak a megváltozott talajviszonyok magyarázzák.

*Sejttartalom.* A hazai *iris*-fajok központi hengerét alkotó parenchyma-sejtjeiben ép úgy, mint annak kéregréteg-sejtjeiben szilárd és cseppfolyós sejttartalmat lehet megkülönböztetni. A folyékony halmazállapotú sejttartalomhoz tartozik az illó és ætherikus olaj és a csersav. A szilárd halmazállapotú sejttartalomhoz tartozik a keményítő és állítólag a sejtek közötti járatokban lévő kalciumoxalatos ikerkristály.

A *Pogoniris*-szekcióba tartozó és előttem megvizsgált fajok sejttjeiben lévő keményítő szembetűnő voltánál fogva nem is került ki a legrégebb kutatók figyelmét sem. Ugyanaz mondható a kalciumoxalát-kristályokról is. Mind a keményítőszemecskékről, mind az ikerkristályokról eddig igen sokat jegyeztek fel. LINK már említi a keményítőszemecskéket, úgyszintén BERG u. SCHMIDT munkája is. MER E. (31) a glykose keményítővé való átalakulását figyelte meg. VINES (32) az *I. pumila* aleuronszemcséinek kristalloid nélküli szerkezetét tárgyalja. WITTSTEIN (33), STRASBURGER (34), SCHIMPER (35), DAMMER (36), TSCHIRCH, DODEL (37), BINZ (38), KOCH v. GILG (39), PURLEWITSCH (40), LECLERC DE SABLON (41), WIESNER, CZAPEK (42), MÖLLER és valamennyi újabb gyógyszerészeti munka tárgyalja a drogot szállító rhizomák keményítőszemecskéinek szerkezetét és alakját. A nagyszámú megfigyelést a hazai *iris*-fajok rhizomájában előforduló keményítőről szerzett tapasztalataim alapján a következőkkel egészítem ki.

A két szekcióbeli fajok rhizomájának keményítője olyannyira eltérő, hogy azok szekciójellegét kiemelni el nem mulaszthatom. A *Pogoniris*-szekció rhizomájának kéregparenchymájában több a keményítőszemecske, mint a központi hengerében. A keményítőszemcskék alakja rendkívül változó s nagysága a rhizoma korával is változik. A fiatal rhizoma keményítője apró, míg az idősebb rhizomáé nagyobb. A keményítőszemcskék — másképp sphæro-kristályok — egyszerűek, de lehetnek kettesével, sőt hármásával és többesével összetettek is. MEYER (43) szerint monarch-, di-, tri-, poliarchig emelkedő összetétellel bíró sphæro-kristályok ezek. Az egyszerű keményítőszemcskékben excentrikus magot találunk, melyből patkóalakúan görbült repedés indul ki. A keményítőszem egyik vége lapított, azzal vagy összefüggött vagy összefügg a SCHIMPER által felismert keményítőképző. A keményítőszemcskék jódval sötétkék színű színezést adnak. A MEYER-féle sphærokristályok az amylose  $\beta$  csoportjába tartoznak, főleg azért, mivel meleg vízben oldódnak és jódval kékre festődnek. Ezekben a felsorolt tulajdonságokban megegyeznek az összes hazai *Pogoniris*-szekcióbéli rhizomák keményítőszemcskéi.

A keményítő mennyiségét többen is vizsgálták. Így KREUTZBURG az *Iris germanica* rhizomájából kiválasztott keményítő súlyát a rhizoma súlyának  $1\frac{1}{8}$ -ában állapította meg.

PASSERINI (44) ugyancsak az *Iris germanica* keményítőjét vizsgálta s 57.04-ben állapította meg annak a százalékát.

A keményítőszemcskék alak- és méretbeli kifejlődése szerint a *Pogoniris*-szekción belül megkülönböztethetünk aprószemű, tojásdad, ritkán gömbalakú szemcskéket s rajtuk patkóidomú repedéseket; a szemcskék hossza 6—14  $\mu$ , szélessége 5—10  $\mu$ . Ilyeneket leginkább az *I. arenaria*, *I. Reichenbachii*, *I. bosniaca* és *I. hungarica* rhizomájában találhatunk. Ezzel szemben némi alakbeli, de főleg méretbeli eltéréseket észlelünk a vastag rhizomájú fajok keményítőszemcskéiben. A leginkább ujjalakúan megnyult, gömbölyded, kagyló- vagy kúpalakú szemcsék hossza 40  $\mu$ , szélessége 20  $\mu$ -ig terjedhet. Ilyen keményítő található *I. variegata*, *I. illyrica*, *I. florentina*, *I. pallida* és *I. germanica* rhizomáiban.

A *Pogoniris*-szekció keményítőjével szemben az *Apogon-*

szekció rhizomáiban mind alakra, mind összetételre nézve eltérő keményítőszemcséket találunk.

Az *Apogon*-szekció hazai fajaiban a keményítőszemcsék igen aprók s egy faj kivételével az amylose  $\alpha$  sphærokristályok csoportjába valók; forró vízben u. i. nem oldódnak s jóddal vöröstre festődnek. ROTHERT (45), RODEWALD és KATTEIN (46), újabban MEYER a keményítőszemcsék amyloextrin-tartalmát cáfolja. Vizsgálataim egyetlen kivétele az *I. graminea* keményítője, a mely az amylose  $\beta$  csoportjába való s jóddal nem vörös, hanem sötétkék színű csapadékot ad. Leginkább gömbalakú, 4—8  $\mu$  szélessége, 10—16  $\mu$ -ig terjedő hosszúsága mellett szembeszökő a szemcsék szerkezete. Majdnem központi maggal bíró szemcsékben a repedés sugaras, száma 4—5. A szemcsék rétegzettsége is szembetűnő.

Az *Apogon*-szekció többi fájában a keményítőszemcsék hossza 8  $\mu$  ig, szélessége 4  $\mu$ -ig terjedhet.

Míg a keményítőszemcsék méretbeli kifejlődése tekintetében a *Pogoniris*-szekció az apró keményítőszemcsékhez áll legközelebb, addig chemiai összetételük lényeges különbséget mutat és pedig az *I. graminea* kivételével a többi *Apogon*-szekcióbeli faj rhizomájában dextrinszerűvé alakult keményítő található.

A hazai *Iris*-fajok parenchymás rhizomáriszeiben előforduló keményítőszemcsékén kívül jellemző a parenchymás szövet sejtközi járataiban elhelyezett ikerkristályok kialakulása is. Már a többször idézett régi kutatók műveiben ott találjuk a kristályokat felemlítve. HOLZNER (47) már behatóan foglalkozik a kristályokkal, de az ikerkristályok lényegét LASAULT (48) ismeri fel s az oxalsavas mész kristályszerűjét orthopinakoidnak véli. Újabban KRAEMER (49) is foglalkozik az ikerkristályokkal, de az ikerkristályok lényegét, az *Iris*-rhizomák sejtközi járataiban való elhelyezését csak TSCHIRCH beható vizsgálata alapján ismerjük.

TSCHIRCH ugyanis kimutatja az *Iris germanica* rhizomájában, hogy az ikerkristályok mind a kéregréteg, mind a központi henger parenchymasejtek sejtközi járataiban tömlőben foglalnak helyet, a mely tömlők a sejtközi járatokat körülvevő parenchymasejtek kitüremlése folytán jöttek létre; a burok fala gyengén parásodott. A kristályok helyzete a rhizoma hossztengelyével

párhuzamos. Az ikerkristályok ilyen módon való elhelyezkedését, előfordulását az összes hazai *Iris*-fajokon észleltem. Különbséget csak a kristályok méreteiben lehetett megállapítanom. Az ikerkristály legtöbb esetben négyszögű oszlop, a melynek egyik vége piramisszerűen kihegyeződik, a másik vége a fecske farkára emlékeztető beszögeléssel bír. Hegyes vége a rhizoma növekedési irányával egyező.

Az ikerkristályok a rhizoma keresztmetszetén legtöbb esetben rendetlen elhelyezésűek, ezt a helyzetet a kés éle metszés közben hozza létre. A kemény calciumoxalatkristályok a metszésnek ellentállanak s a kés nyomása folytán kimozdulnak eredeti helyzetükből. A calciumoxalatkristályok az *Iris*-rhizoma drogjának porára is igen jellemzőek.

Épp az ikerkristályok jelenléte folytán használhatták az *Iris*-rhizomák porát már az ókorban is arczpirosítószerül s a keleti népek jelenleg is használják erre a célra. Itt kétségbe kell hogy vonjam Pax ama állítását, mely szerint csak a rhizoma nedveinek hatása folytán pirosodik meg az arcz bőre. Én az ikerkristályszilánkok karczó ingerhatásában látom az arczpirosítás főokát.

Az *Apogon*-szekció fajainak rhizomái a *Pogoniris*-fajokéival egyezően alakra és kifejlődésre nézve azonos calciumoxalatkristályokat tartalmaznak. A kristályok mind a vékony rhizomájú *Pogoniris*-szekció, mind az *Apogon*-szekció fajaiban 300  $\mu$ -ig terjedő hosszúság mellett csak 15—20  $\mu$  szélességűek, míg a *Pogoniris*-szekció vastag rhizomájú fajaiban 500—600  $\mu$  hosszúságot, 30—40  $\mu$  szélességet tüntetnek fel.

Calciumoxalatkristályokon kívül csak az *I. bosniaca* rhizomáiban találtam calciumcarbonát-glomerulákat.

*I. sibirica* központi hengerének parenchímájában találtam calciumoxalattól álló buzogányfejalakú kristályokat is.

A *Liliaceákra* jellemző raphidot egy esetben sem találtam.

A hazai *Iris*-fajok rhizomáiban előforduló nem szilárd halmazállapotú sejttartalmak között szerepelnek az olajok, a gyanta, a gummi és a cersav.

A *Pogoniris*-szekcióból csak a drogot szolgáltató rhizomák zárványait ismerjük pontosabban, míg a többi faj phytochemiai vizsgálata teljesen hiányzik.

Az *I. florentina*, az *I. pallida* és az *I. germanica* mint gyakorlati értékkel is bíró fajok sejtzárványait újabban is behatóbb vizsgálat tárgyává tették és kimutatták, hogy az illóolaj, a mely a drog kellemes illatát adja, nem a váladéktartó sejtekben fordul elő, hanem az alapszövet parenchymájának a plasmájában.

Különösen FLÜCKIGER, TSCHIRCH, PASSEBINI, TIEMANN ET LAIRE (50), KELLER (51), WIESNER, CZAPEK munkáikban behatóbban tárgyalják a folyékony vagy félig folyékony (gummi, gyanta) sejt-tartalmú részek összetételét és szerkezetét.

### A concentrikus nyalábok.

A hazai *Iris*-fajok rhizomájának központi hengerében haladó edénnyalábok a kéregréteg nyalábjaitól eltérően concentrikus szerkezetűek. A concentrikus nyalábok elhelyezése a központi hengeren belül az összes hazai *Iris*-fajokban megegyező. A nyaláboknak minden rendszert nélkülöző eloszlását a nyalábok lefutása magyarázza. Ezeket a concentrikus nyalábokat már LINK is megemlíti és kiemeli, hogy a «fában» (központi henger) levő nyalábok olyanok, a minők a szárban sohasem fordulnak elő.

FALKENBERG az *I. pseudacorus* rhizomáiban haladó nyalábok lefutását tárgyalja.

Ugyanazt teszi GUILLAUD az *I. amoena* rhizomanyalábjaival.

DAMMER említi először a drogot szolgáltató rhizomákban a concentrikus nyaláb hálós vastagodású tracheáit.

TSCHIRCH az *I. germanica* rhizomáját tárgyalva, először használja a perixylematikus nyaláb elnevezését.

PLANCHON ET COLLIN a concentrikus nyalábok endodermiséről emlékszik meg.

WIESNER említi, hogy a concentrikus és a collateralis nyalábok néha kombinálódnak.

GILG a concentrikus nyalábokat a collateralisokból származtatja le.

PRANTL-PAX és STRASBURGER tankönyve *I. germanica* concentrikus nyalábját tárgyalja.

Már e rövid visszapillantásból is kitűnik, hogy az *Iris*-fajok

rhizomáinak koncentrikus nyalábjaikat csak egy-két közismert fajon tárgyalták. Ez irányú vizsgálódásomat valamennyi hazai *Iris*-fajra kiterjesztettem és kijelenthetem, a mint azt már a *collateralis* nyalábok tárgyalásánál megemlítettem, hogy egy-egy szekción belül az edénynyalábok szerkezete megegyező, de a két hazai szekcióban eltérő.

A koncentrikus nyalábok elhelyezése az összes hazai fajokon belül a központi henger keresztmetszetének kerületén olyannyira sűrű, hogy már szabad szemmel is jól észrevehető határt alkot a kéregréteg és a központi henger között.

A központi henger közepe felé eső részén a nyalábok száma gyérül, sőt annak közepe nyalábot nem is tartalmaz.

A nyalábok eloszlásának sajátosságát FALKENBERG a pálmatiszerű nyaláb-lefutással már meg is magyarázza.

A nyalábok rendszertelen eloszlása mellett a rhizoma keresztmetszetéből is következtetni lehet annak dorsalis és ventrális oldalára.

A hazai fajokon ugyanis azt tapasztaltam, hogy a koncentrikus nyalábok a rhizoma ventralis oldalán sűrűbben helyezkednek el, mint a rhizoma dorsalis oldalán. Még egy közös tulajdonságban egyeznek az összes hazai fajok, még pedig abban, hogy a központi henger belseje felé eső koncentrikus nyalábok nagyobbak, mint a szélsők. Szembeszökő és a szekciókra jellemző tulajdonságok a következők. A perixylematikus nyalábok farésze a *Pogoniris*-szekció fajaiban több csoportban helyezkedik el a hánccs körül, az *Apogon*-szekció fajaiban a xylem vagy teljesen összefüggő, vagy megközelítőleg zárt gyűrűt alkot a hánccs körül; az edénynyalábok nagyságbeli eltérése is szembeszökő jelenség.

A koncentrikus nyalábok szerkezetéről eddig is sokat írtak s az előttem legújabbán végzett ez irányú vizsgálatokhoz legföljebb az egyes szerkezeti és méretbeli eltéréseket fűzhetem.

Vizsgálataim alapján megállapíthatom azt, hogy egy rhizomán belül a koncentrikus nyalábok méretei sem egyezők. Nagyobbak a nyalábok a rhizoma dorsalis, mint annak ventralis oldalán.

De különbséget lehet találni az edénynyalábok kifejlődése tekintetében a vékony és a vastag rhizomájú fajokon is.

Egy-egy nyalábot véve tekintetbe megállapíthatom azt, hogy

kivétel nélkül összes fajainkon a koncentrikus nyaláb magassága jóval nagyobb a nyaláb szélességénél. A rhizoma szövetei kifejlődésének aránya az edénnyalábok kifejlődésével is beigazolódott. Ugyanis egyazon faj fiatal és idősebb rhizomájának edénnyalábjai között ép úgy észlelhető az eltérés, mint a hogy megállapítható volt ez a többi szövet kifejlődésében, olyannyira, hogy nélkülözhetetlenné vált a rhizomák vizsgálatakor a rhizoma korának a tekintetbe vétele. Ebből viszont az is következik, hogy a rhizoma szöveteinek kifejlődéséből következtetni lehet a rhizoma korára is.

A koncentrikus nyalábok méretbeli összehasonlításakor kitűnik, hogy a *Pogoniris*-szekció vékony rhizomájú fajainak koncentrikus nyalábjai a drogot szolgáltató rhizomák edénnyalábjainak csak a félméretét érik el.

A koncentrikus nyalábok magassága ebben a szekcióban 180—400  $\mu$ , szélességben 140—320  $\mu$  között váltakozik.

A perixylematikus nyalábokat különleges vastagodás nélküli parenchymás hüvely veszi körül. Az endodermis jelenlétére a parenchymás sejtek elhelyezése utal.

A koncentrikus nyalábok faelemei a tracheák. A tracheák vastagodása spirális, létrás és hálós. A spirális vastagodású tracheák 12—20  $\mu$ -osak, a lépcsős vastagodásúak 14—20, a hálósak pedig 16—25  $\mu$ -osak. A faparenchyma szélessége 10—26, hossza 80  $\mu$ -os. A cambiformsejtek, a háncsparenchyma 24  $\mu$ -ig terjedő szélességgel bírnak. A kísérő sejtek szélessége a 40  $\mu$ -t is túlhaladja.

Az *Apogon*-szekció koncentrikus nyalábjainak kifejlődése sokkal tekintélyesebb a *Pogoniris*-szekció fajainál.

Szembetűnő a nyaláb faelemeinek gödörkés vastagodása, mely a *Pogoniris*-szekcióban teljesen hiányzik.

A faelemek spirális vastagodású tracheái 24  $\mu$ -osak, a gödörkés vastagodásúak a 30  $\mu$ -t is túlhaladják. A hálós és a létrás vastagodású tracheák a 20—25  $\mu$ -t is túlhaladják.

Az összes hazai fajok rhizomáiban előforduló anastomozáló nyalábok a legváltozatosabb kialakulásokat mutatják.

## A Pogoniris- és az Apogon-szekció rhizomáinak szövettani különbségeiről.

A hazai *Iris*-fajok rhizomájuk szövettani szerkezete folytán a leghatározottabban két csoportba oszlanak. Az egyik csoportba oly fajok foglalhatók össze, a melyek rhizomáját parás exodermis fedi. Ebbe a csoportba *Iriseink* nagyobbik fele tartozik. A kevesebb fajjal bíró csoportot jellemzi a rhizoma fásodott sejtű exodermise.

Oly jellemvonások ezek, a melyek már szabad szemmel is megállapíthatók, de a melyek a BAKER-féle *Pogoniris*- és *Apogon*-szekció felosztását is támogatják. Ez a kétféle exodermis kialakulása korántsem az egyetlen szekció-jellegű szövet-kialakulása a rhizomának. A szekció jellegének megállapításához hozzájárulnak még a rhizoma keresztmetszetének alakja, a belső kéreg szövete, az endodermis kialakulása, a központi henger alakja, edénynyalábok és az azokat alkotó elemek; a sejtek tartalmában is a szekció jellegét a leghatározottabban fel lehet ismerni.

Ha az *Iris*-rhizomák szöveteinek a kialakulását tanulmányozzuk, elsősorban a rhizoma keresztmetszetének az alakja tűnik fel. A rhizoma keresztmetszetének a körrajza lehet elliptikus, többé vagy kevésbé lapított, de lehet oldalt összenyomott vagy teljesen köralakú. Első esetben a *Pogoniris*-, utóbbi esetben az *Apogon*-szekcióbeli rhizomával van dolgunk.

A parás exodermissel szemben az *Apogon*-szekció fásodott sejtű exodermise szöveti eltérése mellett az exodermisnek az elhelyezése a rhizomán szintén jellemző.

A *Pogoniris*-szekció parás exodermise ventralisan vastagabb, rendezett és több sejtsorban elhelyezett parából áll. Az *Apogon*-szekció fásodott sejtű exodermise kevés kivétellel a rhizoma egész felületét egyformán burkolja.

Az exodermis alatti parenchymás kéreg szövetének kialakulásában is látunk különbséget. Míg az *Apogon*-szekcióbeli fajok kéregrétege egynemű parenchymából áll, addig a *Pogoniris*-szekcióbeli fajoknál a parenchymás kéreg exodermis alatti sejtjei collenchymaszerűen vastagodottak.

A *Pogoniris*-szekcióbeli fajok rhizomáinak vastagságát tekintve, vékony és vastag rhizomájú fajokról lehetne szó.



E felosztást követi a kéregréteg összvastagságbeli kialakulása. Nevezetesen a vékony rhizomájú fajokon a ventralis kéregréteg vastagabb a dorsálnál, ellenben a vastag rhizomájú fajokon megfordítva áll az eset. Az *Apogon*-szekció fajaiban — egy faj kivételével — a ventrális kéreg összvastagsága nagyobb.

Az endodermis kialakulása a *Pogoniris*-szekcióbeli fajokban egyforma, vékony falú, lapított sejtű parenchymából áll; az *Apogon*-szekcióbeli fajokban kétféle kialakulású endodermist észlelünk: vagy a *Pogoniris* vékony falú parenchymás, vagy a gyökerek patkóalakúan görbült vastag falú endodermisét találhatjuk. Egy esetben (*I. spuria*) mind a kétféle kialakulású endodermis volt észlelhető.

Az endodermisen belül foglal helyet a központi henger; keresztmetszetének alakja szekció-jellegű. A *Pogoniris*-szekció fajainak központi hengere keresztmetszetben elliptikus, az *Apogon*-szekció fajaié köralakú.

Mind a kollaterális, mind a koncentrikus edénnyalábok tracheáinak vastagodási módja is szekciójellegű. Míg a *Pogoniris* nyalábjainak tracheái csak spirális, lépcsős és hálós vastagodást mutatnak, addig az *Apogon*-szekció nyalábjában mindenütt a gödörkés vastagodású tracheák is szerepelnek.

A rhizoma parenchymájában előforduló sejtartalom más a *Pogoniris*-szekcióbeli fajokban és más az *Apogon*-szekcióiban. Ezt a szilárd sejtzárványokról a leghatározottabban állíthatom s valószínűleg áll ez az illó olajokról is. A szilárd sejtzárványok, a keményítőszemecskék, alakjuk és chemiai összetételük révén is különböznek. A *Pogoniris*-szekció fajaira jellemző az excentrikus maggal és patkóalakú repedéssel bíró, jód által kékre festődő, meleg vízben oldódó amylose  $\beta$  csoportbeli keményítő. Míg az igen apró szemcséjű, jóddal vörösre festődő, meleg vízben nem oldódó keményítőszemecskék az *Apogon*-szekcióra jellemzők; kivételt egy faj képez csupán (*I. graminea*), a melynek keményítő-szemecskéi összetételre nézve a *Pogoniris*-szekció keményítőszemecskéivel egyezők, de alakra nézve lényegesen különbözők, a mennyiben a szemecskék központi maggal és 4—5 sugárirányú repedéssel bírnak.

Mindezek az említett szövettani különbségek csakis a tenyész-

tési viszonyoknak megfelelően s rendszeren kifejlődött rhizomák szövetelemeire vonatkoznak.

De a felsorolt különbségek a legjobban bizonyítják a két szekciónak egy genuszba való tartozását. Kiténik ez a rhizomák egységes felépítéséből, a melyet a kéregrétegre és központi hengerre való elkülönülésben észlelünk.

A szekciók különbségéből levezetett s a genuszra jellemző összefoglalással szemben hátra van még a két szekcióba tartozó hazai *Iris*eknek fajokig menő meghatározási módjának a megjelölése, a melyet a határozó kulcsban visszaadni megkísérlek.

A hazai *Iris*-rhizomák szövettani különbségeinek egybevetése alkalmából érlelődött meg bennem a gondolat, hogy *Iris*eink fajokig menő meghatározását — anatómiai adatok alapján — a határozó kulcsban összefoglaljam.

### Anatómiai határozókulcs.

A *Pogoniris*-szekció fajaira jellemző a rhizoma dorsoventralison lapított elliptikus keresztmetszete, a fiatal rhizomán egykét, idősebb rhizomán három zónás paraexodermis, collenchymaszerű és gödörkés vastagodású parenchymás kéreg, vékony falú, lapított, négyszögletes sejtekből álló és keményítőt tartalmazó endodermis, a nyalábok tracheái spirális, létrás és hálós vastagodásúak, a sejtközi járatokban kovasavas mészből álló ikerkristályok és az omnicelluláris és patkóalakú repedéssel bíró, meleg vízben oldódó, jód által kékre festődő keményítőszemecskék.

Szekció-jelleg: A rhizoma exodermise paraszövetű és ventralisan vastagabb, endodermise vékony falú, lapított négyszögletű, jóddal kékre színeződő keményítő: *Pogoniris*-szekció.

Az *Apogon*-szekció fajaira jellemző, hogy a rhizoma keresztmetszete köralakú, az exodermis fásodott sejtű, a parenchymás kéreg gödörkés vastagodású, az endodermis patkóalakúan vastagodott sejtű s részben lapított vékony falú, a központi henger köralakú. Az edénnyaláb tracheái spirális, hálós és gödörkés vastagodásúak. A sejtközi járatok kovasavas mészből álló iker-

kristályokat, a parenchymasejtek pedig apró szemű, jód által vörösre festődő keményítőszemecskéket tartalmaznak,

Szekció-jelleg: Az exodermis fásodott sejtű, az endodermis patkóalakúan vastagodott vagy vékony falú lapított négyszögletes sejtű, apró szemű, jóddal vörösre vagy kékre színeződő keményítő: *Apogon*-szekció.

### Pogoniris-szekció.

I. Vékony rhizomájú fajok, ventralisan vastagabb kéregréteggel. Parás exodermis 300—600  $\mu$ -ig emelkedő mérettel. A kéregréteg átlaga a rhizoma magasságának  $\frac{1}{6}$ -áig emelkedik.

A vékony, tarackszerű rhizoma exodermise 300—400  $\mu$ -os, a parasejtsorok száma 10—13, a fiatal parazóna 3—4 sejtsorú. A központi henger majdnem kör alakú (3·0—3·4  $\frac{m}{m}$ ). A kéregréteg átlaga 4·3-szer foglaltatik a rhizoma magasságában. *Iris arenaria* W. ET KIT.

Az exodermis 600  $\mu$ -ig emelkedik. A parasejtsorok száma 15—18, a fiatal parazóna 4—5 sejtsorú, a központi henger átmetszete elliptikus (5·3—6·2  $\frac{m}{m}$ ). A kéregréteg átlaga a rhizoma magasságában 5·0-szor foglaltatik. *Iris bosniaca* Beck.

Az exodermis 600  $\mu$ -os, sejtsorainak száma 16—20, a fiatal para 4—6 sejtsorú. A központi henger keresztmetszete elliptikus. A kéregréteg a rhizoma magasságában 5·0-szor foglaltatik. *Iris Reichenbachii* HEUFF.

Az exodermis 600  $\mu$ -os, sejtsorainak a száma 16—22, a fiatal parazóna 4—5 sorú, a parenchymás kéreg sejtfa vastagabb a központi henger parenchymájánál (8  $\mu$ ). A kéregréteg a rhizoma magasságában 5·0-szer foglaltatik. *Iris pumila* L.

Az exodermis 700  $\mu$ , a parasejtsorok száma 16—22, a fiatal parazóna 5—6 sejtsorú. A központi henger lapított elliptikus keresztmetszetű (8·4—12·2  $\frac{m}{m}$ ). A kéregréteg átlaga a rhizoma magasságában 5·8-szor foglaltatik. *Iris hungarica* W. ET KIT.

II. Vastag rhizomájú fajok, dorsalisan vastagabb kéregréteggel, 800  $\mu$ -ig emelkedő parás exodermissel. A kéregréteg átlaga a rhizoma magasságában hatnál többször foglaltatik.

Az exodermis 700  $\mu$ -os, sejtsorainak a száma 18—23, a fiatal

parazóna 5—7 sorú. A központi henger magassága 8·6, szélessége 14  $\frac{m}{m}$ -es. A kéregréteg a rhizoma magasságában 6·0-szor foglaltatik. *Iris variegata* L.

Az exodermis 750  $\mu$ -os, sejtsorainak a száma 18—24, a fiatal zóna 6—7 sorú, a kéregréteg 2·5  $\frac{m}{m}$ -es, a központi henger magassága 9·8, szélessége 16·6  $\frac{m}{m}$ . A kéreg a rhizoma magasságában 6·0-szor foglaltatik. *Iris illyrica* TOMM.

Az exodermis 800  $\mu$ -os, sejtsorainak a száma húsznál mindig nagyobb (20—25), a fiatal parazóna 6—8 sorú. Lapított ellipszisalakú a központi henger keresztmetszete. A kéregréteg átlaga a rhizoma magasságában 6·6-szor foglaltatik. *Iris pallida* LAM.

Az exodermis 800  $\mu$ -os, sejtsorainak a száma 20—24, a fiatal parazóna 8—10 sorú. A kéregréteg 3·8  $\frac{m}{m}$ , átlaga 6·6-szor foglaltatik a rhizoma magasságában. *Iris florentina* L.

Az exodermis 800  $\mu$ -os, sejtsorainak száma 24—30, a fiatal parazóna 10—14 sorú, a kéregréteg 4·3  $\frac{m}{m}$ -es, átlaga a rhizoma magasságában 6·7-szor foglaltatik. *Iris germanica* L.

## Apogon-szekció.

### I. Exodermis nélküli faj.

A vékony rhizomájú kéregréteget epidermis burkolja. A központi hengert és a kollateralis nyalábokat patkóalakúan vastagodott sejtű endodermis veszi körül. *Iris ruthenica* KER. GAWL.

### II. Fásodott exodermissel bíró fajok.

a) Az endodermis patkóalakúan vastagodott.

Az exodermis 1—2 sorú, dorsalisán vastagabb kéregréteg. A rhizoma metszésének felülete rózsás színű. *Iris pseudacorus* L.

Az exodermis 2—3 sejtsorú, ventralisan vastagabb kéregréteggel, sejtjeiben buzogányalakú gipsz-kristályokkal. *Iris sibirica* L.

Az exodermis 4—5 sorú, világosabb és sötétebb színű sejt-reteggel, a kéregréteg ventralisan vastagabb kéregréteggel. Az endodermis felemás. A rhizoma ventralis oldalán patkóalakúan vastagodott, dorsalisán vékony falú és lapított sejtű. *Iris spuria* L.

b) Az endodermis vékony falú, lapított négyszögletes sejtű. A kéregréteg ventralisan vastagabb.

Az exodermis 7—9 sorú, széles kéregréteg. *Iris humilis* M. BIEB.

A taraczkyszerű rhizoma exodermise 2—3 sejtű, vékony kéregréteg. *Iris graminea* L.

### A hazai Iris-fajok természetes csoportosítása a rhizomák anatómiája alapján.

*Iriseink* rhizomájának anatómiáját vizsgálva tapasztalhattam, hogy a szekciók szerinti felosztás érvénye mellett a szekciók szövetei között bizonyos fejlettségi fokozat is mutatkozik.

Az *Apogon*-szekció fásodott sejtű exodermisét primitívebb, elkülönülése alapján régibb szövetnek tartom, mint a *Pogoniris*-szekció parazövetű exodermisét.

Ugyancsak fiatalabb eredetű szövetre vall a *Pogoniris*-szekció kéregrétegének kollenchymaszerű és gödörkés vastagodású kéregparenchymája, az *Apogon*-szekciónak csak gödörkés vastagodású parenchymájával szemben.

Az *Apogon*-szekció régibb volta mellett szólnak, eltekintve az óriási elterjedésétől, a tenyészeti viszonyok is, a mennyiben az *Apogon*-szekció majdnem valamennyi faja nedves, mocsaras talajban tenyészik, míg a *Pogoniris*-szekció fajai száraz talajt kívánnak.

Mindezek alapján phylogenetikai szempontból az *Apogon*-szekciót régibbnek, a *Pogoniris*-szekciót fiatalabbnak tartom.

A hazai *Iris*-fajok természetes csoportosítása a rhizoma szövetének megegyező felépítése alapján, szorosan a határozó kulcsban felállított csoportok szerint magyarázható.

Az *Apogon*-szekció három egymással megközelítőleg egyezően felépített rhizomájú faja az *I. sibirica*, *I. pseudacorus* és *I. spuria*. Az említett fajok megegyeznek abban, hogy a külső kérgük fásodott sejtű és az endodermisük patkóalakúan vastagodott falú.

A következő csoportba az *I. graminea* és az *I. humilis* osztható, mert mind a kettőn vastag falú exodermist és vékony falú parenchymás endodermist találunk. Ennek az ellenkezőjét látjuk az egyedül álló *I. ruthenica* rhizomájában kialakulni,

nevezetesen vékony falú parenchymás kéreg mellett az endodermis patkóalakúan vastagodott falú.

A *Pogoniris*-szekció fajai két nagy csoportra oszlanak és pedig a vékony és a vastag rhizomájú fajokra.

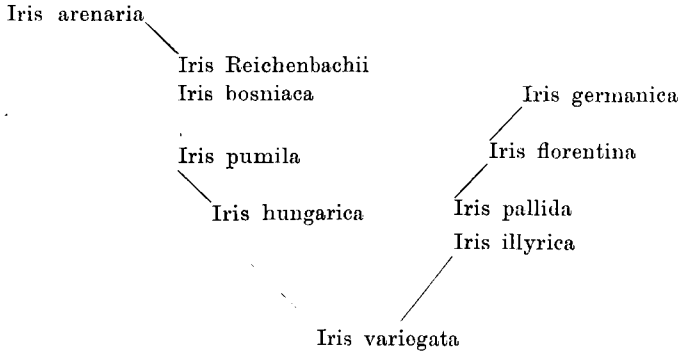
E két csoport között áll az *I. variegata* rhizoma-felépítése, a melyhez egyfelől a vastag rhizomájú fajok sorakoznak, még pedig mint igen közel álló rokon fajok az *I. illyrica* és az *I. pallida*. Ezt két faj követi: az *I. florentina*, míg mint legjobban kifejlődött faj az *I. germanica* tűnik ki.

A vékony rhizomájú fajok között mint igen közel állók az *I. hungarica* és az *I. pumila*.

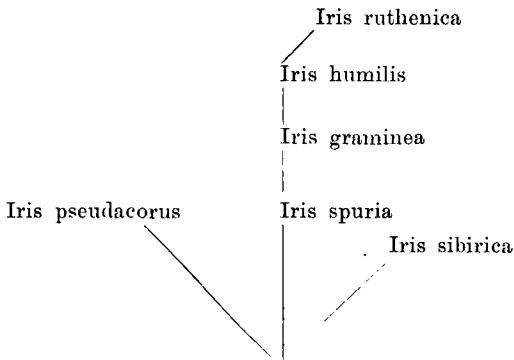
Mind méretben, mind kifejlődésben legkevésbé tér el az *I. Reichenbachii* az *I. bosniaca* rhizomájától olyannyira, hogy lényeges különbségről nem is beszélhetünk. A vékony rhizomájú fajok között legvékonyabb rhizomájú faj az *I. arenaria*.

---

A hazai Iris-fajok természetes csoportosítása a rhizomák  
anatómiája alapján.



**Pogoniris-szekezió.**



**Apogon-szekezió.**

## Irodalom.

1. FALKENBERG P. Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Monocotyledonen. Stuttgart, 1876. — Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen. 1878.
2. GUILLAUD A. Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotyledones. Ann. de Scienc. Natur. Serie 6. T. V. 1878.
3. TSCHIRCH A. Angewandte Pflanzenanatomie 1889. p. 68. Die Harze. Wien, 1900. p. 391.
4. WIESNER J. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Wien, 1900. Bd. I, 1902. B. II.
5. ENDLICHER S. L. Genera Plantarum. 1836. p. 146., 161.
6. LINDLEY J. Vegetable Kingdom p. 159.
7. BAKER J. G. Synopsis of the known species of Iris. London, 1876.
8. KLATT F. W. Ergänzungen in Abt. der nat. Ges. Halle, XV. 1882.
9. NYMAN C. F. Conspectus... Osebro 1882.
10. BENTHAM ET HOOKER. Genera Plantarum III. p. 684. 1883.
11. BOISSIER E. Flora orientalis. 1884.
12. JANKA V. Math. és Term. Közl. XII. 1876.
13. PAX F. Iridaceae. Engler Prantl, Pflanzenfamilien. 1888. II. 5. 137.
14. ENGLER A. Natürliche Pflanzenfamilien. II. Th. 5 abt. p. 137.
15. ASCHERSON-GRAEBNER. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora III. p. 21—30. 1904.
16. BALICKA-IVANOVSKA. Étude anatomique et systématique de genre Iris. Archiv de Science phys. 1893. XXIX.
17. ROSS H. Anatomia comparata (. . . Malpighia VI. Genova, 1892. p. 196.)
18. PAPP DEZSŐ. Adatok az Irisck levelének anatómiájához. Növény-tani Közlemények, II. k. 1903. p. 41.
19. BERNÁTSKY JENŐ. A hazai Irisfélék. Math. és Term. Tud. Közl. XXXI. 1911.
20. LINK K. Icones anatomico-botanicae. Berlin, 1837.
21. TSCHIRCH-OESTERLE. Anatomischer Atlas der Pharmacognosie u. Nahrungsmittelkunde. Leipzig, 1900.
22. HANAUSCHEK F. Lehrbuch der technischen Mikroskopie. Stuttgart, 1901. p. 246.
23. GILG E. Lehrbuch der Pharmacognosie. Berlin 1905. p. 51.
24. BERG U. SCHMIDT. Darstellung und Beschreibung sämtlicher in der Pharmacognosie Borussica aufgeführten Gewächse. Leipzig 1858. Bd. II. X.
25. LUERSSEN CHR. Handbuch der systemat. Botanik. II. Leipzig, 1885. p. 445.
26. FLÜCKIGER F. A. Pharmacognosie des Pflanzenreiches. Berlin, 1891.



27. PLANCHON ET COLLIN. Les drogues simples d'origine végétale. 1893. p. 212.
28. MOELLER J. D. Leitfaden zu mikr. pharmacognostischen Uebungen. Wien, 1901. p. 275.
29. KOCH L. Die mikroskopische Analyse des Drogenpulvers. Leipzig 1901. II.
30. VAN TIEGHEM. Sur la fermentation de la cellulose. 1879. p. 25.
31. MER E. La glycogenese dans la régné végétal. Bull. de la Société de France. 1873. T. XX. p. 164.
32. VINES J. On the chemical comp. of aleuron grains. Proceed. of Royal Societ. of London. 1881. Vol. 31.
33. WITTSTEIN G. C. Handbuch der Pharmacognosie des Pflanzenreiches. Breslau, 1882.
34. STRASBURGER E. Das bot. Practicum. Jena, 1902.
35. SCHIMPER J. W. Untersuch. über die Entstehung der Stärkekörner. Bot. Zeit. 1881. p. 841.
36. DAMMER O. Illustrierter Lexikon. Leipzig, 1887.
37. DODEL A. Beiträge und Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner. Flora, 1892. p. 267.
38. BINZ A. Morphologie u. Entstehungsgeschichte der Stärkekörner. Flora. Erg. bd. 1893. p. 34.
39. KOCH u. GILG. Pharmacognostisches Practicum. 1903.
40. PURIEWITSCH K. Berichte der bot. Gesellschaft. 1896. XIV. p. 207.
41. LECLERC DE SABLON. Revue generale de Botanique. I. id. 1898.
42. CZAPEK FR. Biochemie der Pflanzen. 1905.
43. MEYER A. Botanische Praktika. Jena, 1907. — Untersuch. über die Stärkekörner. Jena, 1895.
44. PASSERINI. Jahrbücher der Agricultur-Chemie. 1892. p. 178.
45. ROTHERT WL. Vergl. anat. Untersuch. über die Differenzen im primären Bau . . . Dorpat, 1885.
46. RODEWALD u. KATTEIN. Ueber die Darstellung von Stärkelösungen und Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. Bot. Zeit. 1899. p. 372.
47. HOLZNER. Ueber Kristalle in Pflanzenzellen. Flora, 1864.
48. LASAULX A. v. Sitzungsberichte d. Naturhistor. Ges. f. Natur u. Heilkunde. Bonn, 1883. p. 4.
49. KRAEMER H. The structure of the starch grain. Botanical Gazette. Vol. 34. 1902. p. 341.
50. TIEMANN ET LAIRE. Berichte d. deutschen Chemischen Gesellschaft. 1893. Bd. 26. p. 2011.
51. KELLER H. Ueber die Kohlenhydrate der Monocotyledonen. Bot. Cent. Bd. LX. p. 114. 1894.

\*

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1912 decz. 16.-án tartott üléséből.)

## AZ ANSA GALENI IDEGROSTLEFUTÁSA AZ ALSÓ GÉGEIDEG TÖRZSÉBEN ÉS VÉGÁGAIBAN.

ÓNODI ADOLF 1. tagtól.

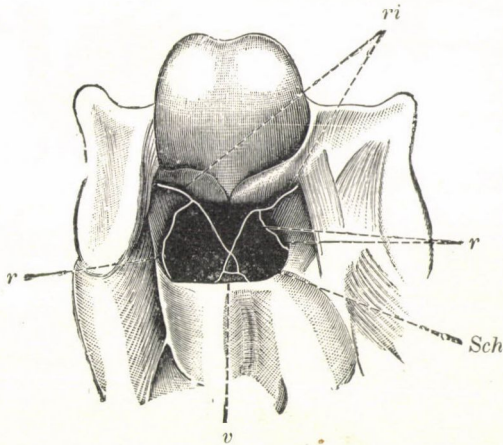
A gégeidegek boncztanáról és élettanáról szóló monografiámban az ansa Galenit illető boncztani adatok és vizsgálataim eredményei érintve lettek. Ezen alkalommal csak egyes kísérletek eredményeit kívánom közzétenni, melyeknek célja volt elfajulási kísérletekkel megállapítani az ansa Galeni rostlefutását az alsó gégeideg törzsében és végágaiban. Erre vonatkozólag különböző vélemények, nagyobbára felvételek vannak. Három különböző kísérletet végeztem TANGL FERENCZ tanár intézetében és a kutyákat életben tartottam, hogy azután az elfajult és az ép idegrostok jelenlétét megállapítani lehessen. Az idegtörzsek és ágai a MARCHI-féle eljárással lettek kezelve; a sorozatos metszetek készítését PÉTERFFY tanársegéd úr volt szives végezni.

Az első kutyán a jobb felső gégeideg törzsét metsztem át, egy részét eltávolítottam és a központi idegcsomót kivarrtam. Ezen kísérletnek kellett megállapítani, vajjon az ansa Galeni minden rostja a felső gégeideg törzsétől származik, vajjon mind az alsó gégeideg törzsébe tér, vagy pedig egy része az alsó gégeideg törzséből a végágakon át visszahajlik a gégébe. Az állat három hónapig életben lett tartva. A szövettani vizsgálat az ansa Galeni teljes elfajulását mutatta, láthatók voltak elfajult idegkötegek az alsó gégeideg törzsében és egyes elfajult idegrostok az alsó gégeideg végágaiban.

A második kutyán a jobb vagosympathicus egy részét kismetsztem és központi csomóját kivarrtam. Miután a vagosympathicus a felső gégeideg eredése alatt volt átmetszve, ezen kísérletnek kellett megállapítani az ansa Galeni törzsének épségben

maradását és ép rostjait az alsó gégeideg törzsében és végágai-  
ban. Az állat három hónapig és húsz napig élt. A szövettani  
vizsgálat az ansa Galeni törzsét épségben mutatta, továbbá ép  
rostokat az alsó gégeideg elfajult törzsében és végágaiban.

A harmadik kutyán a vagust és a sympathicust a felső  
gégeideg eredése felett metszettem ki. Ezen kísérletnek kellett  
megállapítani, vajjon az elfajult idegrostok mellett még ép ideg-  
rostok is vannak jelen az alsó gégeideg törzsében és végágai-



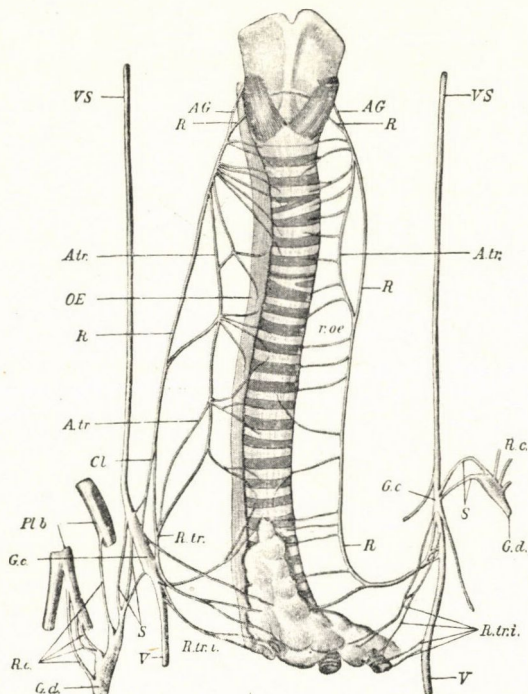
1. ábra. Ember. *ri* a felső gégeideg belső ágának rostkötegei, *r* nyálkahártya-  
ágak, *Sch* nyálkahártya, *v* a keresztezett idegrostok összefüggése.

ban. Az állat két hónapig és huszonhét napig élt. A szövettani  
vizsgálat az elfajult idegtörzsek mellett ép idegrostokat is mu-  
tatott az alsó gégeideg törzsében és végágaiban.

Ezen kísérleti sorozat eredménye, hogy az ansa Galeni  
rostjai nagyobbrészt az alsó gégeideg törzsébe mennek át és hogy  
csupán egy kis rész az összeköttetés helyén visszahajlik, hogy az  
alsó gégeideg végágaival a gégehez visszatérjen. Az ansa Galeni  
rostjainak nagyobb része boncztanilag kimutathatóan is a legcső-  
höz megy. Ezen megállapított tény mellett még egy lelet vár  
magyarázatra, ugyanis a felső és az alsó gégeideg kimetszése  
után az alsó gégeideg elfajult törzsében és végágaiban még ép  
idegrostok voltak láthatók. Ezen idegrostok eredete, minthogy a

felső és az alsó gégeideg elesett, vizsgálataink alapján következő morphologiai tényekkel hozható összefüggésbe. Három morphologiai tényt állapítottam meg.

1. A felső gégeideg rostkötegei embernél összekötődnek az



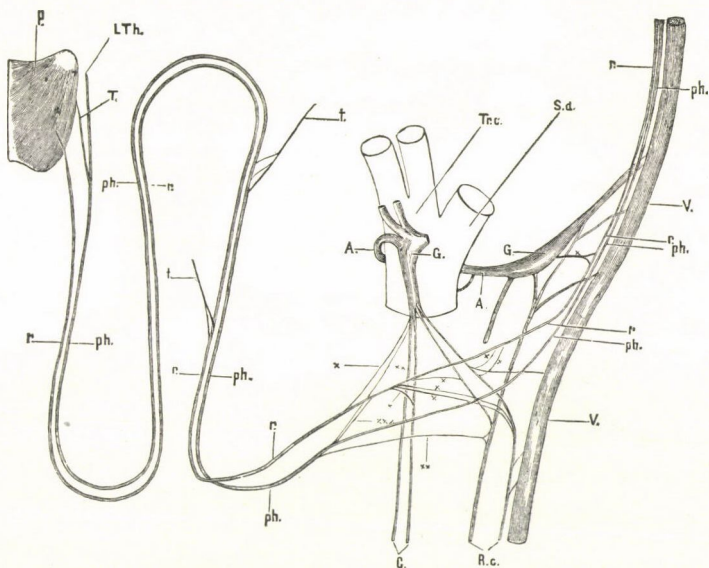
2. ábra. Kutya. *VG* vagosympathicus, *Gc* a nyaki sympathicus alsó dúcza, *Gd* a mellkasi sympathicus első dúcza. *Rc* rami communicantes, *S* sympathicus-határköteg, *V* vagus, *R. tr. i.* rami tracheales inferiores, *R* alsó gégeideg, *Pl. b.* plexus brachialis, *Cl* összeköttetés az alsó gégeideg és a nyaki sympathicus alsó dúcza között, *Rr. tr.* ramus trachealis nervi laryngei inferioris, mely az ansa trachealis képzésében részt vesz, *A. tr.* ansa trachealis, *Oe* oesophagus, *r. oe* rami oesophagei, *AG* ansa Galeni.

alsó gégeideggel a gége területén, átlépik a középvonalat, a kereszteződésnél összekötődnek és az ellenoldalon tovább haladnak. Ezen tényt érzékíti az első ábra.

2. A sympathicus határkötegében a rami communicantes közvetítésével a cerebrospinalis idegrostok nagyobb része a mell-



kas felső részében és a nyakon felfelé és kisebbik része lefelé halad, ezen viszony épen ellenkező a mellkasban és a hasüregben. Ezen cerebrospinális idegrostok mint körzeti rostkötegek a sympathicus közvetítésével különböző szervekhez mennek.



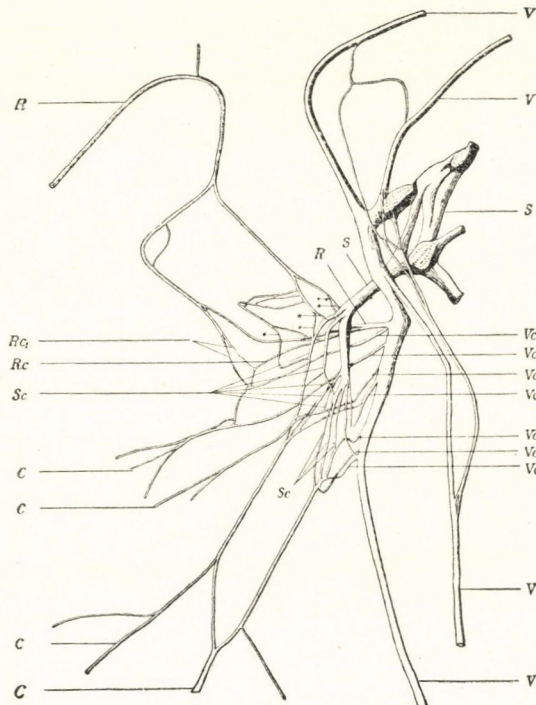
3. ábra. Ló. *P* musculus ericoarytænoideus posticus, *L. Th.* a m. ericoarytænoideus lateralis és m. thyreoarytænoideus idege, *T.* a m. arythænoideus transversus idege, *rr* az alsó gégeideg légzőkötege, *ph. ph.* az alsó gégeideg hangképzőkötege, *t* légcsőideg, *V* vagus, *A* ansa Vieusseni, *G* sympathicus-dűcz, *Tr. c.* truncus caroticus, *S. d.* subclavia dextra, *C* összekötő ágak a ganglion stellatumhoz, *R. c.* rami cardiaci sympathic. vagusgyöke-  
rekkel és laryngealis összeköttetéssel, \* a légzőköteg összeköttetése a sym-  
pathicussal és a szívidegekkel, \* \* a hangképzőköteg összeköttetései,  
\* \* \* a légzőköteg és a hangképzőköteg összeköttetése.

3. A felső és alsó gégeideg rendes sympathicus-összeköttetésekkel bir, továbbá az alsó gégeideg elkülönített légzőkötege a sympathicussal és a szívidegekkel benső összeköttetésben áll; az elkülönített hangképzőköteg kisebb mérvben mutatja ezen összeköttetéseket.

A 2. ábrán készítményt mutatunk be, mely az alsó gégeideg összeköttetését az ansa Galenivel és a vagosympathicus

alsó részével, továbbá a plexus brachialis összeköttetését a sympathicussal, a rami trachealest és az ansa trachealist érzékíti.

A 3. ábra készítményt érzékíti, melyen a légző és hang-



4. ábra. Ló. V vagus, R alsó gégeideg, C szívidegek, S ansa Vieusseni, melől *ar* szívidegek gyökerei, *n* összekötő ágak \* az alsó gégeideghez indulnak, *Vc*<sub>1</sub>—7 a szívidegek vagusgyökerei, melyek közül az első *Vc*<sub>1</sub> az alsó gégeideg eredési helyén van, *Rc* a szívidegek összeköttetése az alsó gégeideg központi részével, *Rc*<sub>1</sub> a szívidegek összeköttetése az alsó gégeideg körzeti részével.

képző idegkötegek elkülönítve láthatók, valamint összeköttetésük a sympathicussal és a szívidegekkel.

A 4. ábrán készítményt érzékítünk, mely az alsó gégeideg összeköttetéseit a sympathicussal és a szívidegekkel, valamint a szívidegek összes gyökereit mutatja.

A felső és az alsó gégeideg kizárásánál az alsó gégeideg

törzsében és végágaiban talált ép idegrostok tehát vagy a sympathicus-összeköttetésekől veszik eredetüket, vagy az említett összeköttetések útján a másik oldalon is vehetik eredetüket. Ezen esetben tehát olyan cerebrospinalis rostokkal volna dolgunk, melyek vagy a rami communicantes és a szívidegek útján jutnak az alsó gégeideg pályájába, vagy a felső gégeidegek említett összeköttetései útján az alsó gégeideg pályájába az ellenkező oldalról jutnak. Ha annak a lehetősége fenn is áll, hogy ellenoldali idegkötegek az alsó gégeideg pályájába juthassanak, mégis valószínűbbnek tetszik, hogy legalább ezen rostok nagyobb része eredetét azon cerebrospinalis idegrostoknak köszönheti, melyek a nyakon és a mellkas felső részén a sympathicussal és a gégeidegekkel összeköttetésben állanak.

Szándékosan nem soroltuk fel az élettani kísérletek eredményeit és a klinikai észleleteket, mivel az ellentmondó adatok különböző klinikai leletek magyarázatára további kísérleti vizsgálatokat és klinikai észleletekkel összekötött nekroszkopos kutatásokat tesznek szükségessé.

Utalunk a gégeidegek boncztanáról és élettanáról írott monografiánkra és RÉTHY, IVANOW, MASSEI és mások munkálataira, hol a régiebb és újabb irodalmi adatok megtalálhatók.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1911 október 16.-án tartott üléséből.)

## A SYRINGAALDEHYD EGY ÚJ SYNTHESISISE.<sup>1</sup>

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A pyrogallolnak több érdekes aldehidszármazéka ismeretes, a melyek a különböző növényi anyagok hydrolysisénél lépnek fel és ezen aldehydek legnagyobb részét synthesis útján is sikerült előállítani. Így a daphnetinaldehydet, a 2, 3, 4, pyrogallolaldehydet GATTERMANN és KÖBNER<sup>2</sup> a pyrogallolból kéksavnak és sósavgáznak zink-chlorid jelenlétében való behatása által állította elő. A trimethylgallusaldehydet<sup>3</sup> a 3, 4, 5 trimethoxyphenyl -1- glyoxylsavból állítottam elő. A syringaaldehydet GRAEBE és MARTZ<sup>4</sup> az 1, 3-dimethylpyrogallolból nyerte a REIMER-féle aldehidsynthesis útján. Ezen aldehydek közül a daphnetinaldehyd és a trimethylgallusaldehyd könnyen állítható elő a fentebbi eljárások szerint. A syringaaldehyd ellenben a REIMER-féle synthesis szerint — a mely tudvalevőleg általánosan kis termelési hányadost szolgáltat — csak igen kis mennyiségben nyerhető. GRAEBE és MARTZ<sup>5</sup> adatai szerint e reakciónál a dimethylpyrogallolt legnagyobbbrészt változatlanul nyerték vissza a reakcióközezből. Mivelhogy számos synthesis szempontjából fontos volna, ha a syringaaldehydnek könnyű

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. m. tud. egyetem II. chemiai intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> L. GATTERMAN und M. KÖBNER, Ber. 32, 278, 281 (1899); L. GATTERMANN und W. BERCHELMANN, Ber. 31, 1768 (1898).

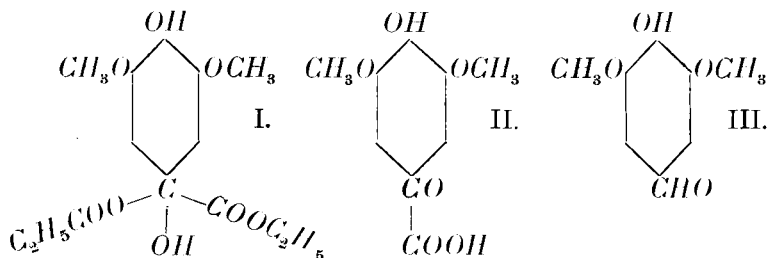
<sup>3</sup> F. MAUTHNER, Ber. 41, 920 (1908); Ber. 41, 2530; Ber. 41, 3662; Ann. der Chemie 370, 375 (1909); Magy. chem. f. 1909. évf.

<sup>4</sup> Ber. 36, 1031 (1903).

<sup>5</sup> Loc. cit.



előállítási módszerével rendelkezni, megkísértem ezen aldehyd egy új gyakorlati előállítási módszerét fellelni. Ez sikerült is Guyot-nak<sup>1</sup> rövid ideje feltalált szép aldehyd-synthesise segélyével. Ezen eljárás szerint az 1, 3 dimethylpyrogallolt jég-czetes oldatban mesoxalsavas diathylesterrel kondenzáljuk zink-chlorid jelenlétében és így a 3, 5 dimethoxy-4-oxyphenyltartronsavas diathylt nyerjük. (I). Az utóbbi terméket kaliluggal elszap-panositva és



ezen közbeneső vegyületnek savas közegben réz-sulfáttal való oxydatiója útján a 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzoylhangyasav (II) létesül. Ez utóbbi vegyületből pedig dimethylparatoluidinnal való hevítés által szénsav kiválása közben a syringaaldehyd képződik (III). Mindezen reakciók igen jó termelési hányadossal eszközölhetők, úgy hogy ezen eljárás a syringaaldehyd előállítására igen alkalmas. A fentebbi eljárás segélyével nagyobb mennyiségű aldehyd birtokába jutva, mindenekelőtt közelebb-ről jellemeztem és a legfontosabb kondenzációs reakciókat végeztem vele. Első alkalmazásaképen ezen előállítási módszernek a sinapinsavnak a készítésénél foglalkoztam. GRAEBE és MARTZ nyerte legelőször a syringaaldehydből a sinapinsavat a PERKIN-féle reakció segélyével. Mivelhogy az aldehyd eljárásom szerint immár könnyen nyerhető, ezzel egyúttal, mint munkám kísérleti részéből kitűnik, a sinapinsav is sokkal könnyebben állítható elő. Továbbra fenntartom magamnak a syringaaldehydnek ezen előállítási módszerét más synthesisekre is felhasználni.

<sup>1</sup> Compt. rend. 149, 798 (1909); Guyot et Gry, Bull. soc. chim. (4) 7, 592 (1910).

## KISÉRLETI RÉSZ.

**3, 5 dimethoxy-4-oxiphenyltartronsavas diæthyl.**

Ezen vegyület előállítására nagyobb mennyiségű mesoxalsavas diæthylre volt szükségem, a melyet CURTISS<sup>1</sup> adatai szerint állítottam elő.

Az 1, 3 dimethylpyrogallol kondenzációjára 125 gr zinkchloridot 250 gr jégezetben melegítés közben visszafolyó hűtőcsöves lombikban feloldunk és a folyadékot szobahőmérsékletre hűtjük le. Ezután 50 gr kristályos dimethylpyrogallolt 25 cm<sup>3</sup> jégezetben oldunk és 18—20 C°-on a fentebbi oldathoz öntjük, majd 62·5 gr dioxymalonsavas diæthylestert adunk az elegyhez és végül még 2 gr porított carbamidet keverünk hozzá. A lombikot parafadugóval elzárjuk, azután fél órát rázogattuk, miáltal a dioxymalonsavas diæthyl egészen feloldódik, és 14 napig közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. A reakciókeverék feldolgozása czéljából az oldatot 800 cm<sup>3</sup> tömény konyhasóoldatba öntjük és ætherrel többször kioldjuk. Az æther lepárlása után visszamaradt terméket 6 óra hosszat vízgőzzel destilláljuk az eczetsav eltávolítása czéljából. Az olajszerű maradékot ætherrel kioldjuk és az oldószert lepároljuk. Az így előálló 3, 5 dimethoxy-4-oxiphenyltartronsavas diæthyl majdnem quantitativ termelési hányaddal nyerhető. A nyers termék sűrű olajszerű test, a melyből egynehány órai állás után kristályok válnak ki és több napi állás közben az egész lombik tartalma kristálytömeggé szilárdul. Nem tartom feleslegesnek itt felemlíteni, hogy ezen terméket csak azon esetben sikerült kristályos állapotban előállítanom, ha tiszta, kristályosítás útján tisztított mesoxalsavas diæthylt alkalmaztam a reakcióhoz, ellenkező esetben a termék hosszabb álláskor is csak olajszerű maradt. A további tisztítás czéljából a terméket agyagtányérra kenjük, három napig száradni hagyjuk, miközben az olajos részek a

<sup>1</sup> Am. chem. Journ. 35, 477 (1906). CURTISS u. TARNOWSKY, ugyanott 30, 1264; CURTISS u. SPENCER, ugyanott 31, 1054; A. MAYER, Bull. Soc. [4] 9, 423.

tányérba szivódnak. Termelés 54·5 gr. A nyers terméket ezután æther és petroleumæther keverékéből kristályosítjuk át. Hoza-dék 44 gr (70%). Színtelen, 60 C°-on olvadó kristályok. Az analysishez használt preparátumot még egyszer æther és petro-leumæther keverékéből kristályosítjuk át.

0·1577 gr anyag adott: 0·3158 gr  $CO_2$ -t és 0·0833 gr  $H_2O$ -t.

$C_{15}H_{20}O_8$  képlet alapján a számított értékek:  $C=54·87\%$ ,  $H=6·09\%$ .

Kísérletileg talált értékek:  $C=54·62\%$ ,  $H=5·87\%$ .

E vegyület könnyen oldódik benzolban, alkoholban és ætherben; ligroinban és petroleumætherben ellenben csak igen nehezen oldódik.

A termék tisztítására szolgáló anyagtányért ætherrel extra-hálva, az oldószer lepárlása után 15 gr olajszerű dimethoxy-phenyltartronsavas diæthylt nyerünk. Hogy ezen olajszerű termék a fentebbi termékkel azonos és csak tisztátalanságok miatt marad olajos állapotban, ezt azáltal sikerült bebizonyíta-nom, hogy ezen termék elszappanosítva és oxydálva igen jó termelési hányaddal alakítható át syringoylcarbonsavvá. Eb-ből egyúttal az is következik, hogy a kondenzáció csak egy értelemben megy végbe és nem két isomer vegyület létesül. A kondenzáció így akképen megy végbe, hogy csak egy termék keletkezik, a melynél az oldalláncz a hydroxylgyökhöz paraállásba lépett, mert bebizonyítottam, hogy ezen vegyületből a syringaal-dehyd nyerhető, mely vegyület trimethylgallusaldehyddé alakít-ható át. A trimethylgallusaldehydben pedig a substituensek hely-zete a gallussavénak felel meg.

A syringoylcarbonsavvá való átalakítás céljából nem szük-séges az olajszerű nyers terméket tisztítani, mert ezen eljárás hosszas és veszteségekkel jár, hanem az olajos terméket szintén igen jól átalakíthatjuk syringoylcarbonsavvá.

### 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzoylhangyasav (syringoylcarbonsav).

A 3, 4 dimethoxy-4-oxyphenyltartronsavas diæthylnek 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzoylhangyasavvá való átalakítására a vegyü-

letet rövid ideig híg natronluggal főzzük, savval a carbonsavat szabaddá tesszük és réz-sulfáttal syringoylcarbonsavvá oxydáljuk. 5·5 gr dimethoxy-oxyphenyltartronsavas diethylt 3 gr kalium-hydroxydból és 30 cm<sup>3</sup> vízből készített oldattal 5 perczig hevítünk. A folyadékot ezután jéggel +5°-ra hűtjük le és 10 cm<sup>3</sup> tömény sósav és 10 cm<sup>3</sup> víz keverékével neutralizáljuk, miközben ügyelünk arra, hogy a hőmérséklet +10° felé ne emelkedjen, a mit jégdarabok hozzáadása által érünk el.

Ezután a reakcióelegyet 15 gr réz-sulfátnak és 50 cm<sup>3</sup> víznek lehűtött oldatához öntjük és fél óra hosszat forraljuk. A kezdetben kékeszínű oldat lassacskán zöld, majd sötétbarna színt ölt, miközben az oldatból szénsav távozik el. Az oldatot még melegen ránczos szűrőn öntjük át; az oldat kihülése közben a syringoylcarbonsav a cuprochloriddal részben kiválik. Az oldatot ætherrel többször kioldjuk és az oldószer lepárlása után a syringoylcarbonsav mint sárgásbarna olaj marad vissza, a mely mihamar kristálytömeggé dermed. Mint fentebb említettük, ezen reakció kivételénél egész szükségtelen a kristályos dimethoxy-oxyphenyltartronsavas diethylből kiindulni, hanem az olajos terméket a fentebbi adatok szerint hasonlóképen lehet syringoylcarbonsavvá átalakítani. A ketosav további tisztítása czéljából a nyers terméket visszafolyó hűtővel ellátott lombikban benzollal kétszer-háromszor extraháljuk és az oldatot szűrés nélkül egy ERLENMEYER-lombikba öntjük. Kihülés közben a lombik falait üvegpálcikával dörzsöljük, miáltal a kristályosodás beáll. 5·5 gr kristályos kiindulási anyagból a termelés 2·5 gr (68%), míg 5·5 olajszerüből 1·6 gr nyerhető. Az analysishez használt terméket benzolból még egyszer átkristályosítjuk és csontszén-nel szintelenítjük.

0·1485 gr anyag adott: 0·2902 gr CO-t és 0·0624 gr CO<sub>2</sub>-t.

C<sub>10</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 53·10%,  
H = 4·42%.

Kísérletileg talált értékek: C = 53·29%, H = 4·66%.

A tömény kénsav felett kiszáritott ketosav sárgásszínű tüket alkot, a melyek 128–129 C°-on olvadnak. E vegyület koncentrált kénsavban szép vérvörös színnel oldódik és az oldat vízzel elegyítve rögtön elszíntelenedik. Aetherben, alkoholban és jég-

eczetben a vegyület könnyen oldódik, ligroinban és petroleum-ætherben ellenben majdnem oldhatatlan. Híg 10%-os kalilug a ketosavat sárga színnel oldja és tömény 50%-os kalilúgot ezen oldathoz elegyítve, egy nehezen oldható kaliumsó válik ki.

A ketosav közelebbi jellemzése czéljából nitrophenylhydr-azonját állítottam elő: 0·5 gr ketosavat 20 cm<sup>3</sup> 50%-os eczetsavban oldunk és 0·4 gr paranitrophenylhydrazinnak 20 cm<sup>3</sup> 50%-os eczetsavas oldatával elegyítjük. Rövid hevítés után a hydrazon sárga tükben vált ki, a melyeket leszűrünk, eczetsavval majd alkohollal kimosunk. További tisztítás czéljából alkoholból átkristályosítjuk. Hozadék 0·32 gr.

0·1438 gr anyag adott: 0·2789 gr CO<sub>2</sub>-t és 0·0566 gr H<sub>2</sub>O-t.

0·1100 gr anyag adott: 11·1 cm<sup>3</sup> nitrogent (764 mm, 20°).

C<sub>16</sub>H<sub>15</sub>O<sub>7</sub>N<sub>3</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 53·18%.  
H = 4·15%. N = 11·63%.

Kísérletileg talált értékek: C = 52·89%, H = 4·37%,  
N = 11·55%.

A hydrazon könnyen oldódik meleg benzolban, alkoholban és jégeczetben. Aetherben a vegyület nehezen oldódik, ligroinban és petroleumætherben pedig majdnem oldhatatlan. 225 C°-on bomlás közben olvad.

### Syringaaldehyd.

Az előbb ismertetett ketosavnak syringaaldehyddé való átalakítását dimethylparatoluidinnel eszközöljük. A szénsavkiválasztást a következőképen végezzük: 5 gr syringoylcarbonsavat 25 gr dimethylparatoluidinnel fél óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel ellátott lombikban hevitünk. A fölös dimethylparatoluidint egy CLAISEN-féle frakcionáló lombikból a vacuumban ledesztilláljuk. A lombikban visszamaradó terméket ezután 25 cm<sup>3</sup> tömény kénsav és 100 cm<sup>3</sup> víz keverékével melegen kioldjuk és az oldatot fél óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel ellátott lombikban hevitjük. A folyadékot ezután még melegen ránczos szűrőn átszűrjük és az oldatot kihülése után ætherrel többször kioldjuk. Az oldószer lepárlása után az aldehyd sárgásbarna kristályokban marad vissza. A nyers termék termelési hányadosa majdnem quantitativ volt. További tisztítás czéljából

ezen terméket két-háromszor 150—200 cm<sup>3</sup> ligroinnal visszafolyó hűtőcsöves lombikban fél óra hosszat hevítjük és szűrés nélkül melegen ERLÉNMEYER-lombikba öntjük. Az edény falainak üvegpálczikával való dörzsölésekor az aldehyd kis kristályokban kiválik. Hozadék 2·6 gr (65%). Az analysishez szolgáló készítményt még egyszer ligroinból átkristályosítjuk és csontszénnel szintelenítjük. Olv. p. 113 C°.

0·1388 gr anyag adott: 0·3011 gr CO<sub>2</sub>-t és 0·0665 gr H<sub>2</sub>O-t.

C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub> képlet alapján a számított értékek: C = 59·34%, H = 5·49%.

Kísérletileg talált értékek: C = 59·16%, H = 5·31%.

Az aldehyd könnyen oldódik alkoholban, ætherben, chloroformban, jégecetben és meleg benzolban. Ligroinban e termék nehezen oldódik és petroleumætherben majdnem oldhatatlan.<sup>1</sup> Az aldehyd olvadáspontja és összes tulajdonságai által azonosnak bizonyult úgy a GRAEBE és MARTZ által synthetikusán nyert, valamint a KÖRNER által a syringinből előállított termékkel. Szerkezetére nézve az aldehydgyök a szabad hydroxylygökhöz para-állásba lépett, a mit azáltal lehetett bizonyítani, hogy az aldehyd lúgos közegben dimethylsulfáttal kezelve, jó termelési hányadossal alakul át trimethylgallusaldehyddé. Mivelhogy a trimethylgallusaldehyd synthetikusán a trimethylgallussavból nyerhető, az aldehyd substituenseinek helyzete is a trimethylgallussavénak felel meg. Ezen kísérletről egyúttal az is következik, hogy az összes előbb ismertetett vegyületekben is az oldalláncz a szabad hydroxylygökhöz para-állásban van. 1 gr syringaldehydet 2%-os natronlúgban oldunk, 3 cm<sup>3</sup> dymethylsulfáttal elegyítjük, és fél óra hosszat visszafolyó hűtőcsöves lombikban hevítjük, miközben natronlúgot időközönként hozzáadagolunk, hogy az oldat folytonosan lúgos kémhatású maradjon. A kihűlt oldatot ætherrel többször kioldjuk és az ætheres oldatot hig natronlúggal többször átrázzuk. Az æther lepárlása után a trimethylgallusaldehyd szintelen tükben marad vissza, a melyet további tisztítás céljából ligroinból átkristályosítunk. Olv. p. 74—75 C°. Hozadék 0·25 gr. Az anyalúgból még 0·1 gr aldehydet nyerünk.

<sup>1</sup> Forrpontja 192—193 C°-on van 14 mm nyomás alatt.

Ezenkívül még a nitrophenylhydrazonja által is azonosítottam, a mely előző adatoknak megfelelően 201—202 C°-on olvad.

A sinapinsavat legelőször GRAEBE és MARTZ állította elő szintetikusán a syringaaldehydből a PERKIN-féle reakció segítségével. Közlebbi adatokat e reakció kivételére nézve nem közölnek. A sinapinsav előállítására nézve a methylsinapinsav synthesisénél előzőleg már meghatározott<sup>1</sup> kísérleti körülményeket hasonlóképen alkalmasnak találtam.

2 gr syringaaldehydet 10 gr frissen destillált eczetsav-anhydriddel és 3 gr vízmentes porított natriumacetáttal öt óra hosszat a bombacsőben 140—150 C°-ra hevítünk. A reakciókeveréket a fölös anhydrid eltávolítására porcellánészében vízzel két óra hosszat a vízfürdőn melegítjük és ránczos szűrőn leszűrjük, miközben kevés gyantaszerű anyag marad vissza. A folyadék kihűlése közben az acetylsinapinsav kristályokban kiválik. Az acetylsinapinsavat akképen szappanosítjuk el, hogy 15 cm<sup>3</sup> 10%-os natriumcarbonat-oldatban oldjuk fel és az oldatot két perczig hevítjük. Az oldatot még melegen szűrjük, sósavval megsavanyítjuk, miközben a sinapinsav kiválik. Olv. p. 191—192 C°. Termelési hányad 0·5 gr.

### 3, 5-dimethoxy-4-oxybenzaldehyd-paranitrophenylhydrazon.

A syringaaldehyd jellemzésére a paranitrophenylhydrazon igen alkalmas: 0·3 gr syringaaldehyd 10 cm<sup>3</sup> 50%-os eczetsavas oldatát 0·3 gr paranitrophenylhydrazinnek 1 cm<sup>3</sup> 50%-os eczetsavas oldatával elegyítjük. Rövid hevítés után a hydrazon vörös kristályokban kiválik, a melyeket leszűrünk és 50%-os eczetsavból kristályosítunk át. A leszűrt kristályokat vízzel jól kimossuk. Sárga, 216—217 C°-on olvadó tük. Hozadék 0·2 gr.

0·1081 gr anyag adott: 12·4 cm<sup>3</sup> nitrogént (752 mm, 18°).

C<sub>15</sub>H<sub>15</sub>O<sub>5</sub> képlet alapján a számított érték: N=13·24%.

Kísérletileg talált érték: N=13·04%.

A hydrazon tömény kénsavban vörös színnel oldódik és víz

<sup>1</sup> Loc. cit.

hozzáadására e szín rögtön eltűnik. Aetherben, alkoholban e vegyület könnyen, jégecetben ellenben nehezen oldódik.

Ligroinban és petroleumætherben a vegyület majdnem oldhatatlan.

### 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzylidenhydrazin.

A syringaaldehydből és hydrazinhydratból az alábbi kísérleti körülmények között egy hydrazin keletkezik, a mennyiben a hydrazinnak csak egy amidogyöke lép reakcióba.

0·5 gr aldehydet 10 cm<sup>3</sup> alkoholban oldunk, 2 cm<sup>3</sup> 50%-os hydrazinhydratoldattal elegyítjük és a keveréket 5 perczig hevítjük. Az oldat lehülésekor a hydrazin kis sárga kristályokban válik ki. Hozadék 0·3 gr. A vegyületet további tisztítás céljából alkoholból átkristályosítjuk. Sárga, 208–209 C°-on olvadó tük.

0·1438 gr anyag adott: 0·2920 gr CO<sub>2</sub>-t és 0·0798 gr H<sub>2</sub>O-t.

0·1245 gr anyag adott: 15·2 cm<sup>3</sup> nitrogént (758 mm, 17°).

C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub> képlet alapján a számított értékek C = 55·10%, H = 6·12%, N = 14·28%.

Kísérletileg talált értékek: C = 55·35%, H = 6·16%, N = 14·10%.

A hydrazon meleg alkoholban, chloroformban és benzolban könnyen oldódik. Ligroinban a vegyület nehezen oldódik, ætherben és petroleumætherben pedig egészen oldhatatlan.

### 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzyliden 4 phenyl-1-methyl-3-pyrazolon.

0·5 gr aldehydet és 0·5 gr 1 phenyl-3-methyl 5 pyrazolont 15 cm<sup>3</sup> 80%-os eczetsavban oldunk és az oldatot két óra hosszát visszafolyó hűtőesőves lombikban hevítjük. A folyadék vöröses színűvé válik. A reakció befejezte után még melegen óvatosan vizet csepegtetünk az oldathoz, míg gyenge zavarodás nem keletkezik. A folyadék kihülése közben a pyrazolon-származék szép vörös lapocskákban (0·2 gr) válik ki. A kristályokat leszűrjük és meleg benzolból átkristályosítjuk. Olv. p. 208–209 C°.



0.1538 gr anyag adott: 10.8 cm<sup>3</sup> nitrogént (754 mm, 15°).

0.1257 gr anyag adott: 0.3098 gr CO<sub>2</sub>-t és 0.0625 gr H<sub>2</sub>O-t.

C<sub>19</sub>H<sub>18</sub>O<sub>4</sub>N<sub>2</sub> képlet alapján a számított értékek: C=67.45%,  
H=5.32%, N=8.28%.

Kísérletileg talált értékek: C=67.21%, H=5.52, N=8.12%.

A kondenzációs termék kénsavban vörös színnel oldódik. Jégezetben, benzolban és chloroformban melegen könnyen oldódik. A vegyület nehezen oldódik ætherben és ligroinban, petroleumætherben pedig oldhatatlan.

### 3, 5 dimethoxy-4-oxybenzalbis-acetophenon.

0.5 gr aldehydet és 0.75 gr acetophenont 40 cm<sup>3</sup> alkoholban oldunk és heves rázás közben 1.2 cm<sup>3</sup> 30%-os natronlúgot csepegtetünk az oldathoz, ezután pedig 15 perczig 80 C°-ra hevítjük. A lehült oldatból hosszabb állás után a kondenzációs termék kristályokban vált ki. A kristályokat leszűrjük, kevés vízben oldjuk és hígított kénsavval az oldatot megsavanyítjuk. Az æther lepárlása után sárga-színű olaj marad vissza, a mely mihamar megdermed. Benzol és petroleumæther keverékéből a vegyület gyengén sárgás-színű lapocskákban válik ki, a melyek 112—113 C°-on olvadnak.

0.1174 gr anyag adott: 0.3185 gr CO<sub>2</sub>-t és 0.0623 gr H<sub>2</sub>O-t.

C<sub>25</sub>H<sub>24</sub>O<sub>5</sub> képlet alapján számított értékek: C=74.25%,  
H=5.94%.

Kísérletileg talált értékek: C=73.98%, H=5.89%.

A vegyület könnyen oldódik benzolban, ætherben, chloroformban és meleg alkoholban. Ligroinban a vegyület nehezen oldódik és petroleumætherben oldhatatlan. Tömény kénsav sárga színnel oldja.

### $\alpha$ -dimethoxy-oxyphenyl- $\beta$ -naphtochinoninsav.

1 gr aldehydet és 1.2 gr  $\beta$ -naphtylamint 25 cm<sup>3</sup> abs. alkoholban oldunk és a keverékhez 0.5 gr pyroszöllősavnak 5 cm<sup>3</sup> absolut alkoholos oldatát adjuk. A reakciókeveréket visszafolyó hűtőcsöves lombikban hevítjük egy óra hosszat. Az oldatból

kivált kristályokat ezután leszűrjük és további tisztítás céljából meleg alkohollal kifőzzük. Sárga, 275 C°-on bomlás közben olvadó tűk.

0.1247 gr anyag adott: 0.3205 gr  $CO_2$ -t és 0.0518 gr  $H_2O$ -t.

0.1500 gr anyag adott: 4.7 cm<sup>3</sup> nitrogent (759 mm, 18°).

$C_{32}H_{17}O_5N$  képlet alapján a számított értékek:  $C = 70.40\%$ ,  
 $H = 4.53\%$ ,  $N = 3.73$ .

A vegyület a használatos organikus oldószerekben igen nehezen oldódik. Tömény kénsav e vegyületet sárga színnel oldja.

Ezen munka kísérleti részét STEIN GYULA úr végezte.

A vizsgálatot különben folytatom.

---

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1913 febr. 17.-én tartott üléséből.)

# A FÜGGVÉNY SZAKADÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA FOURIER-FÉLE SORÁBÓL.

FEJÉR LIPÓT I. tagtól.

## BEVEZETÉS.

Legyen  $f(x)$  egy a  $(0, 2\pi)$  számközben a Dirichlet-féle föl-tételeknek eleget tevő függvény, melynek e közben egy vagy több szakadási helye van. Legyen

$$a_0 + \sum_{v=1}^{\infty} (a_v \cos vx + b_v \sin vx)$$

az  $f(x)$  Fourier-sora, és legyenek

$$s_0(x), s_1(x), \dots, s_n(x), \dots$$

e Fourier-sor successiv részletösszegei.

Legyen  $x=x_0$  az  $f(x)$  függvény egy *szakadási helye*. Ily szakadási helyre vonatkozólag DIRICHLET<sup>1</sup> klasszikus tétele a következőképen hangzik:

Az

$$s_0(x_0), s_1(x_0), \dots, s_n(x_0), \dots$$

sorozat konvergens, és határértéke

$$\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}.$$

E Dirichlet-féle tétel módszert ad, mely szerint az  $f(x)$  függvény Fourier-féle sorából meg tudjuk határozni az  $x=x_0$  szakadási helyhez tartozó  $f(x_0+0)$  és  $f(x_0-0)$  határértékek

---

<sup>1</sup> CRELLE-féle Journal, 4. köt., 1829.

*arithmetikai középértékét*, és pedig egy egyszeres határátmenet segítségével.

Hogyan lehet meghatározni az  $f(x_0+0)$ ,  $f(x_0-0)$  határértékeket egyenként, tehát hogyan lehet meghatározni az

$$f(x_0+0) - f(x_0-0)$$

«szakadás»-t az  $f(x)$  függvény Fourier-féle sorából?

E dolgozat e problema különböző megoldásait tartalmazza. Megoldja továbbá az analog, a Fourier-féle sor részletösszegeinek arithmetikai középértékeire vonatkozó kérdést, vagyis a következő problémát: miként lehet egyszeres határátmenet segítségével az  $f(x)$  függvény Fourier-sora részletösszegeinek successiv arithmetikai középértékeiből az  $x=x_0$  szakadási helyhez tartozó  $f(x_0+0)$ ,  $f(x_0-0)$ ,  $f(x_0+0) - f(x_0-0)$  értékeket meghatározni.

Legyen szabad a bevezetésben dolgozatom néhány eredményét idéznem. Az egyik tétel így hangzik:

Legyen  $f(x)$  az  $x$ -nek tetszőleges, a Dirichlet-féle feltételeknek eleget tevő függvénye, és legyen  $x=x_0$  e függvény egy szakadási helye. Legyenek továbbá

$$s_0(x), s_1(x), \dots, s_n(x), \dots$$

az  $f(x)$  Fourier-sorának successiv részletösszegei. Akkor (Dirichlet szerint) az

$$s_0(x_0), s_1(x_0), \dots, s_n(x_0), \dots$$

sorozat  $\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}$ -höz konvergál.

Legyen  $g$  a ( $z$ -ben transcendens)

$$\int_z^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt = 0$$

egyenlet legkisebb (vagy valamelyik) positiv gyöke. Akkor az

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 + \frac{g}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 + \frac{g}{n}\right), \dots$$

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 - \frac{g}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 - \frac{g}{n}\right), \dots$$

sorozatok szintén konvergensek, és pedig az első  $f(x_0+0)$ -hoz, a második  $f(x_0-0)$ -hoz konvergál, mint határértékhez.

E szerint az

$$s_1\left(x_0 + \frac{h}{1}\right) - s_1\left(x_0 - \frac{h}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 + \frac{h}{n}\right) - s_n\left(x_0 - \frac{h}{n}\right), \dots$$

sorozat is konvergens és határértéke egyenlő

$$f(x_0+0) - f(x_0-0)\text{-sal,}$$

vagyis azon szakadással, melyet az  $f(x)$  függvény az  $x=x_0$  helyen szenved.

E tétel azon theoreémák köréhez tartozik, melyek az ú. n. «GIBBS-féle jelenség»-re vonatkoznak.<sup>1</sup>

Dolgozatom egy másik tétele a következőképen hangzik:

Legyen

$$a_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} (a_\nu \cos \nu x + b_\nu \sin \nu x)$$

a Dirichlet-féle föltételeknek eleget tevő  $f(x)$  függvény Fourier-féle sora; legyen továbbá az  $f'(x)$  differenciálhányados korlátos ingadozású a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben. Ha már most képezem a Fourier-sorból tagonkénti differenciálással nyert

$$\sum_{\nu=1}^n \nu (b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x)$$

sor első  $n$  tagja arithmetikai közepének  $\pi$ -szeresét, vagyis a

$$\pi \frac{\sum_{\nu=1}^{\infty} \nu (b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x)}{n}$$

hányadost, úgy e középérték, az  $x=x_0$  szakadási helyen, az  $f(x)$  függvénynek  $x_0$ -hoz tartozó szakadásához konvergál, ha  $n$  minden határon túl nagyobbodik. Egyenletben :

---

<sup>1</sup> L. a GIBBS-féle jelenségre vonatkozólag T. H. GRONWALL újabban megjelent igen érdekes dolgozatát: «Über die Gibbssche Erscheinung und die trigonometrischen Summen  $\sin x + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n}$ ». Math. Annalen, 72. kötet, 1912.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_{\nu} \cos \nu x_0 - a_{\nu} \sin \nu x_0)}{n} = f(x_0 + 0) - f(x_0 - 0).$$

(Ha  $f(x)$  az  $x=x_0$  helyen folytonos, akkor is létezik e határérték; akkor azonban zérussal egyenlő.)

Midőn a kérdést az  $f(x)$  Fourier-sorának

$$S_0(x), S_1(x), \dots S_n(x), \dots$$

arithmetikai közepeire oldom meg, egy tételt veszek igénybe, mely az arithmetikai középértékekre szóló tételelemnek (Math. Annalen, 58. kötet) általánosítása, és mely következőképen hangzik.

Ha  $f(x)$  a  $0 \leq x \leq 2\pi$  közben véges és integrálható, és ha *folytonos* az  $x=a$  helyen, akkor nemcsak

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n(a) = f(a),$$

hanem

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n(a + \varepsilon_n) = f(a),$$

valahányszor

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0.$$

A tétel akkor is érvényes, ha  $f(x)$ -re nézve a végesség föltételét elejtem.)

Ha  $f(x)$  az  $x=a$  helynek  $a-2\delta \leq x \leq a+2\delta$  (hol  $\delta > 0$ ) környezetében mindenütt folytonos, akkor a

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n(a + \varepsilon_n) = f(a),$$

ha

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0,$$

tétel helyessége nyilvánvaló, mert ez esetben az  $S_n(x)$  középértékek az  $a-\delta \leq x \leq a+\delta$  környezetben egyenletesen konvergálnak  $f(x)$ -hez. Érdekes azonban, hogy a tétel tetszőleges integrálható függvényre is igaz, tehát olyan függvény folytonossági helyére is, melynek diskontinuitási helyei a  $(0, 2\pi)$  intervallumban mindenütt sűrűek, és melynek  $S_n(x)$  közepei éppen ezért egyetlen számközben sem konvergálhatnak egyenletesen.

**1. §. Egy speciális esetre való redukció.**

1. Legyen  $f(x)$  egy a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközre definiált valós függvénye az  $x$  valós változónak, melynek ebben a  $(0, 2\pi)$  közben véges számú diskontinuitási helye, és véges számú maximuma és minimuma van. A diskontinuitási helyek legyenek mind «szakadási helyek»; vagyis, ha  $x_0$  ilyen hely, akkor az  $f(x_0+0)$ ,  $f(x_0-0)$  határértékek létezzenek, és legyenek egymástól különbözők. (Ilyen függvényről azt mondják, hogy a  $0 \leq x \leq 2\pi$  közben a «Dirichlet-féle föltételek»-nek tesz eleget.) Az

$$f(x_0+0) - f(x_0-0)$$

különbséget a «szakadás nagyságának», vagy röviden «szakadás»-nak mondom, és  $D(x_0)$ -sal, vagy röviden  $D$ -vel jelölöm.  $D(0)$  alatt értem az  $f(+0) - f(-0)$ , vagyis az  $f(+0) - f(2\pi-0)$  különbséget.  $D(x_0)$ -nak természetesen akkor is van értelme, ha  $f(x)$  folytonos az  $x=x_0$  helyen; akkor ugyanis  $D(x_0)=0$ .

Jelölje  $\varphi(x)$  azon függvényt, mely, ha  $0 < x < 2\pi$ , egyenlő  $\frac{\pi-x}{2}$ -vel, egyenlő pl. zérussal, ha  $x=0$ -sal, és mely  $2\pi$  szerint periodikus. Minthogy

$$\varphi(+0) = \frac{\pi}{2},$$

$$\varphi(2\pi-0) = -\frac{\pi}{2},$$

e szerint  $\varphi(x)$ -re nézve

$$D(0) = \pi.$$

Legyen  $x_0$  az  $f(x)$  függvény egy szakadási helye.

Tekintem az

$$f(x) - \left\{ \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} + \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{\pi} \varphi(x-x_0) \right\} = f_1(x)$$

függvényt.

Ezen  $f_1(x)$  függvény bizonyára korlátos ingadozású; szakadási helyei megegyeznek az  $f(x)$  függvény szakadási helyeivel, kivéve az  $x=x_0$  helyet, hol az  $f_1(x)$  folytonos és értéke zérus.

Ugyanis

$$f_1(x_0+0) = f(x_0+0) - \left\{ \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} + \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{\pi} \cdot \frac{\pi}{2} \right\} = 0,$$

$$f_1(x_0-0) = f(x_0-0) - \left\{ \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} + \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{\pi} \cdot \left(-\frac{\pi}{2}\right) \right\} = 0,$$

tehát

$$\lim_{x=x_0} f_1(x) = 0.$$

Így az ismeretes

$$f(x) = \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} + \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{\pi} \varphi(x-x_0) + f_1(x) \quad (1)$$

szétbontáshoz jutottam, hol  $f_1(x)$  a  $0 \leq x \leq 2\pi$  közben korlátos ingadozása, az  $x=x_0$  helyen, és e szerint egy

$$x_0 - 2\delta \leq x \leq x_0 + 2\delta$$

(hol  $\delta > 0$ ) intervallum minden helyén is, folytonos.

Ámde HEINE ismert tétele szerint az  $f_1(x)$  függvény Fourier-sora az  $x_0 - \delta \leq x \leq x_0 + \delta$  számközben *egyenletesen* konvergens. E szerint (mint látni fogjuk) céljaimra teljesen elégséges, ha a  $\varphi(x-x_0)$  függvény Fourier-féle sorát vetem alá a megfelelő vizsgálatnak, egyetlen szakadási helye az  $x=x_0$  hely környezetében. A  $\varphi(x-x_0)$  függvény Fourier-sora azonban úgy keletkezik a  $\varphi(x)$  Fourier-sorából, hogy az utóbbiba  $x$  helyébe az  $(x-x_0)$ -t teszszük. E szerint az (1) alatti szétbontás oda vezet, hogy a speciális  $\varphi(x) = \frac{\pi-x}{2}$  függvény

$$\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n} + \dots$$

Fourier-sorát tegyem megfelelő vizsgálat tárgyává az  $x=0$  szakadási hely környezetében.



2. §. A  $\frac{\pi-x}{2}$  Fourier-sorának vizsgálata az  $x=0$  szakadási hely környezetében.

2. Tekintem a  $\varphi(x) = \frac{\pi-x}{2}$  függvényt

$$\sin x + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n} + \dots \quad (2)$$

Fourier-sorát.

Legyen <sup>1</sup>

$$\sigma_n(x) = \sin x + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n}.$$

Mint hogy

$$\frac{d\sigma_n(x)}{dx} = \cos x + \cos 2x + \dots + \cos nx = -\frac{1}{2} + \frac{\sin(2n+1)\frac{x}{2}}{2 \sin \frac{x}{2}},$$

tehát

$$\begin{aligned} \sigma_n(x) &= -\frac{x}{2} + \int_0^x \frac{\sin(2n+1)\frac{\tau}{2}}{2 \sin \frac{\tau}{2}} d\tau, \\ \sigma_n(x) &= -\frac{x}{2} + \int_0^{\frac{x}{2}} \frac{\sin(2n+1)t}{\sin t} dt. \end{aligned} \quad (3)$$

A (2) alatti sor  $\sigma_n(x)$  részletösszegeinek arithmetikai közepeivel is fogok foglalkozni; képezem tehát a

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \sigma_n(x) &= \frac{\sigma_0(x) + \sigma_1(x) + \dots + \sigma_{n-1}(x)}{n} = \\ &= \frac{1}{n} \left\{ n \cdot \left( -\frac{x}{2} \right) + \int_0^{\frac{x}{2}} \left( \frac{\sin t}{\sin t} + \frac{\sin 3t}{\sin t} + \dots + \frac{\sin(2n-1)t}{\sin t} \right) dt \right\} \end{aligned}$$

---

<sup>1</sup> A  $\sigma_n(x)$  összegre vonatkozólag a bevezetésben idézett GRONWALL-féle dolgozaton kívül még DUNHAM JACKSON: «Über eine trigonometrische Summe» (Rendiconti di Palermo, XXXII. köt., 1911) című dolgozatában találunk érdekes fejtegetéseket.

közéértéket. Ámde

$$\frac{\sin t}{\sin t} + \frac{\sin 3t}{\sin t} + \dots + \frac{\sin (2n-1)t}{\sin t} = \left( \frac{\sin nt}{\sin t} \right)^2,$$

tehát

$$\sum_{n-1}^{(x)} = -\frac{x}{2} + \frac{1}{n} \int_0^{\frac{x}{2}} \left( \frac{\sin nt}{\sin t} \right)^2 dt. \quad (4)$$

A (3) és (4) alatti fontos formulákat átalakításnak vetem alá.

$$\sigma_n(x) = -\frac{x}{2} + \int_0^{\frac{x}{2}} \frac{\sin(2n+1)t}{t} dt + \int_0^{\frac{x}{2}} \left( \frac{1}{\sin t} - \frac{1}{t} \right) \sin(2n+1)t dt.$$

Szorítkozhatom olyan  $x$ -ekre, melyekre nézve  $0 \leq x \leq \pi$ . Ámde akkor  $0 \leq \frac{x}{2} \leq \frac{\pi}{2}$ . Tehát, tekintve hogy

$$\frac{1}{\sin t} - \frac{1}{t}$$

reguláris a  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}$  számközben, nyerem (pl. az integrálszámítás második közéértéktételének alkalmazásával), hogy

$$\int_0^{\frac{x}{2}} \left( \frac{1}{\sin t} - \frac{1}{t} \right) \sin(2n+1)t dt = \frac{A(n, x)}{2n+1},$$

hol

$$|A(n, x)| < a;$$

itt az  $a$  pozitív numerikus állandót jelent. E szerint

$$\sigma_n(x) = -\frac{x}{2} + \int_0^{\frac{x}{2}} \frac{\sin(2n+1)t}{t} dt + \frac{A(n, x)}{2n+1},$$

és végre

$$\sigma_n(x) = -\frac{x}{2} + \int_0^{(2n+1)\frac{x}{2}} \frac{\sin t}{t} dt + \frac{A(n, x)}{2n+1}, \quad (5)$$

$$|A(n, x)| < a,$$

$$0 \leq x \leq \pi,$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Hasonlóképen alakítom át  $\sum_{n-1}(x)$ -et.

$$\sum_{n-1}(x) = -\frac{x}{2} + \frac{1}{n} \int_0^{\frac{x}{2}} \left(\frac{\sin nt}{t}\right)^2 dt + \frac{1}{n} \int_0^{\frac{x}{2}} \left(\frac{1}{\sin^2 t} - \frac{1}{t^2}\right) \sin^2 nt dt.$$

Ámde

$$\int_0^{\frac{x}{2}} \left(\frac{1}{\sin^2 t} - \frac{1}{t^2}\right) \sin^2 nt dt \leq \int_0^{\frac{x}{2}} \left(\frac{1}{\sin^2 t} - \frac{1}{t^2}\right) dt \leq \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(\frac{1}{\sin^2 t} - \frac{1}{t^2}\right) dt,$$

tehát

$$\sum_{n-1}(x) = -\frac{x}{2} + \int_0^{\frac{x}{2}} \left(\frac{\sin t}{t}\right)^2 dt + \frac{B(n, x)}{2n+1}, \quad (6)$$

$$|B(n, x)| < b,$$

$$0 \leq x \leq \pi,$$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

hol  $b$  numerikus állandót jelent.

Az (5) és (6) alatti formulákból most már néhány következtetést vonok.

3. Előbb a (2) alatti sor közönséges részletösszegeivel akarok foglalkozni, tekintem tehát az (5) alatti képletet.

Legyen  $\alpha$  és  $\beta$  két tetszőleges pozitív szám. Akkor a

$$\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n, \dots$$

sorozat, hol

$$\xi_n = \frac{\beta}{n^\alpha}, \quad (7)$$

a számoknak monoton csökkenő sorozata, mely zérushoz konvergál.

Ki akarom számítani a

$$\sigma_1\left(\frac{\beta}{1^\alpha}\right), \sigma_2\left(\frac{\beta}{2^\alpha}\right), \dots, \sigma_n\left(\frac{\beta}{n^\alpha}\right), \dots$$

sorozat határértékét, vagyis a

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right) \quad (8)$$

limest.

Három esetet különböztetek meg. I. eset:  $\alpha > 1$ .

Akkor (5) szerint:

$$\sigma_n(\xi_n) = \sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right) = -\frac{\beta}{2n^\alpha} + \int_0^{(2n+1)\frac{\beta}{2n^\alpha}} \frac{\sin t}{t} dt + \frac{A \left( n, \frac{\beta}{n^\alpha} \right)}{(2n+1)}, \quad (9)$$

hacsak  $n$  oly nagy, hogy  $0 \leq \frac{\beta}{n^\alpha} \leq \pi$ .

Az első és harmadik összeadandó a (9) alatti egyenletben  $\lim_{n=\infty}$ -re zérushoz konvergál. Ámde a második is; ugyanis a (9) alatti egyenletben lévő integrál felső határa

$$(2n+1) \frac{\beta}{2n^\alpha},$$

tekintve, hogy  $\alpha > 1$ ,  $\lim_{n=\infty}$ -re zérushoz konvergál, e szerint az integrál maga is.

Ha tehát  $\alpha > 1$ , akkor egészen függetlenül a  $\beta$  választásától,

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right) = 0. \quad (10)$$

Mínt hogy

$$\sigma_n \left( -\frac{\beta}{n^\alpha} \right) = -\sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right),$$

tehát egyben

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( -\frac{\beta}{n^\alpha} \right) = 0. \quad (10')$$

II. eset:  $\alpha = 1$ . Akkor (5) szerint:

$$\sigma_n(\xi_n) = \sigma_n \left( \frac{\beta}{n} \right) = -\left( \frac{\beta}{2n} \right) + \int_0^{\frac{2n+1}{2n}\beta} \left( \frac{\sin t}{t} \right) dt + \frac{A \left( n, \frac{\beta}{n} \right)}{2n+1}, \quad (11)$$

hacsak  $n$  oly nagy, hogy  $0 \leq \frac{\beta}{n} \leq \pi$ .

Az első és harmadik összeadandó  $\lim n = \infty$ -re megint zérushoz konvergál. A második összeadandó a (11) alatti egyenletben az

$$\int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt$$

értékhez konvergál, tekintve, hogy a (11) alatti egyenletben lévő integrál felső határa  $\lim n = \infty$ -re  $\beta$ -hoz konvergál.

E szerint

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n\left(\frac{\beta}{n}\right) = \int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt, \quad (12)$$

és

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n\left(-\frac{\beta}{n}\right) = - \int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt. \quad (12')$$

Ezen érdekes határértéktétel egyszerűen és közvetlenül a következőképpen is bebizonyítható:

$$\sigma_n(x) = \frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n},$$

tehát

$$\begin{aligned} \sigma_n\left(\frac{\beta}{n}\right) &= \frac{\sin \frac{\beta}{n}}{1} + \frac{\sin 2 \frac{\beta}{n}}{2} + \dots + \frac{\sin n \frac{\beta}{n}}{n} = \\ &= \frac{\beta}{n} \left( \frac{\sin \frac{\beta}{n}}{\frac{\beta}{n}} + \frac{\sin 2 \frac{\beta}{n}}{2 \frac{\beta}{n}} + \dots + \frac{\sin n \frac{\beta}{n}}{n \frac{\beta}{n}} \right). \end{aligned}$$

Ebből következik, hogy

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n\left(\frac{\beta}{n}\right) = \int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt.$$

A (12) alatti formulából látszik, hogy a

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n\left(\frac{\beta}{n}\right)$$

határérték függ a  $\beta$ -tól; minden olyan érték, melyet az

$$\int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt$$

integrál pozitív  $\beta$ -ra fölvesz, szerepelhet mint ilyen határérték, csak a  $\beta$ -t kell alkalmasan megválasztani.

Különösen érdekes a  $\beta$ -t úgy választani, hogy

$$\int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt = \frac{\pi}{2},$$

(azaz  $\varphi(+0)$ ) legyen.

Mint ismeretes, végtelen sok olyan pozitív  $\beta$  létezik, melyre nézve a tekintett integrál értéke  $\frac{\pi}{2}$ -vel egyenlő. Ez tüstént következik abból, hogy a

$$\int_{k\pi}^{(k+1)\pi} \frac{|\sin t|}{t} dt,$$

$k=0, 1, 2, 3, \dots$

területek folyton kisebbednek és  $\lim_{k \rightarrow \infty} k = \infty$ -re zérushoz konvergálnak, és abból, hogy

$$\int_0^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt$$

$\frac{\pi}{2}$ -vel egyenlő.]

Minthogy

$$\int_0^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt = \int_0^{\beta} \frac{\sin t}{t} dt + \int_{\beta}^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt = \frac{\pi}{2},$$

tehát a szóban forgó  $\beta$  értékek azon pozitív értékek, melyekre nézve

$$\int_{\beta}^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt = 0;$$

vagyis a szóban forgó  $\beta$  értékek a

$$\gamma(z) = \frac{\pi}{2} - \int_0^z \frac{\sin t}{t} dt = \int_z^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt$$

transzcendens egész függvény pozitív gyökei.

[Mint említettem,  $\gamma(z)$ -nek végtelen sok

$$g_0, g_1, \dots, g_\nu, \dots$$

pozitív gyöke van. Könnyen kimutatható, hogy

$$\nu\pi < g_\nu < (\nu+1)\pi, \\ \nu=0, 1, 2, 3, \dots$$

Továbbá, minthogy

$$0 = \int_{g_\nu}^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt = \frac{\cos g_\nu}{g_\nu} - \int_{g_\nu}^{+\infty} \frac{\cos t}{t^2} dt,$$

tehát

$$\frac{\cos g_\nu}{g_\nu} = \int_{g_\nu}^{+\infty} \frac{\cos t}{t^2} dt,$$

a miből

$$|\cos g_\nu| < \frac{2}{\nu\pi},$$

és végre

$$g_\nu = (2\nu+1) \frac{\pi}{2} + \frac{\theta_\nu}{\nu}, \\ -1 < \theta_\nu < +1, \\ \nu = 1, 2, 3, \dots$$

következik.]

*Legyen most már  $g$  a  $g_0, g_1, g_2, \dots$  számok egyike (pl. a legkisebb:  $g_0$ ). Akkor a (12) alatti egyenlet*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n \left( \frac{g}{n} \right) = \int_0^g \frac{\sin t}{t} dt,$$

vagyis

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( \frac{y}{n} \right) = \frac{\pi}{2}. \quad (14)$$

Minthogya

$$\sigma_n \left( -\frac{y}{n} \right) = -\sigma_n \left( \frac{y}{n} \right),$$

tehát

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( -\frac{y}{n} \right) = -\frac{\pi}{2}. \quad (14')$$

III. eset:  $\alpha < 1$ . Az (5) alatti formula ekkor is a (9) alatti kifejezést adja a  $\sigma_n(\xi_n) = \sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right)$  számára, csakogy most  $\alpha < 1$ . Az első és harmadik összeadandó a (9) alatti egyenletben  $\lim_{n=\infty}$ -re megint zérushoz konvergál. Az integrál azonban a

$$\int_0^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt$$

értékhez, vagyis  $\frac{\pi}{2}$ -hez konvergál, mert, tekintettel arra, hogy  $\alpha < 1$ , a (9) alatti egyenletben lévő integrál felső határa

$$\frac{2n+1}{2n^\alpha} \beta$$

$\lim_{n=\infty}$ -re  $+\infty$ -hez konvergál.

Az  $\alpha < 1$  esetben tehát, egészen függetlenül a  $\beta$  választásától,

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( \frac{\beta}{n^\alpha} \right) = \frac{\pi}{2}, \quad (15)$$

és

$$\lim_{n=\infty} \sigma_n \left( -\frac{\beta}{n^\alpha} \right) = -\frac{\pi}{2}. \quad (15')$$

(E szerint pl.

$$\lim_{n=\infty} \left[ \frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n} \right]_{x=\frac{1}{\sqrt{n}}} = \frac{\pi}{2}.)$$



4. E pontban a

$$\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n} + \dots$$

sor részletösszegeinek

$$\Sigma_0, \Sigma_1, \dots, \Sigma_{n-1}, \dots$$

successiv arithmetikai közepeire nézve akarom elintézni az analog kérdést.

Legyen ismét

$$\xi_n = \frac{\beta}{n^a},$$

$$a > 0, \beta > 0,$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Akkor, (6) alapján,

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{\beta}{n^a} \right) = -\frac{\beta}{2n^a} + \int_0^{\frac{\beta}{2n^a}} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt + \frac{B\left(n, \frac{\beta}{n^a}\right)}{2n+1},$$

hacsak  $n$  olyan nagy, hogy  $0 \leq \frac{\beta}{n^a} \leq \pi$ .

I. eset:  $a > 1$ . Akkor

$$\lim_{n=\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{\beta}{n^a} \right) = 0.$$

II. eset:  $a = 1$ . Akkor

$$\lim_{n=\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{\beta}{n} \right) = \int_0^{\frac{\beta}{2}} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt,$$

$$\lim_{n=\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left( -\frac{\beta}{n} \right) = - \int_0^{\frac{\beta}{2}} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt.$$

Mintthogy

$$\int_0^{+\infty} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt = \frac{\pi}{2},$$

tehát az arithmetikai közepek esetében *nem* lehet olyan pozitív  $\beta$ -t találni, hogy

$$\int_0^{\frac{\beta}{2}} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt$$

$\frac{\pi}{2}$ -vel legyen egyenlő.

III. eset:  $a < 1$ . Ekkor

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n-1} \left( \frac{\beta}{n^a} \right) = \int_0^{+\infty} \left( \frac{\sin t}{t} \right)^2 dt = \frac{\pi}{2}, \quad (17)$$

és

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{n-1} \left( -\frac{\beta}{n^a} \right) = -\frac{\pi}{2}. \quad (17')$$

**3. §. A Dirichlet-féle föltételeknek megfelelő függvény Fourier-sora valamely szakadási hely környezetében.**

5. Visszatérünk az általános  $f(x)$  függvényre, mely a Dirichlet-féle föltételeknek eleget tesz. Fourier-sora legyen:

$$f(x) = a_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} (a_{\nu} \cos \nu x + b_{\nu} \sin \nu x),$$

hol tehát

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(t) dt,$$

$$a_{\nu} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos \nu t dt,$$

$$b_{\nu} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin \nu t dt,$$

$$\nu = 1, 2, 3, \dots$$

Legyen  $x_0$  az  $f(x)$  függvény egy szakadási helye. DIRICHLET szerint az  $f(x)$  függvény Fourier-sora az  $x=x_0$  helyen konvergens, és összege  $\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}$ .

Vagyis ha

$$s_n(x) = a_0 + \sum_{\nu=1}^n (a_\nu \cos \nu x + b_\nu \sin \nu x), \quad (17)$$

akkor a részletösszegeknek

$$s_0(x), s_1(x), \dots, s_n(x), \dots \quad (18)$$

sorozata az  $x=x_0$  helyen konvergens, és határértéke

$$\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}.$$

Hogyan lehet az  $f(x)$  függvény Fourier-sora (18) alatti részletösszegeiből az  $f(x_0+0)$  és  $f(x_0-0)$  határértékeket egyenként, és így tehát az  $f(x_0+0) - f(x_0-0)$  szakadás nagyságát is meghatározni?

Az (1) alatti egyenlet, kapcsolatban a (14) és (14') alattiakkal, erre a kérdésre vonatkozólag közvetlenül a következő theoremát szolgáltatja:

*Legyen  $f(x)$  az  $x$ -nek tetszőleges, a Dirichlet-féle feltételeknek eleget tevő függvénye, és legyen  $x=x_0$  e függvény egy szakadási helye. Legyenek továbbá*

$$s_0(x), s_1(x), \dots, s_n(x), \dots$$

*az  $f(x)$  Fourier-sorának successiv részletösszegei. Akkor (DIRICHLET szerint) az*

$$s_0(x_0), s_1(x_0), \dots, s_n(x_0), \dots$$

sorozat

$$\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} \text{-höz}$$

konvergál.

*Legyen  $q$  a  $z$ -ben transzcendens*

$$\int_z^{+z} \frac{\sin t}{t} dt = 0$$

*egyenlet legkisebb (vagy valamelyik) pozitív gyöke. Akkor az*

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 + \frac{y}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 + \frac{y}{n}\right), \dots \quad (19)$$

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 - \frac{y}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 - \frac{y}{n}\right), \dots \quad (20)$$

sorozatok szintén konvergensek, és pedig az első  $f(x_0+0)$ -hoz, a második  $f(x_0-0)$ -hoz konvergál.

E szerint az

$$s_1\left(x_0 + \frac{y}{1}\right) - s_1\left(x_0 - \frac{y}{1}\right), \dots, s_n\left(x_0 + \frac{y}{n}\right) - s_n\left(x_0 - \frac{y}{n}\right), \dots \quad (21)$$

sorozat is konvergens és határértéke egyenlő  $f(x_0+0) - f(x_0-0)$ -sal, vagyis azon szakadással, melyet az  $f(x)$  függvény az  $x=x_0$  helyen szenved.

6. Az (1), (15), (15') alatti egyenletek tekintetbevételével a következő tételt nyerjük: az

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 + \frac{\beta}{n^\alpha}\right), \dots, s_n\left(x_0 + \frac{\beta}{n^\alpha}\right), \dots$$

sorozat  $f(x_0+0)$ -hoz, az

$$s_0(x_0), s_1\left(x_0 - \frac{\beta}{n^\alpha}\right), \dots, s_n\left(x_0 - \frac{\beta}{n^\alpha}\right), \dots$$

sorozat pedig  $f(x_0-0)$ -hoz konvergál. Itt  $\beta$  tetszőleges pozitív számot, a pedig egy az 1-nél kisebb pozitív számot jelent.

7. Legyen  $f(x)$  egy tetszőleges véges és integrálható függvény,  $x_0$  e függvény egy szakadási helye.

$$S_0(x), S_1(x), \dots, S_n(x), \dots$$

legyenek e függvény Fourier-sora részletösszegeinek successiv arithmetikai közepei, azaz legyen

$$S_{n-1}(x) = \frac{s_0(x) + s_1(x) + \dots + s_{n-1}(x)}{n},$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Akkor az

$$S_0(x_0), S_1(x_0), \dots, S_n(x_0), \dots$$

sorozat  $\frac{f(x_0+0)+f(x_0-0)}{2}$ -höz konvergál (Mathem. Annalen, 58. kötet, 1904).

A következő tétel arról szól, hogy mikép kaphatók az  $f(x_0+0)$ ,  $f(x_0-0)$  határértékek egyenként az arithmetikai közép-értékek sorozatából:

Az

$$S_0(x_0), S_1\left(x_0 + \frac{\beta}{1^a}\right), \dots, S_{n-1}\left(x_0 + \frac{\beta}{n^a}\right), \dots$$

sorozat  $f(x_0+0)$ -hoz az

$$S_0(x_0), S_1\left(x_0 - \frac{\beta}{1^a}\right), \dots, S_{n-1}\left(x_0 - \frac{\beta}{n^a}\right), \dots$$

sorozat  $f(x_0-0)$ -hoz konvergál. Itt  $\beta$  tetszőleges pozitív számot,  $a$  pedig egy az 1-nél kisebb pozitív számot jelent.

Ez a tétel az (1) alatti szétbontásból, valamint a (17) és (17') alatti egyenletekből következik. A bizonyításnál azonban még egy tételt kell igénybe vennem, melyet fontosnak tartok, és melyet a következő §-ban tárgyalok.

**4. §. Az integrálható függvény Fourier-sora részletösszegeinek arithmetikai közepeire vonatkozó konvergencia-tételnek egy általánosítása.**

8. Legyen  $f(x)$  egy a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben tetszőleges integrálható függvény. (Legyen, egyszerűség kedvéért, egyszers-  
mind véges ugyanezen számközben.)

Legyen  $f(x)$  folytonos az  $x=a$  helyen.

$$s_0(x), s_1(x), \dots, s_n(x), \dots$$

jelöljék az  $f(x)$  Fourier-sorának successiv részletösszegeit, és

$$S_0(x), S_1(x), \dots, S_n(x), \dots$$

ezeknek successiv arithmetikai közepeit.

Legyen

$$\varepsilon_0, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n, \dots$$

a számoknak egy sorozata, mely zérushoz konvergál.

Akkor, mint ismeretes, az

$$s_0(a + \varepsilon_0), s_1(a + \varepsilon_1), \dots, s_n(a + \varepsilon_n), \dots$$

sorozat divergens lehet. Még ha  $f(x)$  az  $a - \delta \leq x \leq a + \delta$  környezet minden helyén folytonos, és ha még hozzá az  $f(x)$  Fourier-sora mindezen helyeken konvergens, akkor is divergálhat a fenti sorozat. Egyszerű példa erre azon

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin kx$$

trigonometrikus sor, melyet «Folytonos függvények Fourier-sorának singularitásairól» (Math. és Term. Értesítő, 1910) című értekezésemben definiáltam. Ez Fourier-sora egy mindenütt folytonos,  $2\pi$  szerint periodikus függvénynek, és mindenütt konvergens. Mégis található oly

$$\varepsilon_0, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n, \dots, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0$$

sorozat, hogy

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} |s_n(\varepsilon_n)| = +\infty.$$

Annál figyelemreméltóbb a következő tétel, mely tetszőleges integrálható  $f(x)$  függvény Fourier-sora részletösszegeinek  $S_n(x)$  aritmetikai közepeire vonatkozik.

*Legyen  $f(x)$  egy  $a \leq x \leq 2\pi$  számközben tetszőleges véges és integrálható függvény. Ha  $f(x)$  az  $x=a$  helyen folytonos, akkor nemcsak az*

$$S_0(a), S_1(a), \dots, S_n(a), \dots$$

sorozat, hanem az

$$S_0(a + \varepsilon_0), S_1(a + \varepsilon_1), \dots, S_n(a + \varepsilon_n), \dots$$

sorozat is  $f(a)$ -hoz konvergál, ha csak

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0.$$

[E tétel az  $f(x)$  Fourier-sora arithmetikai közepeire vonatkozó tételnek általánosítása; e tétel így hangzik:

$$\lim_{n=\infty} S_n(a) = f(a).$$

Most egy általánosabb tételt akarok bizonyítani, a mely szerint

$$\lim_{n=\infty} S_n(a + \varepsilon_n) = f(a),$$

ha

$$\lim_{n=\infty} \varepsilon_n = 0.$$

A tétel evidens, ha  $f(x)$  egy  $a - 2\delta \leq x \leq a + 2\delta$  (hol  $\delta > 0$ ) környezet minden helyén folytonos. Ekkor ugyanis az  $S_n(x)$  arithmetikai közepek az  $a - \delta \leq x \leq a + \delta$  közben *egyenletesen* konvergálnak  $f(x)$ -hez (Math. Annalen, 58. kötet). Ha azonban  $f(x)$ -nek az  $x=a$  hely környezetében végtelen sok szakadása van, akkor ezen argumentatio nem lehetséges, mert ekkor  $S_n(x)$  az  $x=a$  hely egyetlenegy  $a - \delta \leq x \leq a + \delta$  (hol  $\delta > 0$ ) környezetében sem lehet egyenletesen konvergens  $\lim_{n=\infty}$ -re.

Azonban, minden esetben,

$$S_{n-1}(x) = \frac{1}{2n\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \left( \frac{\sin n \frac{t-x}{2}}{\sin \frac{t-x}{2}} \right)^2 dt.$$

Legyen most már  $\varepsilon$  egy tetszőleges kicsiny, de rögzített pozitív szám; akkor talállok egy pozitív  $\delta$ -t, úgy hogy

$$f(a) - \varepsilon \leq f(x) \leq f(a) + \varepsilon,$$

ha

$$0 < a - 2\delta \leq x \leq a + 2\delta < 2\pi.$$

(Tehát hallgatagon föltettem, hogy az  $x=a$  folytonossági hely a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számköz belsejében van; ez nem lényeges megszorítás.)

A következő szétbontást eszközlöm:

$$S_{n-1}(x) = \frac{1}{2n\pi} \int_0^{a-2\delta} f(t) \left( \frac{\sin n \frac{t-x}{2}}{\sin \frac{t-x}{2}} \right)^2 dt + \\ + \frac{1}{2n\pi} \int_{a-2\delta}^{a+2\delta} \dots + \frac{1}{2n\pi} \int_{a+2\delta}^{2\pi} \dots$$

Legyen most már  $x$  az

$$a - \delta \leq x \leq a + \delta$$

számközre szorítva. Ezen  $x$ -értékekre nézve az első és harmadik összeadandó  $\lim_{n \rightarrow \infty}$ -re egyenletesen zérushoz konvergál. A mi a második összeadandót illeti, úgy erre nézve az integrálszámítás első középértéktétele a következőt szolgáltatja:

$$\frac{1}{2n\pi} \int_{a-2\delta}^{a+2\delta} f(t) \left( \frac{\sin n \frac{t-x}{2}}{\sin \frac{t-x}{2}} \right)^2 dt = \\ = (f(a) + \sigma) \cdot \frac{1}{2n\pi} \int_{a-2\delta}^{a+2\delta} \left( \frac{\sin n \frac{t-x}{2}}{\sin \frac{t-x}{2}} \right)^2 dt, \\ (a - \delta \leq x \leq a + \delta),$$

hol a  $\sigma$  függ ugyan az  $n$ -től és  $x$ -től, de abszolút értékben mindenestre  $\leq \varepsilon$ .

Minthogy ezen egyenletben az  $(f(a) + \sigma)$  faktora  $\lim_{n \rightarrow \infty}$ -re az  $a - \delta \leq x \leq a + \delta$  számközben egyenletesen az 1-hez konvergál, tehát

$$f(a) - 2\varepsilon \leq S_{n-1}(x) \leq f(a) + 2\varepsilon,$$

ha

$$a - \delta \leq x \leq a + \delta,$$

és ha  $n$  elegendő nagy.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ezen egyenlőtlenség még HURWITZ-nak egy megjegyzéséből is következik, melyet «Über die Fourier'schen Konstanten integrierbarer Funktionen» (Math. Annalen, 57. kötet, 1903) című dolgozatában  $S_n(x)$  közepeimre vonatkozólag tett. — L. még RIESZ FRIGYES következő dolgozatát: «Über die Approximation einer Funktion durch Polynome», Jahresbericht der D. Math. Ver., 1908.



Ezzel azonban az  $S_n(a + \epsilon_n)$  sorozatnak  $f(a)$ -hoz való konvergenciája, ha  $\lim n = \infty$ , már be van bizonyítva.

A végesség föltételét  $f(x)$ -re vonatkozólag elhagyhatjuk.

**5. §. A konjugált sor bevonása.**

9. A (19), (20), (21) alatti sorozatokra adott tételeknek még más alakot is adhatok.

Minthogy

$$s_n(x) = \sum_{\nu=0}^n (a_\nu \cos \nu x + b_\nu \sin \nu x),$$

$$(b_0=0)$$

tehát

$$s_n\left(x_0 + \frac{g}{n}\right) = \sum_{\nu=0}^n \left( a_\nu \cos \nu \left( x_0 + \frac{g}{n} \right) + b_\nu \sin \nu \left( x_0 + \frac{g}{n} \right) \right),$$

$$s_n\left(x_0 + \frac{g}{n}\right) = \sum_{\nu=0}^n (a_\nu \cos \nu x_0 + b_\nu \sin \nu x_0) \cos \nu \frac{g}{n} +$$

$$+ \sum_{\nu=0}^n (b_\nu \cos \nu x_0 - a_\nu \sin \nu x_0) \sin \nu \frac{g}{n}. \quad (22)$$

Továbbá

$$s_n\left(x_0 - \frac{g}{n}\right) = \sum_{\nu=0}^n (a_\nu \cos \nu x_0 + b_\nu \sin \nu x_0) \cos \nu \frac{g}{n} -$$

$$- \sum_{\nu=0}^n (b_\nu \cos \nu x_0 - a_\nu \sin \nu x_0) \sin \nu \frac{g}{n}. \quad (23)$$

(22) és (23)-ből következik

$$\sum_{\nu=0}^n (b_\nu \cos \nu x_0 - a_\nu \sin \nu x_0) \sin \nu \frac{g}{n} =$$

$$= \frac{s_n\left(x_0 + \frac{g}{n}\right) - s_n\left(x_0 - \frac{g}{n}\right)}{2}. \quad (24)$$

Ha már most a (24) alatti egyenlet mindkét oldalán áttérek a  $\lim n = \infty$  határra, és figyelemmel vagyok a (19), (20) alatti tételekre, akkor nyerem

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{\nu=0}^n (b_{\nu} \cos \nu x_0 - a_{\nu} \sin \nu x_0) \sin \nu \frac{y}{n} = \\ = \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{2}. \quad (25)$$

Ezen eredményhez a következő megjegyzéseket fűzöm.

Az  $f(x)$  Fourier-sora

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (a_{\nu} \cos \nu x + b_{\nu} \sin \nu x), \quad (26) \\ (b_0=0).$$

A

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (b_{\nu} \cos \nu x - a_{\nu} \sin \nu x) \quad (27)$$

sor a (26) alatti sor *konjugált* sorának szokás nevezni. Ha  $f(x)$  a Dirichlet-féle föltételeknek eleget tesz, akkor Fourier-sorának konjugált sora egy  $x=\hat{x}_0$  helyen, hol  $f(x)$ -nek szakadása van, «valódi divergens» sor.<sup>1</sup> [Pl.

$$f(x) = \frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \dots + \frac{\sin nx}{n} + \dots$$

E sor konjugáltja

$$\frac{\cos x}{1} + \frac{\cos 2x}{2} + \dots + \frac{\cos nx}{n} + \dots$$

Ez esetben az  $x=0$  hely szakadási helye az  $f(x)$ -nek. A konjugált sor valóban «valódi divergens» sor ezen a helyen;  $x=0$ -ra ugyanis az

$$1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} + \dots$$

sorba megy át.]

---

<sup>1</sup> A. PRINGSHEIM: «Über das Verhalten von Potenzreihen auf dem Konvergenzkreise», Sitzb. der Akad. München, 1900.

Már most, ámbár

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (b_{\nu} \cos \nu x_0 - a_{\nu} \sin \nu x_0)$$

valódi divergens sor, mégis alkalmas, mint a (25) alatti egyenlet mutatja, azon szakadás felének meghatározására, melyet az  $f(x)$  függvény az  $x=x_0$  helyen szenved. Csak  $n$ -dik részletösszegének tagjait rendre meg kell szorozni a

$$0, \sin \frac{g}{n}, \sin 2 \frac{g}{n}, \dots \sin n \frac{g}{n}$$

(universális) konvergenciafaktorokkal, és azután az így megváltoztatott részletösszegben át kell térni a  $\lim n=\infty$  határra, és megkapjuk a keresett szakadás felét.

Olyan esettel állunk itt szemben, a midőn valódi divergens sor úgyszólván «summálva» lesz; vagyis, a valódi divergens sor tagjai hasznos határérték kiszámítására lesznek fordítva.

Kimondhatom tehát a következő tételt:

A Dirichlet-féle föltételeknek eleget tevő  $f(x)$  függvény

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (a_{\nu} \cos \nu x + b_{\nu} \sin \nu x)$$

Fourier-sora az  $x_0$  szakadási helyen konvergens és összege

$$\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}.$$

A

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (b_{\nu} \cos \nu x - a_{\nu} \sin \nu x)$$

$(b_0 = 0)$

konjugált sor ugyan valódi divergens sor az  $x=x_0$  helyen, de

$$\begin{aligned} \lim_{n=\infty} \sum_{\nu=0}^n (b_{\nu} \cos \nu x_0 - a_{\nu} \sin \nu x_0) \sin \nu \frac{g}{n} = \\ = \frac{f(x_0+0) - f(x_0-0)}{2} = \frac{D(x_0)}{2}. \end{aligned}$$

Az  $\frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2}$ ,  $\frac{D(x_0)}{2}$  értékek birtokában lévén:

$$f(x_0+0) = \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} + \frac{D(x_0)}{2},$$

és

$$f(x_0-0) = \frac{f(x_0+0) + f(x_0-0)}{2} - \frac{D(x_0)}{2}.$$

**7. §. Még egy módszer az ugrásnak a Fourier-sorból való meghatározására.**

10. Legyenek

$$x_1, x_2, \dots, x_r$$

az  $f(x)$  függvénynek a  $0 \leq x < 2\pi$  számközbe eső szakadási helyei, nagyságuk szerint rendezve. Fölteszem, hogy  $f(x)$ -nek a  $(0, 2\pi)$  intervallumban mindenütt van differenciálhányadosa, mely a  $(0, 2\pi)$  számközben «korlátos ingadozású». [Az  $x_1, x_2, \dots, x_r$  helyeken természetesen csak a jobb- és baloldali differenciálhányados létezését követelem.]

Legyen

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} (a_{\nu} \cos \nu x + b_{\nu} \sin \nu x) \quad (29)$$

$(b_0 = 0)$

az  $f(x)$  Fourier-sora.

Tekintem a

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \nu (b_{\nu} \cos \nu x - a_{\nu} \sin \nu x) \quad (30)$$

trigonometrikus sort, mely a (29) alatti Fourier-sorból tagonkénti differenciálás által keletkezik.

Minthogy

$$a_{\nu} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos \nu t \, dt,$$

$$b_{\nu} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin \nu t \, dt,$$

tehát

$$\pi(b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x) = \int_0^{2\pi} f(t) \sin \nu(t-x) dt. \quad (31)$$

Parciális integrálással:

$$\begin{aligned} & \int_0^{2\pi} f(t) \sin \nu(t-x) dt = \\ &= \left[ \frac{-f(t) \cos \nu(t-x)}{\nu} \right]_0^{x_1-0} + \left[ \frac{-f(t) \cos \nu(t-x)}{\nu} \right]_{x_1+0}^{x_2-0} + \dots + \\ &+ \left[ \frac{-f(t) \cos \nu(t-x)}{\nu} \right]_{x_r+0}^{2\pi} + \frac{1}{\nu} \int_0^{2\pi} f'(t) \cos \nu(t-x) dt. \end{aligned}$$

E szerint

$$\begin{aligned} \pi\nu(b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x) &= D_1 \cos \nu(x-x_1) + D_2 \cos \nu(x-x_2) + \dots + \\ &+ D_r \cos \nu(x-x_r) + \int_0^{2\pi} f'(t) \cos \nu(t-x) dt, \quad (32) \end{aligned}$$

hol

$$D_1, D_2, \dots, D_r$$

rendre az  $f(x)$  függvénynek az

$$x_1, x_2, \dots, x_r$$

helyeken szenvedett szakadását jelentik.

Mint hogy  $f'(x)$ , a föltevés szerint, korlátos ingadozású a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben, tehát

$$\lim_{\nu=\infty} \int_0^{2\pi} f'(t) \cos \nu(t-x) dt = 0.$$

(Sőt még

$$\left| \int_0^{2\pi} f'(t) \cos \nu(t-x) dt \right| < \frac{\text{const.}}{\nu},$$

$$\nu = 1, 2, 3, \dots,$$

$$0 \leq x \leq 2\pi.)$$

E szerint

$$\pi\nu(b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x) = \sum_{k=1}^r D_k \cos \nu(x-x_k) + \varepsilon_\nu(x), \quad (33)$$

hol

$$\lim \varepsilon_\nu(x) = 0,$$

és pedig egyenletesen a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben.

Képezni akarom a (30) alatti sor első  $n$  tagjának arithmetikai közepét,  $\pi$ -vel szorozva. E végből a (33) alatti egyenletbe, a  $\nu$  helyébe, rendre  $1, 2, \dots, n$ -et tesztek, összeadok, és osztok  $n$ -nel. Nyerem a következő egyenletet:

$$\frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x)}{n} = \frac{\sum_{k=1}^r (D_k \sum_{\nu=1}^n \cos \nu (x - x_k))}{n} + \frac{\sum_{\nu=1}^n \varepsilon_\nu(x)}{n}. \quad (34)$$

Ámde

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sum_{\nu=1}^n \varepsilon_\nu(x)}{n} = 0,$$

mert  $\lim_{\nu=\infty} \varepsilon_\nu(x) = 0$ .

A mi pedig a

$$\lim_{n=\infty} \frac{\sum_{k=1}^r (D_k \sum_{\nu=1}^n \cos \nu (x - x_k))}{n} \quad (35)$$

határértéket illeti, úgy ez lényegesen függ attól, hogy  $x$  összeesik-e az  $x_1, x_2, \dots, x_r$  értékek egyikével, vagy nem. Az utóbbi esetben, vagyis mikor

$$x \neq x_1, x_2, \dots, x_r,$$

a (35) alatti határérték egyenlő zérussal. Ez esetben ugyanis

$$\sum_{\nu=1}^n \cos \nu (x - x_k),$$

$$(k = 1, 2, \dots, r)$$

végtelenül növekedő  $n$ -nel *véges* határok között ingadozik.

(Ez az

$$\frac{1}{2} + \cos \xi + \cos 2\xi + \dots + \cos n\xi = \frac{\sin(2n+1)\frac{\xi}{2}}{2 \sin \frac{\xi}{2}}$$

azonosságból rögtön következik.)

Ha azonban

$$x = x_l,$$

akkor (34) alapján

$$\begin{aligned} \frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_\nu \cos \nu x_l - a_\nu \sin \nu x_l)}{n} &= \frac{\sum_{k=1}^{l-1} D_k \left( \sum_{\nu=1}^n \cos \nu (x_l - x_k) \right)}{n} + \\ &+ D_l + \\ &+ \frac{\sum_{k=l+1}^r D_k \left( \sum_{\nu=1}^n \cos \nu (x_l - x_k) \right)}{n} + \\ &+ \frac{\sum_{\nu=1}^n \varepsilon_\nu(x_l)}{n}, \end{aligned} \tag{36}$$

tehát

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_\nu \cos \nu x_l - a_\nu \sin \nu x_l)}{n} = D_l.$$

Kimondhatom tehát a következő tételt:

*Legyen*

$$a_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} (a_\nu \cos \nu x + b_\nu \sin \nu x) \tag{37}$$

*a Dirichlet-féle föltételeknek eleget tevő  $f(x)$  függvény Fourier-féle sora; legyen továbbá az  $f(x)$  differenciálhányadosa korlátos ingadozósú a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben. Ha már most képezem a (37) alatti Fourier-sorból tagonkénti differenciálással nyert*

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \nu (b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x) \tag{38}$$

*sor első  $n$  tagja arithmetikai közepének  $\pi$ -szeresét, vagyis a*

$$\frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_{\nu} \cos \nu x - a_{\nu} \sin \nu x)}{n}$$

*hányadosot, úgy e középérték az  $f(x)$  függvény  $x=x_0$  szakadási helyén, az  $f(x)$  függvénynek  $x_0$ -on szenvedett szakadásához konvergál, ha  $n$  minden határon túl növekedik. Egyenletben:*

$$\lim_{n=\infty} \frac{\pi \sum_{\nu=1}^n \nu (b_{\nu} \cos \nu x_0 - a_{\nu} \sin \nu x_0)}{n} = f(x_0+0) - f(x_0-0). \quad (39)$$

*(Ha  $f(x)$  az  $x=x_0$  helyen folytonos, akkor is létezik e határérték; akkor azonban zérussal egyenlő.)*

E tételhez néhány megjegyzést fűzök.

Ha  $f(x)$ -nek ugrása, vagy ugrásai vannak, akkor, mint ismeretes, a (38) alatti sor, mely a (37) alatti Fourier-sorból tagonkénti differenciálással keletkezik, minden  $x$  értékre divergens. (Pl. ha

$$f(x) = \frac{\sin x}{1} + \dots + \frac{\sin nx}{n} + \dots,$$

akkor a tagonként való differenciálással nyert sor

$$\cos x + \cos 2x + \dots + \cos nx + \dots,$$

mely valóban mindenütt divergens.)

A (38) alatti divergens trigonometrikus sor részletösszegeinek arithmetikai közepei azonban minden olyan  $x$ -helyen, mely az  $f(x)$  szakadási helyeitől különböző, konvergálnak, és pedig az  $f'(x)$  differenciálhányadoshoz, mint határértékhez. (Math. Annalen, 58. kötet.) A mi most már a (38) alatti sor viselkedését valamely szakadási helyen illeti, úgy erre nézve konstatáltam, hogy a sor ilyen helyen valódi divergens sor (miből aztán következik, hogy a szakadási helyen a (38) alatti sor részletösszegeinek arithmetikai közepei is valódi divergens sorozatot alkotnak), de különben nem tudtam hasznot húzni e valódi divergens sorból. Most mondhatom, hogy e valódi divergens sor első  $n$  tagjának arithmetikai közepe,  $\pi$ -vel szorozva, a függvénynek a



szóban forgó helyen szenvedett szakadásához konvergál, ha  $n$  minden határon túl nagyobbodik.

Ha  $x_0=0$  szakadási helye az  $f(x)$  függvénynek, úgy e helyre nézve a (39) alatti limestétel különösen egyszerűen hangzik:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \pi \frac{b_1 + 2b_2 + \dots + nb_n}{n} = f(+0) - f(-0). \quad (40)$$

Ha az  $f(x)$  függvénynek a  $0 \leq x \leq 2\pi$  számközben csak egy  $x_0$  szakadási helye van, akkor a (39) alatti általános eljárás lényegesen egyszerűsíthető. Ez esetben ugyanis a (39) alatti egyenlet így hangzik:

$$\pi\nu(b_\nu \cos \nu x - a_\nu \sin \nu x) = D_0 \cos \nu(x - x_0) + \varepsilon_\nu(x), \quad (41)$$

hol

$$D_0 = f(x_0 + 0) - f(x_0 - 0).$$

A (41) alatti egyenletbe  $x=x_0$ -t téve:

$$\pi\nu(b_\nu \cos \nu x_0 - a_\nu \sin \nu x_0) = D_0 + \varepsilon_\nu(x_0),$$

tehát

$$\lim_{\nu \rightarrow \infty} \pi\nu(b_\nu \cos \nu x_0 - a_\nu \sin \nu x_0) = D_0. \quad (42)$$

Áll tehát a következő tétel:

*Ha az  $f(x)$  függvénynek a  $0 \leq x < 2\pi$  intervallumban csak egy  $x_0$  szakadási helye van, akkor már a (38) alatti sor  $\pi$ -vel szorzott  $n$ -dik tagja az  $f(x)$ -nek  $x_0$ -hoz tartozó szakadásához konvergál, ha  $n$  minden határon túl nagyobbodik.*

Ha  $x_0=0$  az  $f(x)$ -nek egyetlen ugrási helye a  $0 \leq x < 2\pi$  közből, akkor, (42) alapján<sup>1</sup>

$$\lim_{\nu \rightarrow \infty} \pi\nu b_\nu = f(+0) - f(-0).$$

---

<sup>1</sup> L. a Math. Annalen 64. kötetében (1907) megjelent dolgozatomat.

## A RÖNTGEN-SUGARAK REZGÉSSZÁMA ÉS AZ ELEMI ENERGIA-ADAGOK HYPOTHESISÉ.

ZEMPLÉN GYÓZO 1.-tagtól.

Régóta kutatnak a physikusok a Röntgen-sugárzás körében *elhajlás-* (diffractio-) és *interferentia*-jelenségek után, remélvén, hogy ez úton e sugarak természetéről tudomást szerezhetnek. Minden jel arra mutat, hogy igen közel vagyunk e problémának végleges megoldásához, mely szerint a Röntgen-sugárzás is elektromágneses rezgések hullámszerű tovaterjedése, akárcsak a fény és a HERTZ-féle hullámok ; köszönhetjük e nagy fontosságú eredményt M. LAUE, W. FRIEDRICH és P. KNIPPING vizsgálatainak, melyeknek leírása a *Sitzungsberichte der k. Bayerischen Akademie der Wissenschaften* 1912. évi folyamában jelent meg,<sup>1</sup> a kiknek sikerült Röntgen-sugárzás esetében oly diffractio-jelenségeket megfigyelni, melyek az optikai rácsokon észlelt fényelhajlás-jelenségekhez hasonlóak. Már régebbi vizsgálatok valószínűvé tették, hogy ha a Röntgen-sugarak elektromágneses rezgések, hullámhosszúságuk minden esetre jóval (több ezerszer) kisebb, mint az eddig ismeretes legrövidebb ibolyántúli fényhullámoké. Ily csekély hullámhosszúság mellett nem igen lehetett remélni, hogy az optikai rácsok mintájára előállított szerkezetekkel a Röntgen-sugarak diffractióját ki lehessen mutatni. LAUENek támadt az a merész gondolata, hogy «optikai rács»-nak ez esetben egy kristály molekuláinak rendszerét használják fel; a molekuláris elmélet szerint a kristályokban a molekulák szabályos térbeli rácsot

---

<sup>1</sup> M. LAUE, W. FRIEDRICH, P. KNIPPING értekezése a 303. lapon; M. LAUE számításai, melyekkel a kísérleti eredmények alapján a hullámhosszúságot kiszámítja, a 363. lapon található.

alkotnak, melyen a kristályra eső elektromos hullám elhajlást szenved; ezeknek az elhajlitott sugaraknak interferálniuk kellene. LAUE és társai az elméletnek megfelelően diffractió-képeket kaptak, ha a Röntgen-sugarak keskeny nyalábját a kristályon keresztül bocsátották.

Hogy a diffractió-képből a sugarak hullámhosszúsága kiszámítható legyen, ismerni kell a «rácsállandót», a jelen esetben két molekulaközéppont legkisebb távolságát. A molekuláris elmélet alapján ma már elég megbízható eljárásokkal tudjuk meghatározni az ú. n. AVOGADRO-féle számot, az egy grammmolekulában foglalt molekulák számát; ismerve a vizsgált kristály molekulasúlyát, sűrűségét és a molekulák térbeli eloszlásának rendszerét, minden adatunk megvan a «rácsállandó» meghatározására.

LAUE társai legpontosabb méréseiket egy czinkszulfid-kristályon végezték, mely a szabályos rendszerbe tartozik s így a molekulák egyszerű derékszögű térbeli rácsot alkotnak benne. LAUE számításai szerint a keletkező diffractiókép magyarázatára öt különféle hullámhosszúságú sugárzás jelenlétét kell feltételezni, melyeknek hullámhosszúsága:

$$(1) \lambda = 1.27.10^{-9}, 1.90.10^{-9}, 2.24.10^{-9}, 3.55.10^{-9}, 4.83.10^{-9} \text{ cm.}$$

E hullámhosszúságok úgy aránylanak egymáshoz, mint:

$$4 : 6 : 7 : 11 : 15.$$

Ha egyetlen hullámhosszúságú sugárzásból indulunk ki, melynek hullámhosszúsága a fenti legkisebb hullámhosszúságnak negyedrésze, akkor az összes észlelt diffractiópontok mint ennek a homogén

$$\lambda_0 = 3.2.10^{-10} \text{ cm} \quad (1^a)$$

hullámhosszúságú sugárzásnak magasabbrendű «spektrum»-ai kiadódnak, azonban — mint LAUE megjegyzi — akkor oly diffractiópontoknak is rajta kellene lenni a lemezen, a melyek a valóságban hiányzanak. Valószínűbb tehát, hogy az (1) alatti hullámhosszúságokból összerakott sugárzással van dolgunk.

A LAUE-féle számítás egyetlen adata, melynek helyességében kételkedni lehet, az AVOGADRO-féle szám; ma azonban ezt is már

oly biztossággal ismerjük, hogy a különféle, egymás közt igen eltérő eljárásokkal meghatározott számértékek alig térnek el több mint 10 százalékkal egymástól, úgy hogy a LAUE-féle eredmények nagyságrendjét mindenesetre helyesnek kell elfogadnunk.

\*

Minthogy ilyenformán igen nagy rezgésszámú elektromágneses jelenség létezéséről szereztünk tudomást, nem lesz érdektelen ezeket az eredményeket összevetni egy igen általános és a physika különféle ágaiban szép eredményekkel kecsegtető hypothesisal. Értem az elemi energia-adag hypothesisét, melyet PLANCK legelőször a hősugárzásbeli jelenségek elméletében állított fel és a mely szerint az energia — csak úgy mint az anyag — bizonyos legkisebb részeknél kisebb adagokra nem osztható és a rendszerek energiatartalma mindig ezen «elemi energia-adag»-nak egész számú többszöre. Ez az első pillanatra annyira idegenszerű föltevés igen sok eddig rejtélyesnek látszó tünemény kielégítő magyarázatát szolgáltatta, úgy, hogy minden valószínűség szerint egy igen mélyenjáró természeti igazság előfutárja.

PLANCKnak, hogy a thermodynamika alapelveivel összeütközésbe ne jusson, föl kell tennie, hogy az elemi energia-adag nem ugyanaz a különféle elektromágneses rezgések esetében, hanem egyenesen arányos a rezgések szaporaságával; e szerint, ha  $\epsilon$  az elemi energiaadag,

$$\epsilon = h \cdot \nu, \quad (2)$$

a hol  $\nu$  a másodpercenkénti rezgések száma,  $h$  pedig egy universalis állandó, mely a fekete test sugárzása alapján kísérlettel meghatározható:

$$h = 6 \cdot 55 \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

A legkisebb energia-adag e szerint igen csekély a lassú elektromágneses rezgések esetében; pl. a drótnélküli telegraphiában használatos hullámoknál ( $\lambda$ -t 500 méternek véve)

$$h \cdot \frac{c^1}{\lambda} = 6 \cdot 55 \cdot 10^{-27} \cdot \frac{3 \cdot 10^{10}}{5 \cdot 10^4} = \frac{19 \cdot 65 \cdot 10^{-17}}{5 \cdot 10^4} = \text{kb. } 4 \cdot 10^{-21} \text{ erg.} \quad (3)$$

---

<sup>1</sup>  $c$  az elektromágneses hullám tovaterjedésének sebessége.

Oly csekély mennyiség ez, mely a kísérletben megfigyelés alá jutó összes energiához képest rendkívül csekély, nem remélhető tehát, hogy e hullámok energiájának adagoltságáról kísérleti úton meggyőződhetünk.

Nem úgy a nagyobb rezgésszámú sugárzásoknál; már fény-sugaraknál az elemi adag a (3) alattinak kb. ezermilliószorosa, vagyis:

$$4 \cdot 10^{-12} \text{ erg.}$$

Röntgen-sugaraknál az említett mérések szerint az elemi adag a különböző hullámhosszúság szerint:

$$\frac{19 \cdot 65 \cdot 10^{-17}}{1 \cdot 27 \cdot 10^{-9}} = 1 \cdot 55 \cdot 10^{-7} \text{ és } \frac{19 \cdot 65 \cdot 10^{-17}}{4 \cdot 83 \cdot 10^{-9}} = 4 \cdot 11 \cdot 10^{-8} \text{ erg. (4)}$$

határok közé esik.<sup>1</sup>

A következőkben arra figyelmeztetek, hogy kísérleti adatok alapján eldönthető, vajjon az elemi energia-adagoknak ez a következménye összeegyeztethető-e a Röntgen-sugarakra vonatkozó egyéb tapasztalatainkkal.

Tudjuk, hogy a Röntgensugárzás úgy keletkezik, hogy kathód-sugarak őket elnyelő akadályokba ütköznek, a kathód-sugarak pedig a mai felfogás szerint negatív töltésű részecskékből — elektronokból — állanak, melyek nagy sebességgel röpködnek tovább. A Röntgen-sugarak keletkezését részleteiben a következő módon képzelhetjük el magunknak: a negatív elektron a súlyos anyag molekuláiba ütközve, megosztja velük energiáját, melynek egy része a molekulák eleven erejét (hőmérsékletét) növeli, míg egy része a molekulákkal kapcsolatos elektromos töltésű részecskéket hozza rezgésbe, vagy pedig maga az elektron lép be rezgésszerűen valamely molekula kötelékébe; mindkét esetben e rezgések Röntgen-sugarak forrásaivá lesznek. Arra nézve, hogy a kathód-sugarak energiájának hányadrésze alakul át Röntgen-sugár-energiává, pontos mérések adnak felvilágosítást. A legmegbízha-

<sup>1</sup> E. MARX mérései szerint a Röntgen-sugarak tovaterjedése sebessége egyenlő az egyéb elektromágneses sugarak tovaterjedésének sebességével,  $3 \cdot 10^{10}$  cm. sec<sup>-1</sup>-mal.

több ilyen méréseket WIEN würzburgi laboratóriumában végeztek WIEN és tanítványai.<sup>1</sup> A továbbiakban E. CARTER méréseire támaszkodunk, melyek szerint a keletkezett Röntgen-sugárzás energiájának ( $E_r$ ) és a sugárzást keltő kathód-sugárzás energiájának ( $E_k$ ) viszonya platina antikathód használata mellett:

$$\frac{E_r}{E_k} = 1 \cdot 07 \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

kerek számban egy ezred.

Ez a viszonyszám persze az egész kathódrészecske-rajra és az általa keltett összes Röntgen-sugarakra vonatkozik, azonban azt mindenesetre bajos elképzelni, hogy nem minden kathódelektron kelt Röntgen-sugárzást s így jogosnak látszik az a feltevés, hogy az (5) alatti viszonyszám minden egyes ütközésre külön-külön érvényes.

Az idézett CARTER-féle adat 59000 Volt feszültségre vonatkozik (a kísérletekből kitűnik, hogy a «hatásfok» a feszültséggel arányos). E feszültség mellett egy kathódrészecske energiája:

$$V \cdot e = 59000 \cdot \frac{1}{300} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 10^{-10} \text{ erg.}$$

a hol  $e$  az elektron elemi töltése, mely a legújabb mérések szerint kerek számban

$$e = 4 \cdot 5 \cdot 10^{-10}$$

elektrostatikus c. g. s. egység. E szerint egyetlen elektron energiája:

$$8 \cdot 85 \cdot 10^{-8} \text{ erg.}$$

volna. Ámde ennek az energiának csak mintegy ezredrésze alakul át Röntgen-sugárzás energiájává, tehát az (5) alapján az egyetlen kathódösszeütközés alkalmával kisugárzott Röntgenenergia

$$E = 9 \cdot 46 \cdot 10^{-11} \text{ erg.} \quad (6)$$

Ez a számérték körülbelül 440-szer kisebb, mint a Röntgen-

---

<sup>1</sup> W. WIEN, Ann. d. Phys. 18. K. 991. l. és E. CARTER, Ann. d. Phys. 21. K. 970. l.

sugarak legkisebb rezgésszámának megfelelő (4) alatti energia-adag, míg a legnagyobb rezgésszámra vonatkozó energia-adag az egyetlen ütközés alkalmával átadott energiamennyiséget majdnem 1700-szorosan mulja fölül. Az (1<sup>a</sup>) alatti hullámhosszúság esetében az  $\frac{\epsilon}{E}$  viszony 6800-ra emelkednék, ezt a hullámhosszúságot azonban maga LAUE sem tartja valószínűnek. — Kisebb feszültségű kathódsugaraknál  $E$  még kisebb s így a megegyezés az elmélettel még kevésbé kielégítő.

Azok az adatok, a melyeken e számítások alapulnak, nem teljesen megbízhatók, azonban kizártnak tekintendő egy oly rendű hiba, mely ezt az energia-adag hypothesis és a közönséges elektromágneses elmélet eredményei között mutatkozó nagy eltérést megmagyarázhatná.

★

A következőkben néhány ellenvetést czáfolok meg, melyekkel a fenti okoskodást meg lehetne támadni.

1. Azt lehetne állítani, hogy LAUE és társainak mérései nem a primär Röntgen-sugarak hullámhosszúságát adják meg, mert hiszen a kristályban keletkező secundär sugárzás szolgáltatja az interferentia-képeket. Ezzel azonban az ellenmondás nem szűnik meg. Kísérjünk ugyanis figyelemmel egyetlen elektront, mely az antikathódba ütközve Röntgen-sugárzást kelt; e Röntgen-sugárzásnak energiája a (6) alatti  $E$ . A primär sugárzás a kristálymolekulába ütközve secundär sugárzást indít meg, melynek energiája nem lehet nagyobb, mint  $E$ ; e szerint megint csak arra az eredményre jutunk, hogy a secundär sugárzásban kisebb energiarészletek jelen, mint az az energia-adag, a mely a PLANCK-féle hypothesis szerint e sugárzás rezgésszámának megfelelő. — Ha a (6) alatti  $E$  volna a primär Röntgen-sugárzás energia-adagja, akkor ebből a közönséges Röntgen-sugarak hullámhosszúságára nézve  $2 \cdot 10^{-6}$  cm-nyi érték következne, a mi az összes eddigi kísérletek eredményeivel ellenmondásban van.

2. Azt lehetne esetleg képzelni, hogy nem minden kathódelektron kelt Röntgen-sugárzást, hanem némelyiknek energiája mozgásenergiává alakul át, másoké pedig Röntgen-sugárzássá; e felfogás mellett szólna az a körülmény, hogy egyetlen kathód-

elektron energiája ugyanolyan rendű mennyiség ( $8 \cdot 26 \cdot 10^{-8}$ ), mint a Röntgen-sugarak elemi energia adagja. — A jelenség mechanizmusát úgy lehetne elképzelni, hogy az elektronok a molekulák között végigfutva csak az antikathód belsejében ütköznek össze molekulákkal s az ott keletkező Röntgen-sugárzás az anyagban szenvedett absorptio következtében részben visszaalakulna hőmozgássá. — E felfogás azonban nem egyeztethető össze azzal a kísérleti tapasztalattal, hogy a kathód-elektronokat a fémek sokkal nagyobb mértékben nyelik el, mint a Röntgen-sugarakat, tehát azokból a rétegekből, a hol az elektronok elnyeletnek, a Röntgen-sugárzás még úgyszólván minden gyöngülés nélkül távozik el. De ez esetben ismét a Röntgen-sugárzás absorptiója következtében lépnének fel az elemi adagnál kisebb energiaprészetek.

3. Még legkomolyabbnak kell tekintenem azt a feltevést, hogy a primär Röntgen-sugarak nem maguk fedezik a secundär sugárzás energiaszükségletét, csak *kiváltják* a secundär sugárzást, mely a kristály atómenégiájának rovására szabadulna fel. Ez a felfogás ez idő szerint kísérleti adatokkal meg nem czáfolható, de persze nem is bizonyítható; ha azonban beválnék, akkor LAUE és társai kísérleteinek fontossága igen lényegesen megnövekednék, mert a *mesterséges radioaktivitás* első példáit szolgáltatóknak.

★

Mindebből kitűnik, hogy a Röntgen-sugarakra vonatkozó legújabb kísérleti tapasztalatok nem hozhatók összhangzásba az elemi energia-adag hypothesisének következményeivel. Mégsem tekintem az elmondottakat a PLANCK-féle föltevés döntő czáfolatának, egyrészt mert ahhoz is még szó fér, vajjon a Röntgen-sugarak valóban nagy rezgésszámú elektromágneses sugarak-e, másrészt mert az idézett ellenmondás esetleg az energia-adag hypothesisének átfogalmazása által megszüntethető.

Föl lehetne például tenni, hogy az energiának elemi adagok szerinti eloszlása csak akkor történik meg, ha adott energia-mennyiséget sok resonator között kell elosztani, egy elszigetelt kathód-elektron ütközésére tehát nem érvényes; az energiának elemi adagok szerinti eloszlása csak akkor következne be, a mikor



már bizonyos energiamennyiség sok kathód-elektron összeütközése következtében felhalmozódott. — A föltevés ebben az átfogalmazásban ama módosításra emlékeztet, a melyet eredeti hypothesisén PLANCK maga eszközölt a legújabb időben;<sup>1</sup> e szerint a resonatorok energiafölvétele folytonosan történnék és csak az energiakibocsátás történnék elemi adagok szerint. — A jelenség mechanismusába azonban az ilyen alapon kifejtett elmélet esetében nehezen tudunk betekinteni.

Hasonló átfogalmazások segítségével az elemi energia-adag hypothesisé bizonyára megmenthető, azonban a szükséges mellékföltevések feltétlenül elhomályosítják az eredeti elmélet tisztaságát.

---

<sup>1</sup> Annalen der Physik, 37. K., 642. l.

## A CZUKOR ELÉGÉSE PANKREASDIABETESSES SZERVEZETBEN.

VERZÁR FRIGYES és FEJÉR ÁRPÁD-tól.

Ha egy állat pankreasát kiirtjuk, súlyos, halálos végű cukorbetegséget, diabetest okozunk. E betegség magyarázatában a kutatók jelenleg két egymással ellentétes álláspontot foglalnak el. — BIEDL<sup>1</sup> és NOORDEN<sup>2</sup> úgy véli, hogy cukor a pankreasdiabetesnél azért ürül ki, mert a szervezet a rendesnél többet termel. GIGON<sup>3</sup> viszont a pankreasdiabetes lényegét a szervezet hiányos cukorelégzőképességében látja. — Az újabban megjelent dolgozatok közül HAMBURGER,<sup>4</sup> továbbá KNOWLTON és STARLING<sup>5</sup> izolált szíven történt vizsgálatai valóban azt mutatták, hogy pankreasdiabetesben a szív cukorelhasználóképessége megszűnt.

Miután ezen kísérleteket izolált szerven végezték, szükségesnek látszott e vizsgálatokat — tekintettel a kérdés fontos voltára — az egész szervezetre kiterjeszteni, folytatásaképpen egyikünk (V.)<sup>6</sup> régebbi dolgozatának.

Azt, hogy elég-e a cukor a szervezetben pankreas-kiirtás után, úgy kívántuk eldönteni, hogy az állatok gázcserejét vizsgáltuk meg szőlőcukornak intravenás befecskendése után. Ha elég a cukor, emelkedik a respirációs hányados. Kísérleteinket

---

<sup>1</sup> BIEDL: Innere Sekretion 1910.

<sup>2</sup> NOORDEN: Die Zuckerkrankheit 1912.

<sup>3</sup> GIGON: Erg. d. inneren Mediz. 1912. 206. old.

<sup>4</sup> HAMBURGER: Magy. Orv. Arch. 1911.

<sup>5</sup> KNOWLTON and STARLING: Journal of Physiology 1912. 45. 146. old.

<sup>6</sup> VERZÁR: Bioch. Zeitschr. 44. 201. old.

kurarával bénított, mesterségesen szellőztetett kutyákon végeztük a Zuntz-Geppert-féle methodussal, a TANGL-féle<sup>1</sup> berendezéssel.

VERZÁR régebbi dolgozatából kitűnt, hogy 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—3 órával a pankreas tökéletes kiirtása után czukorbefecskendésre az állat respirációs hányadosa  $\left(\frac{CO_2}{O_2}\right)$  erősen emelkedik, jeléül annak, hogy a czukor ilyenkor — úgy mint a normális állatban — még elég.

Mindenekelőtt megvizsgáltuk olyan állatok gázcserejét, melyeknek a pankreasát 2—4 napja kiirtottuk. Példának említjük a IX. számú kutyát.

Ebből, valamint a másik két hasonló kísérletből is kitűnik, hogy czukorbeadásra emelkedik a  $\frac{CO_2}{O_2}$  hányados, tehát a czukor, akárcsak közvetlenül a pankreas kiirtása után — legalább részben — elég.

Kísérleteztünk azután még 9 olyan kutyán, melynek pankreasa 5—14 nap óta hiányzott (pl. XXXIII. számú kutya, 2. táblázat). Czukoroldatot fecskendve be ezen állatok venájába, sem a kilehelt  $CO_2$  és a fogyasztott  $O_2$  mennyiségében, sem ennek megfelelően a respirációs hányadosban ( $RQ$ ) — viszonyítva a normális kísérletekhez — változást nem kaptunk. A mellékelt III. számú tabellában a valamennyi kísérletünkben talált eredményt állítottuk össze úgy, hogy összehasonlításul a czukorinjectio előtti és utáni legmagasabb  $RQ$ -t közöljük. Mint látszik, az első három kutyánál határozott emelkedés van, a többinél nem.

*A súlyos, tetőfokát elérte pankreasdiabetes megszünteti tehát a szervezet czukorelégeltőképességét.*

Az eredmény eme magyarázata ellen a következő ellenvetéseket lehetne tenni. Ha a czukor netalán elég a szervezetben, de ugyanakkor egy olyan folyamat megy végbe az állatban, mely a  $RQ$ -t leszállítja, — a hányados-emelkedés sem lenne észlelhető. Azonban az ilyen két ellentétes irányú s emellett egyenlő nagyságú folyamat felvétele igen valószínűtlen. — A második kifogás egy technikai kérdésre vonatkozhatik: hogy t. i. mi állatainkat kurarizáltuk. Hogy a kurarának nincs befolyása a gázcsereire, azt világosan bizonyítja az a számos kísérlet, melyet

<sup>1</sup> TANGL: Bioch. Zeitschr. 34. 1. old.

I. táblázat.

Kísérleti állat száma: IX. Testsúly: 4600 gr. Datum: 1912, XI. 7. (Műtét: 1912, XI. 5.)

A kísérlet			Légző- térfogat percen- ként cm <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> csök- kenés	CO <sub>2</sub> többlet	O <sub>2</sub> fogyasz- tás	CO <sub>2</sub> termelés	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Testhőmér- séklet a ki- sérlet elején és végén C°	J e g y z e t
száma	kezdetre	tartama		a légző levegőben	percenként					
				%	%	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>			
I.	9 <sup>h</sup> 26'	11'51''	1631	2·272	1·684	37·06	27·07	0·741	38·20 38·25	10 <sup>h</sup> 27' - 11 <sup>h</sup> 07'-ig 130 cm <sup>3</sup> 10%-os dextrose-oldat intravenás be- feeszkendése
II.	9 <sup>h</sup> 53'	11'55''	1651	2·049	1·461	33·83	24·12	0·713	38·12 38·15	
III.	10 <sup>h</sup> 15'	11'07''	1644	1·835	1·420	30·16	23·35	0·774	38·13 38·02	
IV.	10 <sup>h</sup> 44'	11'46''	1652	2·566	2·168	42·39	35·82	0·845	37·61 37·68	
V.	11 <sup>h</sup> 07'	11'51''	1669	2·544	2·152	42·45	35·91	0·846	38·25 38·11	
VI.	11 <sup>h</sup> 30'	11'51''	1687	2·362	2·032	39·85	34·28	0·860	37·81 37·67	
VII.	11 <sup>h</sup> 55'	11'18''	1701	2·405	1·982	40·92	33·72	0·824	37·75 37·95	

normális állatokon, vagy például a pankreas eltávolítása utáni első néhány napon végeztünk és a mely kísérletekben czukorbefecskendésre a  $RO$  erősen emelkedik.

A czukorelégés megszűnését a pankreas kiirtása után úgy kell értelmeznünk, hogy a pankreas belső elvlasztó működése hiányzik.

Annak, hogy a 4. napig még elégetik az állatok a czukrot, az a valószínű magyarázata, hogy az ilyen diabeteses szervezetben van még valami az elégéshez szükséges «pankreashormon»-ból, melyet a hasnyálmirigy még kiirtása előtt termelt. Ezzel szemben valószínűtlen feltevésnek látszik az, hogy a műtétkor a bél falán hagyott igen csekély pankreas-maradványok szétesése s felszívódása juttat még néhány napig hormont a véráramba. Minthogy a pankreaskiirtásokat a legnagyobb gonddal végeztük úgy, hogy a bél faláról el nem távolítható, apró kis maradékokat ujjunkkal szétmorzsoltuk, ez a lehetőség úgyszólván fenn sem foroghat.

Vizsgálataink nemcsak a pankreasdiabetes pathológiájáról adnak felvilágosításokat, de világot vetnek egy physiologiai tényre is. Ha egy állat gyomrába vagy egyik venájába valami táplálóanyagot, például czukrot juttatunk, akkor egyéb hatások mellett az  $O_2$  fogyasztás is növekszik. Ezen «specifikus dinamikai hatás»-t (RUBNER), vagy «anyagcsere munká»-t (TANGL) RUBNER a táplálóanyagok valami különleges hatásával, ZUNTZ és iskolája pedig másodlagos hatásokkal (vese-bélmunka megnagyobbodás) magyarázza.

Kísérleteinkből már most az a fontos tény világlik ki, hogy azokban az esetekben, melyekben czukorelégés nincsen, többnyire az  $O_2$  fogyasztás sem növekszik, vagyis hiányzik a «specifikus dinamikai hatás». Ebből az következik, hogy a «dinamikai hatás» szorosan az illető táplálóanyag elégésével összekötött folyamat. Hogy csak egyet említsünk, a XXXIII. számú kutyánk röviddel a befecskedés után kiürítette az egész czukormennyiséget,  $O_2$  fogyasztása nem emelkedett — hiányzik ez esetben tehát a «specifikus dinamikai hatás» —, a mint hogy nem történt czukorelégés sem, jöllehet a vesemunka fokozott volt.

Megemlítendő, hogy egy kutyánk, melynek gázcserezét a

II. táblázat.

Kísérleti állat száma: XXXIII. Testsúly: 4800 gr. Datum: 1913, III. 1. (Műtét: 1913, II. 17.)

A kísérlet			Légző- térfogat percen- ként	O <sub>2</sub> csök-	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Testhőmér- séklet a ki- sérlet elején és végén	J e g y z e t
száma	kezdeté	tartama		O <sub>2</sub> csök-	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>			
				kenés	többlet	fogyasz- tás	termelés			
			a légző	levegőben	percenként					
			cm <sup>3</sup>	%	%	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>			
							C°			
I.	11 <sup>h</sup> 14'	10'35'	2885	1·854	1·318	53·50	38·03	0·711	38·38 38·28	12 <sup>h</sup> 00'—12 <sup>h</sup> 40'-ig 117·5 cm <sup>3</sup> 10%-os dextrose-oldat intrave- nás befecskendése
II.	11 <sup>h</sup> 43'	10'26'	2911	1·910	1·266	55·60	36·07	0·649	38·20 38·30	
III.	12 <sup>h</sup> 20'	11'13'	2911	1·990	1·279	57·92	37·23	0·643	38·30 38·32	
IV.	12 <sup>h</sup> 42'	11'03'	2915	1·912	1·260	55·75	36·74	0·659	38·32 38·25	
V.	1 <sup>h</sup> 19'	10'32'	2933	1·815	1·218	53·23	35·73	0·671	38·10 28·20	
VI.	2 <sup>h</sup> 32'	10'49'	2937	2·366	1·502	69·49	44·11	0·635	38·20 38·18	
VII.	2 <sup>h</sup> 50'	10'34'	2972	1·942	1·448	57·71	43·03	0·746	38·12 38·00	
VIII.	3 <sup>h</sup> 28'	10'03'	2932	1·678	1·218	49·21	35·72	0·726	37·80 37·75	
IX.	4 <sup>h</sup> 00'	10'37'	2930	1·837	1·261	53·83	36·95	0·686	08·00 38·20	
X.	4 <sup>h</sup> 54'	10'30'	2859	1·794	1·226	51·22	35·00	0·683	37·85 37·78	

műtétet követő 5. napon vizsgáltuk meg, kivétel volt, a mennyiben nála czukorégés ugyan nem történt, de  $O_2$  fogyasztása a befecskendés után megnövekedett. Miután eddig csak egy ilyen esetet észleltünk, következtetéseket ebből egyelőre még nem vonhatunk.

Számos kísérletben arra törekedtünk, hogy a pankreasdiabeteses állat megszűnt czukorelégetőképességét helyreállítsuk. Ezen kísérleteket úgy végeztük, hogy miután meggyőződünk arról, hogy az állat nem égeti el a czukrot, olyan anyagokat fecskendeztünk venájába, melyekről remélhettük, hogy «pankreas-hormont» tartalmaznak. A kísérletek nagy részében így normális vért juttattunk a beteg állat vérkeringésébe s éppen úgy, mint már számosan előttünk, ezzel kívántuk befolyásolni a pankreasdiabeteses szervezet czukorkihasználását.

Azonban mindezen próbálgatások — mint a hogyan HÉDON<sup>1</sup> egy minapában megjelent cikkében kifejtette — eddig egy

### III. táblázat.

$\frac{CO_2}{O_2}$  hányados változása a czukor befecskendésére.

Kísérlet száma	A pankreas eltávolítása után hány nappal	A czukor beadása előtti legmagasabb RQ	A czukor beadása utáni két órában észlelt legmagasabb RQ	Különbség
IX.	2	0·77	0·86	+0·09
XIII.	4	0·71	0·74	+0·03
X.	4	0·74	0·79	+0·05
XXVIII.	5	0·82	0·76	- 0·06
XII.	7	0·84	0·84	0
IV.	8	0·78	0·79	+0·01
V.	9	0·74	0·73	- 0·01
XIX.	9	0·71	0·72	+0·01
XXXVII.	9	0·71	0·68	- 0·03
XXV.	10	0·66	0·68	+0·02
XXVI.	12	0·72	0·69	- 0·03
XXXIII.	12	0·71	0·67	- 0·04

<sup>1</sup> HÉDON: Arch. Intern. de Physiol. XIII. 4. old.

később megemlítendőn kívül negatív eredménnyel végződtek. Kísérleteinkben részben normális, defibrinált vért fecskendünk a venába, részben keresztezett vérkeringést létesítettünk egy ép s egy diabeteses állat között, ilyenformán keverve össze a kettő vérét, részben egy ép állat pankreasából nyert vénás vért juttattunk a diabeteses állat v. jugularisába. HÉDON szerint ez utóbbi esetben megszűnik a diabetes; a mi kísérleteink rendén az esetek egyikében sem emelkedett a respiratiós hányados, tehát nem állott helyre a czukorelégetőképesség.

Legtöbb eredményt azoktól a kísérletektől vártunk, melyekben KNOWLTON és STARLING előírása szerint készített «*pankreas-hormon*»-t adtunk intravenásan; e szerzőknek ugyanis sikerült pankreas savanyú főztével visszaadni az izolált diabeteses szív czukorelégetőképességét. Több alkalommal vizsgálva meg, vajjon megszűnik-e ilyenkor a czukorvizezés, lényeges változást nem tapasztaltunk. Két előzetes, haldokló állaton végzett, tehát technikailag kifogásolható, negatív eredményű kísérlet után sikerült újabban két különböző, két hét óta diabeteses kutyának (XXXIII. k. 2. táblázat) megszűnt czukorelégetőképességét kis mértékben, rövid időre helyreállítani. Erről úgy győződünk meg, hogy az állat, mely czukorbefecskendésre gázcseréjében változást nem mutatott, hormonnal kevert czukoroldatra respiratiós hányadosának tekintélyes emelkedésével felelt, szóval a czukrot most már elégette.



# AZ IDEG POLÁROZHATÓSÁGÁNAK VÁLTOZÁSA IZGALOMKOR.<sup>1</sup>

VERZÁR FRIGYES-től.<sup>2</sup>

Ha egy idegen keresztül állandó elektromos áramot vezetünk, akkor erős polarizációs áramok keletkeznek, a melyek a sarkok közt a polarizáló áramot csökkentik, a sarkokon kívül pedig a polarizáló árammal egyirányú ú. n. katelektrotonusos és anelektrotonusos áramokat adják. Ha az ideget izgatjuk, akkor ezek a polarizációs áramok gyengülnek, vagyis negatív áram-ingadozást mutatnak.

Az erre vonatkozó alapvető kísérletek BERNSTEIN-től,<sup>3</sup> GRÜN-HAGEN-től<sup>4</sup> és HERMANN-tól<sup>5</sup> származnak, a kiknek adatait kiegészítette BORUTTAU,<sup>6</sup> továbbá GOTCH és BURCH.<sup>7</sup>

A polarizációs áramok csökkenését izgalomkor HERMANN óta úgy magyarázzuk, hogy az izgalmi hullám (a működési áram) az anódnál nagyobb, a katódnál kisebb lesz. Ebből az interferenciából származik a polarizáló áramok csökkenése. Ezt az eredeti magyarázatát HERMANN<sup>8</sup> később oda módosította, hogy a jelenségben még az is szerepel, hogy az ideg polarizálhatósága

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. m. tudomány-egyetem orvosi karán a Gárdos-díjjal kitüntetett dolgozat kivonata.

<sup>2</sup> A budapesti kir. m. tudomány-egyetem ált. kór- és gyógytani és a cambridgei egyetem élettani intézetében készült dolgozat.

<sup>3</sup> BERNSTEIN: Du Bois Arch. 1866. 596. old.

<sup>4</sup> GRÜN-HAGEN: Zeitschr. f. ration. Medizin (3) XXXVI. 132. old. 1869.

<sup>5</sup> HERMANN: Pflügers Arch. VI. 560 old., VII. 355 old., X. 215 old.

<sup>6</sup> BORUTTAU: Pflügers Arch. 63, 145. old.

<sup>7</sup> GOTCH és BURCH: Proc. Roy. Soc. 63. 300. old. 1898.

<sup>8</sup> HERMANN: Pflügers Arch. 24. 293. old.

a működés közben csökken. Lényegében ő úgy látszik úgy fogja fel a dolgot, hogy egyidejűleg a működési áram hullám lefutásával az idegben kisebb a polarizálhatóság.

A kérdés azért bír fontossággal, mert t. k. ez az egyetlen tény, a melyből egy fizikai-kémiaiilag szigorúan definiált tulajdonság változása, a polarizálhatóság csökkenése ismerhető fel az idegben az ingerület alatt. Valamennyi egyéb az idegműködéssel összefüggésbe hozott folyamat fizikai-kémiai jelentőségét vajmi kevéssé értjük ma még. Ép azért fontosnak látszott megvizsgálni, vajjon a polarizálhatóságnak ez a csökkenése szoros összefüggésben van-e működési árammal és egyidőben folyik-e le vele, úgy hogy mindkettőt ugyanazon alapfolyamat nyilvánulásának foghatjuk fel.

Evégből békaidegek működési áramát regisztráltam kapillarelektrométerrel, úgy hogy annak időbeli lefolyását mozgófényképlemezen rögzítettem és azután az így nyert görbéket meg elemeztem.

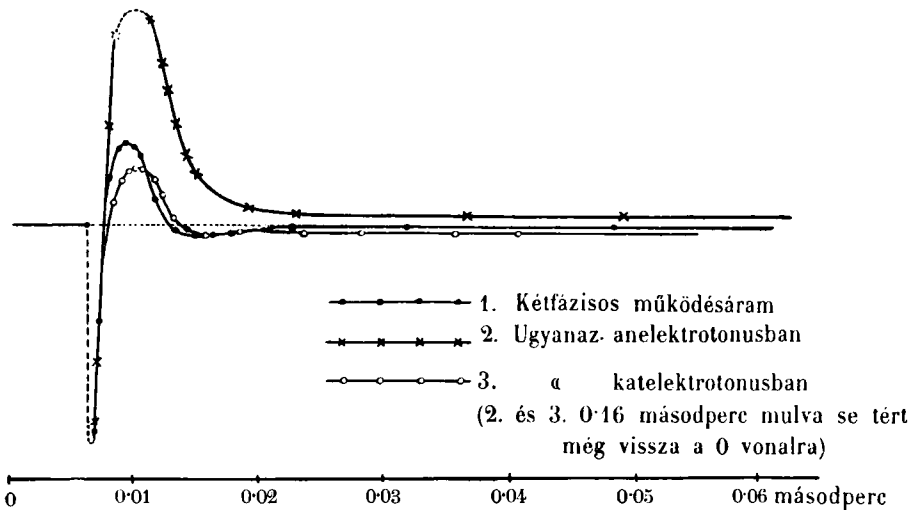
A békaidegek 8—10 C fokú hőmérsékletben nedves kamrában feküdtek. Két platinaelektrodon át izgató indukciós áramlökésekkel izgattam. Két nem polározó elektród az elektrometerhez vezetett, két másik ugyanilyen elektróddal pedig állandó árammal polarizáltam az ideget két Daniell-elem bekapcsolásával.

Ezeket az elektrometeres kísérleteket a cambridgei élettani intézetben végeztem és különös hálával tartozom Dr. LUCAS K. úrnak eszközei szíves átengedéséért.

Valamennyi kísérletet úgy végeztem, hogy gyors egymásutánban a normális működési áramot, majd a működési áramot anelektrotonusban és végül katelektrotonusban regisztráltam, vagyis úgy, hogy az elektrometerhez elvezetett egyik elektród a polarizáló áramnak majd a katódja, majd az anódja mellett feküdt. A különböző polarizálást egyszerűen úgy értem el, hogy a polarizáló áramkörbe egy áramirányváltót kapcsoltam. A kísérletek egy- és kétfázisos levezetéssel történtek.

Kísérleteim mindenekelőtt beigazolták eddigi ösmereteinket. Az anód mellett a működési áram erősebbnek, a katód mellett gyengébbnek bizonyult. Úgy az egy-, mint a kétfázisos levezetésnél azonban a tulajdonképeni működési áram után még egy

hosszú periodus következett, a melynek tartama alatt egy a polarizáló árammal ellenkező irányú igen gyenge hullám mutatkozott, más szóval a tulajdonképeni működési áram után következik még egy hosszú időszak, a melyben az ideg polarizálhatósága csökkent. A mellékelt ábrán egy ilyen kísérletben regisztrált működési áramgörbék láthatók. Ez a periodus olyan kísérletekben, a melyekben a regisztrálást lehetőleg hosszú ideig végeztém, 1·3 másodpercig, sőt annál is tovább tartott, a mi rend-



Béka n. ischiadicusának működési áramja. Analizált kapillarelektrometer-görbék.

kívül hosszú időtartam, ha összehasonlítjuk a működési áram időtartamával, a mely kb. 0·01 másodperc. Ez a hosszú időtartam bizonyítja azt, hogy itt *önálló folyamattal van dolgunk*. Ilyen hosszú ideig nem áll fenn bármilyen hosszú idegben sem az izgalom, a mely 10 méteres sebességgel halad rajta keresztül. Nem lehet azért feltenni, hogy az idegnek valamely részében még fennálló izgalmi állapot közvetett hatása a polarizálhatóságnak ez a csökkenése. Ez a hosszú időtartam ellenkezőleg arra kényszerít bennünket, hogy ezt önálló, a működési árammal nem azonos folyamat nyilvánulásának fogjuk fel, a mely rendkívül hosszú ideig tart.

Arra nézve, hogy mi ennek a polarizálhatóság-csökkenésnek a jelentősége, a következőket mondhatjuk.

A polarizálhatóság függ a polarizálható ionok mennyiségétől és minőségétől. Az idegben és általában az élősövetben a ma majdnem általánosan uralkodó nézet szerint semipermeabilis hártvány vagy legalább is különböző fázisok nagy elektrolytkoncentráció-különbségeket tartanak fenn. Az állandó árammal való polarizálásnál is ez a polarizáció ezeken a feltételezett hártványokon játszódik le. Így fogják fel a bioelektromos áramokat pl. OSTWALD,<sup>1</sup> BERNSTEIN,<sup>2</sup> CREMER,<sup>3</sup> HÖBER<sup>4</sup> és mások.

Az inger hatására keletkező polarizáció-változás már most két úton támadhat. Vagy úgy, hogy a polarizálható ionok száma megváltozik, vagy úgy, hogy ama hártva átteresztőképessége, a mely az elektrolyt koncentráció különbségeket fenntartja, megváltozik.

Az első lehetőségnek, az elektrolytok mennyisége változásának az izgalom alatt, a mai tudásunk szerint semmi alapja sincs, mert semmiféle anyagforgalmi változást, semmiféle kémiai reakciót, mely az idegben a működés alatt lefolyna, nem ösmerünk. Sem oxygenfogyasztás, sem szénsav-, sem hőtermelés, sem savképződés idegműködéskor máig nem volt kimutatható. Bár az ilyen negatív eredményekkel szemben mindig felhozható az, hogy talán méréseink durvasága az oka annak, hogy változást nem találunk: különösen a hőtermelés méréséről mondhatjuk, hogy az ma oly tökéletes, hogy a legcsekélyebb várható hőtermelés is felismerhető.

Saját vizsgálataimban azt kerestem, hogy idegműködéskor keletkezik-e sav, úgy mint más szervek, pl. az izom működésénél is. A kérdést régebbi metódusokkal már többen vizsgálták. Én magam órákon át tetanizált idegek pépében mértem a H<sup>+</sup>-koncentrációt és ugyanakkor a megfelelő nyugalomban lévő idegékét is. A kettő közt semmi különbség sem volt megállapítható.

<sup>1</sup> OSTWALD: Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1890. VI. 70. old.

<sup>2</sup> BERNSTEIN: Lehrbuch der Physiologie 1910.

<sup>3</sup> CREMER: Nagels Handbuch der Physiologie. VI. Electrophysiologie.

<sup>4</sup> HÖBER: Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 1911.

Ugyancsak megvizsgáltam azt is, hogy maga az ideg sértési árama változik-e oxgén, illetve oxgénhiány hatására és itt sem volt semmi befolyás észlelhető, úgy hogy a sértési áram létrejöttében, valamint a vele valószínűleg egyszerűsége működési áram keletkezésénél oxdatiók vagy azokkal kapcsolatos folyamatok nem igen szerepelhetnek.

Ezt különösen azért érdemes ma hangsúlyozni, mert szél-  
tében megvan a hajlandóság arra, hogy a bioelektromos áramo-  
kat savanyú termékek keletkezésével a sértett helyen egyrészt,  
a működésben levő helyen másrészt, magyarázzák. Mint fent  
láttuk, a működés alatt erre nincs semmi bizonyíték. A sértés  
helyén pedig a tejsav, ha az izomnál talált viszonyokra gon-  
dolunk, kellő oxgén jelenlétében eltűnne, a mi által a műkö-  
dési áramnak, ha annak ez az oka, szintén el kellene tűnnie.  
Ezekután azt kellene mondanunk, hogy mindazon teoriák, a  
melyek a bioelektromos jelenségeket savképződéssel iparkodnak  
magyarázni (Phasengrenzkraft (HABER), Säureeiweissketten (PAULI)  
nem mozognak kísérletileg megalapozott talajon.

A mi főkérdésünkre nézve azonban ebből az tűnik ki, hogy  
nincs semmi jogunk arra, hogy az idegizgalomkor az idegben  
csökkenő polarizálhatóságot az ionok, ill. elektrolytok mennyi-  
ségének változásával magyarázzuk, hanem inkább a másik lehet-  
séges magyarázatot tartsuk helyesnek, t. i. azt, hogy ama hártya,  
a melyen a polarizálódás történik, idegingerületnél átjárhatóságát  
megváltoztatja, úgy hogy a polarizálhatóság rajta csökken. Való-  
színűleg tehát átjárhatóbb lesz az elektrolytoknak.

Azt, hogy az idegizgalomkor az idegben lévő hártják per-  
meabilitásukat megváltoztatják, ma általában felteszik mindazok,  
a kik a BERNSTEIN-féle hártya-theoriával magyarázzák a bio-  
elektromos jelenségeket, így pl. CREMER és HÖBER. Az előbbie-  
k alapján a csökkent polarizálhatóság idegműködéskor direkt bizo-  
nyítéka az átjárhatóság ezen változásának.

További vizsgálatot kíván még, hogy az észlelt hosszú tar-  
tamú «permeabilitás-változás» milyen benső összefüggésben van  
magával az ingerülettel, mely, a mint azt a működési áram  
mutatja, oly rendkívül rövid ideig tart. Közelfekvőnek látszik a  
gondolat, hogy ebben valami helyreállító folyamatnak a kifeje-

zójét lássuk, a mely a tulajdonképeni idegingerületet követi. Így összefüggésbe lehetne hozni az ugyancsak hosszú tartamú HERING-féle pozitív utólengéssel. Erre nézve kísérleteim még nincsenek befejezve. Néhány esetem úgy látszik ellentmond eme feltevésnek, mert ezekben a működési áram negatív hulláma után még egy pozitív utólengés és azután attól szemmeláthatólag elhatárolva a polarizációs áram csökkenésétől származó hullám látszik.

További vizsgálatok hivatottak még kimutatni azt is, hogy a polarizálhatóság mindig ugyanakkora értékkel csökken-e. Ezt eddig csak valószínűnek mondhatom. Quantitativ vizsgálataim erre még nincsenek. Mellette szól azonban, hogy — a mint azt már HERMANN is tudta, — az anód melletti sarkonkízüli áram csökkenése sokkal feltünőbb, mint a katód melletti-é, ép úgy, mint az anelektrotonusos áram maga is sokkal erősebb, mint a katelektrotonusos.

Megemlíteni kívánom még, hogy az ideg ú. n. refraktér periodusa, vagyis az az idő, a melyen belül egy második inger hatástalan, a polarizálás által nem befolyásolható, legalább nem annyira, hogy a rendelkezésemre álló eszközökkel (Lucas f. eső-gép) valami változást észlelhettem volna.

Megemlítendő még az is, hogy az izom, mely általában sokkal kevésbé polarizálható mint az ideg, ezt a polarizációs csökkenést sem mutatja működéskor.

Egy érdekes és talán a narkózis elmélete szempontjából fontos analógiára kell még a figyelmet felhívnom. BIEDERMANN,<sup>1</sup> WALLER<sup>2</sup> és ALCOCK<sup>3</sup> vizsgálataiból tudjuk, hogy narkózisban a polarizálhatóság csökken, illetőleg csökkennek a polarizációs áramok. Erről a tényről magam is gyakran meggyőződtem. Lehetségesnek, sőt valószínűnek kell azért mondanunk, hogy működéskor és narkózisban ugyanaz a fizikális-kémiai változás történik az idegben és e gondolatmenet folytatásaként feltehetjük, hogy a narkotikum épen azáltal akadályozza meg a mű-

<sup>1</sup> BIEDERMANN: Electrophysiologie 693. old.

<sup>2</sup> WALLER: Animal Electricity 1897. 101. old.

<sup>3</sup> ALCOCK: Proc. Roy. Soc. 77. 267—283. és 78., 159—169.

ködést, hogy maga létesíti azt a folyamatot, a melynek kiváltása az izgalom.

Más úton is sikerül még narkózis alatt bizonyos permeabilitás-változást az idegben valószínűvé tenni. Régebbi kísérletekben<sup>1</sup> kimutattam azt, hogy ha az ideg két sértetlen helyét különböző hőmérsékletre hozzuk, ezek közt elektromos áram keletkezik, a mely a hőmérséklettel arányos és 1 C°-onként kb.  $8 \times 10^{-5}$  Volt. E kísérletet most úgy ismételtam meg, hogy előbb normális idegen állapotban tartottam meg a thermoáramokat, majd pedig az ideget ætherrel narkotizáltam. Mindegyik kísérletben a thermoáramok valamivel erősebbek lettek. Ezt ugyanúgy lehet kétféleképen magyarázni, mint előbb a polarizációs változást: vagy úgy, hogy narkózis alatt az idegben lévő elektrolytok mennyisége változik meg, vagy úgy, hogy az ezen elektrolytokat elválasztó hártya permeabilitása változott. Minthogy arra, hogy a narkózisban az elektrolytok száma megváltozott, még kevésbé van adatunk, mint arra, hogy működés alatt, azért ezt a kísérleti eredményt is úgy kell magyaráznunk, hogy narkózisban az idegben lévő hártyák permeabilitása változik.

Kísérleteim fő eredménye tehát annak a megállapítása, hogy idegizgalomkor az idegben a polarizálhatóság a tulajdonképeni működési áram lefolyta után még kb. 1 másodperczig csökkent, a miből azt kell következtetni, hogy a működési áram mellett még egy második folyamat is folyik le izgalomkor az idegben.

---

<sup>1</sup> VERZÁR: Pflügers Arch. 143. 252. old.

## AEQUIDISTANS ORDINÁTÁKKAL ADOTT POLYNOM VALÓS GYÖKEIRŐL.

PÓLYA GYÖRGY-től.

1. A gyökök elválasztásának közösleges feladata ebben áll: elhatárolni a sík olyan részeit, a melyekben egy  $n$ -ed fokú racionális egész függvénynek,  $f(x)$ -nek, bizonyos számú gyökei foglaltatnak, p. o. egyetlen egy vagy mind az  $n$ , meg lévén adva az együtthatók, azaz  $f(x)$  összes deriváltjai, a sík egy pontjában, vagy másképpen: meg lévén adva a gyökök elemi symmetrikus függvényei. Egy racionális egész függvény  $f(x)$  azonban nemcsak együtthatói által határozható meg, hanem más módokon is, p. o. egy másodrendű homogén lineár differenciálegyenlet, vagy  $n + 1$  aequidistans ordináta,  $f(0)$ ,  $f(h)$ ,  $f(2h)$ ,  $\dots$ ,  $f(nh)$  által. Ilyen módon fel lehet vetni a feladatot: hogyan lehet elhatárolni a gyököket, ha nem az együtthatók, hanem más,  $f(x)$ -et meghatározó adatok állanak rendelkezésünkre?

Jelen dolgozat célja: felülről elhatárolni  $f(x)$  negatív gyökeinek, illetőleg  $nh$ -nál nagyobb pozitív gyökeinek számát, kiindulva  $n + 1$  aequidistans ordináta reálisnak föltett értékeiből,  $f(0)$ ,  $f(h)$ ,  $\dots$ ,  $f(nh)$ -ből, ( $h > 0$ ).

LAGUERRE a következő tételt találta:  $f(x)$   $nh$ -nál nagyobb pozitív gyökeinek száma nem lehet nagyobb az

$$f(nh) - \binom{n}{1} f((n-1)h) + \binom{n}{2} f((n-2)h) - \dots + (-1)^n f(0)$$

(véges) sor részletösszegei közt mutatkozó jelváltások számánál, és  $f(x)$  negatív gyökeinek száma nem lehet nagyobb az

$$f(0) - \binom{n}{1} f(h) + \binom{n}{2} f(2h) - \dots + (-1)^n f(nh)$$



sor részletösszegei közt mutatkozó jelváltások számánál.<sup>1</sup> (A részletösszegek sorozatában mutatkozó jelváltásokat LAGUERRE «alternances»-nak nevezi.)

CAPELLI pedig a következő tételt mutatta ki:  $f(x)$   $(n-1)h$ -nál nagyobb pozitív gyökeinek száma nem lehet nagyobb a véges differenciák

$$f(0), \Delta f(0), \Delta^2 f(0), \dots, \Delta^n f(0)$$

sorozatában fellépő jelváltások számánál, és  $f(x)$  negatív gyökeinek száma nem lehet nagyobb a változtatott előjellel vett véges differenciák

$$f(0), -\Delta f(0), +\Delta^2 f(0), \dots, (-1)^n \Delta^n f(0)$$

sorozatában fellépő jelváltások számánál.<sup>2</sup> CAPELLI tétele igen kis  $h$  esetén DESCARTES jelszabályába megy át, amint arról részletesebb vizsgálattal meggyőződhetünk.

Legyen

$$\begin{aligned} \Psi(x) = & f(nh) - \binom{n}{1} f((n-1)h)x + \binom{n}{2} f((n-2)h)x^2 - \dots + \\ & + (-1)^n f(0)x^n = \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \binom{n}{\nu} f(\nu h)x^{n-\nu}. \end{aligned}$$

Be fogom bizonyítani a következőkben a tételt:

$f(x)$ -nek az  $(nh, +\infty)$  intervallum belsejében nem lehet több gyöke, mint  $\Psi(x)$ -nek a  $(0, 1)$  intervallum belsejében, és  $f(x)$ -nek a  $(-\infty, 0)$  intervallum belsejében nem lehet több gyöke, mint  $\Psi(x)$ -nek az  $(1, \infty)$  intervallum belsejében. Ha  $f(nh) \geq 0$ , illetve ha  $f(0) \geq 0$ , akkor  $f(x)$  és  $\Psi(x)$  egymással összevetett gyökeinek száma párosságra nézve is megegyezik, feltéve még azt is, hogy  $f(x)$  valóban  $n$ -ed fokú.

A tétel második része közvetlenül világos az egyenlőségekből

$$\begin{aligned} \Psi(0) &= f(nh) \geq 0 \\ \Psi(1) &= \Delta^n f(0) = n! \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{x^n} = \\ &= n! (-1)^n \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(-x)}{x^n} \geq 0 \end{aligned}$$

<sup>1</sup> LAGUERRE: Oeuvres I. 157. o.

<sup>2</sup> CAPELLI: Analisi algebrica (Napoli 1909) 580–586. o. V. ö. RUNGE: Praxis der Gleichungen (Leipzig 1900), 105–108. o.

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\Psi(x)}{x^n} = (-1)^n f(0) \geq 0.$$

Ezen tétel magában foglalja LAGUERRE és CAPELLI idézett tételeit és végtelen sok más hasonló természetű tételt; csak CAPELLI-nek a pozitív gyökökre vonatkozó eredménye nem világlik ki belőle teljesen, hanem csak annyi következik belőle, hogy a véges differenciák sorozatában mutatkozó jelváltások száma nem lehet kevesebb, mint  $f(x)$  gyökeinek száma az  $(nh, +\infty)$  intervallumban ( $((n-1)h, +\infty)$  helyett) — amint mindezt csakhamar részletesen fogjuk látni.

Csak egy formulát akarok még előrebocsátani:

$$\Psi'(x) = -n \left( f((n-1)h) - \binom{n-1}{1} f((n-2)h)x + \dots \right)$$

$$\Psi''(x) = n(n-1) \left( f((n-2)h) - \binom{n-2}{1} f((n-3)h)x + \dots \right)$$

$$\Psi(1) = \Delta^n f(0), \quad \Psi'(1) = -n \Delta^{n-1} f(0), \quad \Psi''(1) = n(n-1) \Delta^{n-2} f(0), \dots$$

$$\Psi^{(n)}(1) = (-1)^n n! f(0).$$

Tehát

$$\Psi(1-x) = \Delta^n f(0) + \binom{n}{1} \Delta^{n-1} f(0) x +$$

$$+ \binom{n}{2} \Delta^{n-2} f(0) x^2 + \dots + f(0) \cdot x^n.$$

Ezen formulát akartam levezetni.

2. Az előző pontban kimondott tétel bizonyítása LAGUERRE<sup>1</sup> következő tételéből indul ki:

1. *reális integrál*

$$f(x) = \int_0^{\infty} \varphi(\lambda) e^{-x\lambda} d\lambda$$

konvergáljon,<sup>2</sup> ha  $x > x_0$ ; legyen továbbá a  $\varphi(\lambda)$  függvény olyan természetű, hogy fel lehessen osztani a  $(0, \infty)$  intervallumot

<sup>1</sup> Oeuvres I. 28—30. o. LAGUERRE a tételt kissé más formában mondja ki, melyről csakhamar szó lesz.

<sup>2</sup> V. ö. LANDAU: Über die Grundlagen der Theorie der Fakultätenreihen. Münchener Berichte, XXXVI (1906), 208—218. o.

$V + 1$  intervallumra, a következő három föltételnek megfelelő módon:

1.  $\varphi(\lambda)$  ne legyen identikusan zérus egyetlen-egyben sem a  $V + 1$  intervallum közül.
2.  $\varphi(\lambda)$  legyen állandó előjelű mindegyik intervallumban külön-külön.
3.  $\varphi(\lambda)$  legyen ellenkező előjelű bármely két szomszédos intervallumban.

Ha mindezen föltételek teljesítve vannak, akkor  $f(x)$ -nek legfeljebb  $V$  számú  $x_0$ -nál nagyobb reális gyöke van. [ $f(x)$  gyökei sokszorosúságukkal vannak számítva]. A tételt így mondhatnók ki rövidebben:  $f(x)$   $x_0$ -nál nagyobb reális gyökeinek száma legfeljebb egyenlő  $\varphi(\lambda)$  jelváltásainak számával.

Én ezen tételt előbb csak bizonyos megszorító föltételek közt és hamisan fogom bebizonyítani.

Legyen

$$f_n(x) = \frac{1}{n} \left( \varphi(0) + \varphi\left(\frac{1}{n}\right) e^{-\frac{x}{n}} + \varphi\left(\frac{2}{n}\right) e^{-2\frac{x}{n}} + \varphi\left(\frac{3}{n}\right) e^{-3\frac{x}{n}} + \dots \right)$$

$f_n(x)$  egy hatványsor az  $e^{-\frac{x}{n}}$  változóban. Fölteszem, hogy a  $\varphi(\lambda)$  függvény összerakható végecsszámú monoton szakaszból; akkor következik, hogy

- I.  $f_n(x)$  konvergál, ha  $x > x_0$ ;
- II.  $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x) = f(x)$  egyenletesen minden véges  $(a, b)$  intervallumban, ha  $a > x_0$ ;
- III. Megadható  $f_1(x), \dots, f_n(x), \dots$  és  $f(x)$  gyökeinek egy közös felső határa  $X$ : azaz, ha  $x \geq X$ , akkor

$$f(x) \neq 0, f_n(x) \neq 0, (n = 1, 2, 3, \dots).$$

Mindez még teljesen helyes, sőt (legfeljebb III. kivételével) egészen röviden is bizonyítható. Igaz továbbá, LAGUERRE egy tétele szerint,<sup>1</sup> hogy egy hatványsornak legfeljebb annyi pozitív gyöke van, mint a hány jelváltás van együtthatóinak sorozatában (DESCARTES-jelszabály); amiből következik, hogy

<sup>1</sup> Oeuvres I. p. 3—5.

IV.  $f_n(x)$ -nek legfeljebb  $V$   $x_0$ -nál nagyobb reális gyöke van ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ).

Azonban  $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x) = f(x)$ , egyenletesen az  $(x_0 + \varepsilon, X)$  intervallumban, tehát  $f(x)$ -nek is legfeljebb  $V$  gyöke van az  $(x_0 + \varepsilon, +\infty)$  intervallumban, akármilyen kis pozitív szám is  $\varepsilon$ . Qu. e. d.

Ezen bizonyítás teljesen hamis, mert az utolsó lépés hamis. Ugyanis helyes és a függvénytan elemeiből könnyen folyik a következő tétel: «Ha  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x) \dots$  reális együtthatós analitikai függvények mindegyikének *legalább*  $g$  gyöke van az  $a \leq x \leq b$  intervallumban, és ugyanezen  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x), \dots$  függvények egyenletesen konvergálnak az  $f(x)$ , reális együtthatós analitikai függvény felé, még pedig egyenletesen egy olyan síkbeli tartományban, amely az  $(a, b)$  intervallumot belsejében tartalmazza és amelyben  $f(x)$  és  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x), \dots$  mind regulárisak — akkor  $f(x)$ -nek is *legalább*  $g$  gyöke van az  $a \leq x \leq b$  intervallumban». De ugyanezen tétel hamis lesz, ha a «legalább» szó helyett azt olvassuk «legfeljebb» — p. o. legyen

$$f_n(x) = (x-1)^2 + \frac{1}{n^2}, \quad f(x) = (x-1)^2,^1$$

mi pedig a bizonyítás utolsó lépésében ezen nem létező tételt használtuk föl.

Azért voltam bátor ezen hamis bizonyításra oly hosszan kiterjeszkedni, mert LAGUERRE lényegileg ugyanezen hibát követi el, és pedig nemcsak a jelen pont elején kimondott tétel bizonyításában, hanem még több más helyen is.<sup>2</sup>

A tételt tehát a sorokra vonatkozó analog tételből (a DESCARTES-jelszabályból) egyszerűen határátmenet útján levezetni

<sup>1</sup> Ezen egyszerű példát FEJÉR tanár úrnak köszönhetem.

<sup>2</sup> Oeuvres I. 9. o. 4. pont, 29. o. (ezzel volt éppen dolgunk; LAGUERRE hamis bizonyítása a szövegben lévőtől abban különbözik csak, hogy a 9. o. 4. pontjában hamisan bizonyított tételből kiindulva követi el újra a jelzett hibát), továbbá 113. o. 5. pont, 157. o. 5. pont, 198. o. 13. pont. Analog hibát követ el 22. o. 11. pont, a mely hibára Prof. HURWITZ is figyelmeztetett. Mindezen eredményeit LAGUERRE-nek sikerült más úton helyesen levezetni, kivéve tudtommal egyet (198. o.), a mely azonban valószínűleg szintén helyes.

nem sikerült; többre jutunk azonban, ha ezen analógiát szem előtt tartva, LAGUERRE-nek a sorok esetében használt klasszikus módszerét<sup>1</sup> iparkodunk esetünkre alkalmazni, mintegy «lefordítani».

A tétel nyilvánvalóan igaz, ha  $V = 0$ ; tegyük fel, hogy be van bizonyítva azon esetre is, ha  $V = n - 1$ . Legyen tehát  $\varphi(\lambda)$ -nak pontosan  $n + 1$  «konstans előjelű intervalluma», vagy más szóval, pontosan  $n$  jelváltása; legyen valamely két szomszédos konstans előjelű intervallum közös határpontja  $\lambda_0$ , vagy más szóval, legyen  $\lambda_0$  egy «jelváltóhely».

Ha  $f(x)$  függvénynek pontosan  $r$  számú  $x_0$ -nál nagyobb reális gyöke van, akkor a következő függvénynek:

$$f^*(x) = \frac{d}{dx} e^{\lambda_0 x} f(x) = e^{\lambda_0 x} \int_0^{\infty} (\lambda_0 - \lambda) \varphi(\lambda) e^{-\lambda x} d\lambda$$

legalább is  $r - 1$  számú  $x_0$ -nál nagyobb reális gyöke van; ez egyszerű következménye a ROLLE tételének.

De másrészt,  $(\lambda_0 - \lambda) \varphi(\lambda)$ -nak éppen 1-gyel kevesebb jelváltóhelye van, mint  $\varphi(\lambda)$ -nak, azaz pontosan  $n - 1$ ; de  $V = n - 1$  esetére már helyesnek tételeztük föl a tételt, és így  $f^*(x)$ -nek legfeljebb  $n - 1$  gyöke lehet  $(x_0, \infty)$ -ben.

Innen következik, hogy

$$r - 1 \leq n - 1 \quad \text{azaz} \quad r \leq n = V \quad \text{Qu. e. d.}$$

Az éppen kimutatott tételből a fortiori következik, ha  $\varphi(\lambda)$ -t folytonosnak tesszük föl, hogy  $f(x)$ -nek legfeljebb annyi gyöke van az  $(x_0, \infty)$  intervallumban, mint a hány gyöke van  $\varphi(\lambda)$ -nak a  $(0, \infty)$  intervallumban.

A formulákból

$$\int_0^{\lambda} \varphi(\lambda) d\lambda = \Phi(\lambda)$$

$$f(x) = [\Phi(\lambda) e^{-\lambda x}]_0^{\infty} + x \int_0^{\infty} \Phi(\lambda) e^{-\lambda x} d\lambda = x \int_0^{\infty} \Phi(\lambda) e^{-\lambda x} d\lambda$$

<sup>1</sup> Oeuvres I. 3-5. o., I. továbbá 144-146. o.

— a melyek közül az utóbbi érvényes, ha  $x > x_0$ ,  $x > 0$ <sup>1</sup> —  
következik, hogy  $f(x)$  pozitív gyökeinek száma nem haladja meg a  
 $\int_0^x \varphi(\lambda) d\lambda$  függvény jelváltásainak számát. Ezen alakban mon-  
dotta ki a tételt LAGUERRE,<sup>2</sup> és ezen alak mindig legalább olyan  
jó és általában jobb felső határát adja a gyökök számának, mint  
a tételnek a jelen pont elején kimondott alakja.

3.  $f(x)$  jelentsen megint egy  $n$ -ed fokú reális polynomot.  
LAGRANGE interpoláló formulája szerint

$$\begin{aligned} f(x) &= \sum_{\nu=0}^n f(\nu h) \frac{x(x-h)\dots(x-(\nu-1)h)(x-(\nu+1)h)\dots(x-nh)}{\nu h(\nu h-h)\dots(\nu h-(\nu-1)h)(\nu h-(\nu+1)h)\dots(\nu h-nh)} = \\ &= \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \frac{f(\nu h)}{\nu!(n-\nu)!} \frac{x}{h} \left(\frac{x}{h} - 1\right) \dots \\ &\quad \dots \left(\frac{x}{h} - (\nu-1)\right) \left(\frac{x}{h} - (\nu+1)\right) \dots \left(\frac{x}{h} - n\right), \\ &= \frac{n! f(x)}{\frac{x}{h} \left(\frac{x}{h} - 1\right) \dots \left(\frac{x}{h} - n\right)} = \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \binom{n}{\nu} \frac{f(\nu h)}{\frac{x}{h} - \nu} \\ &= \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \binom{n}{\nu} f(\nu h) \int_0^{\infty} e^{-t\left(\frac{x}{h} - \nu\right)} dt = \\ &= \int_0^{\infty} e^{-t\left(\frac{x}{h} - n\right)} \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \binom{n}{\nu} f(\nu h) e^{-t(n-\nu)} dt = \\ &= h \int_0^{\infty} \Psi(e^{-\lambda h}) e^{-\lambda(x-nh)} d\lambda \end{aligned}$$

Ezen formula érvényes, ha  $x > nh$ . Teljesen hasonlóan:

$$\begin{aligned} \frac{(-1)^n n! f(-x)}{\frac{x}{h} \left(\frac{x}{h} + 1\right) \dots \left(\frac{x}{h} + n\right)} &= \sum_{\nu=0}^n (-1)^{n-\nu} \binom{n}{\nu} \frac{f(\nu h)}{\frac{x}{h} + \nu} \\ &= h \int_0^{\infty} e^{\lambda h} \Psi(e^{\lambda h}) e^{-\lambda x} d\lambda \end{aligned}$$

Ezen utóbbi formula érvényes, ha  $x > 0$ .

<sup>1</sup> LANDAU: l. c. 215. o. Satz VIII.'''

<sup>2</sup> OEUVRES: I. 28—30. o.

$\Psi(e^{-\lambda h})$  függvénynek a  $0 < \lambda < +\infty$  intervallumban pontosan annyi gyöke van, mint  $\Psi(x)$  függvénynek a  $0 < x < 1$  intervallumban, és  $\Psi(e^{\lambda h})$  függvénynek a  $0 < \lambda < +\infty$  intervallumban pontosan annyi gyöke van, mint  $\Psi(x)$  függvénynek az  $1 < x < +\infty$  intervallumban; innen következik az 1. pontban kimondott tétel.

Ha mi ugyanazon  $f(x)$  függvényt

$$f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots + c_nx^n$$

mindig közelebb-közelebb fekvő æquidistans  $n+1$  pontban interpoláljuk, azon eredményre jutunk egyrészt, hogy a

$$\lim_{h=0} \Psi(x) = c_0(1-x)^n$$

polynomnak (a mennyiben nem zérus minden együtthatója) legalább annyi gyöke van a  $0 \leq x \leq 1$  intervallumban, mint a hány pozitív gyöke van  $f(x)$ -nek — a mi triviálisan igaz; és azon eredményre jutunk másrészt, hogy a

$$\begin{aligned} & \lim_{h=0} \frac{x^n}{h^n} \Psi\left(1 - \frac{h}{x}\right) = \\ & = \lim_{h=0} \left\{ \frac{\Delta^n f(0)}{h^n} x^n + \binom{n}{1} \frac{\Delta^{n-1} f(0)}{h^{n-1}} x^{n-1} + \dots + f(0) \right\} = \\ & = c_0 + nc_1x + n(n-1)c_2x^2 + \dots + n(n-1)\dots 2c_{n-1}x^{n-1} + n!c_nx^n = \\ & = n! \left( \frac{c_0}{n!} + \frac{c_1}{(n-1)!} x + \frac{c_2}{(n-2)!} x^2 + \dots + \frac{c_{n-1}}{1!} x^{n-1} + c_n x^n \right) \end{aligned}$$

polynomnak legalább annyi pozitív gyöke van, mint  $f(x)$ -nek; ez jól ismeretes.

4.  $f(x)$  függvénynek legfeljebb annyi gyöke van a  $(0, nh)$  intervallumon kívül, mint a hány pozitív gyöke van  $\Psi(x)$ -nek; alkalmazva  $\Psi(x)$ -re a DESCARTES-jelszabályt, következik, hogy  $f(x)$ -nek nem lehet több gyöke a  $(0, nh)$  intervallumon kívül, mint a hány jelváltás van a sorozatban

$$f(nh), -f((n-1)h), f((n-2)h), \dots, (-1)^n f(0)$$

a mi természetesen közvetlenül világos.

A DESCARTES-szabályt  $\Psi(1-x)$ -re és  $\Psi(1+x)$ -re alkalmazva megkapjuk CAPELLI-nek az 1. pontban említett két tételét (az

$f(x)$  pozitív gyökeire vonatkozót az ugyanott említett kis imprecízitással).

Jelentsen

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

egy reális együtthatós polynomot, és legyenek az  $A_n^{(k)}$  számok a

$$\frac{f(x)}{(1-x)^{1+k}} = \sum_0^{\infty} A_n^{(k)} x^n$$

identitás által, vagy pedig ezzel æquivalens módon az

$$A_\nu^{(0)} = a_0 + a_1 + \dots + a_\nu \quad (a_\nu = 0, \text{ ha } \nu = n+1, n+2, \dots)$$

$$A_\nu^{(k)} = A_0^{(k-1)} + A_1^{(k-1)} + \dots + A_n^{(k-1)} \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

rekurrens formulák által definiálva. LAGUERRE<sup>1</sup> a következő két indexes, két irányban végtelen táblát

$$\begin{array}{cccccc} a_1 & a_2 & a_3 & \dots & a_n & 0 \dots \\ A_1^{(0)} & A_2^{(0)} & A_3^{(0)} & \dots & A_n^{(0)} & A_{n+1}^{(0)} \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ A_1^{(k)} & A_2^{(k)} & A_3^{(k)} & \dots & A_n^{(k)} & A_{n+1}^{(k)} \dots \end{array} \quad (L)$$

használja fel, hogy a  $g(x)$  függvény azon gyökeinek számát megállapítsa, a melyek a  $(0, 1)$  köz belsejébe esnek. Az  $(L)$  tábla (többek közt) azon tulajdonsággal bír, hogy a bármely sorában levő jelváltásoknak száma felső határa  $g(x)$  kérdéses gyökei számának; egy sor sem adhat rosszabb felső határt, mint a fölötte álló és van egy sor, a mely a pontos számát adja a  $(0, 1)$ -ben levő gyököknek.<sup>2</sup>

A  $\Psi(x)$  illetőleg az  $x^\nu \cdot \Psi\left(\frac{1}{x}\right)$  függvényekhez megalkotott  $(L)$  táblának második sora szolgáltatja LAGUERRE-nek az 1. pontban

<sup>1</sup> Oeuvres I. 16—22. l.

<sup>2</sup> FEKETE: Laguerre egy problémájáról. *Mathematikai és Természettudományi Értesítő*, XXX (1912) 746—782. l.

PÓLYA: Laguerre problémájáról. *Mathematikai és Természettudományi Értesítő*, XXX (1912) 783—796. l.

FEKETE és PÓLYA: Über ein Problem von LAGUERRE: *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, XXXIV (1912. 2 sem.) 89—120. o.



említett,  $f(x)$   $nh$ -nál nagyobb pozitív, illetőleg  $f(x)$  negatív gyökeire vonatkozó tételét.

Megalkotva az  $(L)$  táblát  $\Psi(1-x)$  együtthatóiból, annak második sora a következő tételt szolgáltatja:  $f(x)$  függvénynek legfeljebb annyi  $nh$ -nál nagyobb reális gyöke lehet, mint a hány jelváltás van a

$$\Delta^n f(0) + \binom{n}{1} \Delta^{n-1} f(0) + \binom{n}{2} \Delta^{n-2} f(0) + \dots + f(0)$$

sor részletösszegei között.

A BUDAN-FOURIER tételt alkalmazva  $\Psi(x)$  függvényre a  $(0, 1)$  intervallumban, a következő tételt nyerjük:  $f(x)$  függvénynek legfeljebb annyi  $nh$ -nál nagyobb reális gyöke lehet, mint a mennyivel az

$$f(0), -f(h), f(2h), -f(3h), \dots, (-1)^n f(nh)$$

sorozat jelváltásainak száma az

$$f(0), -\Delta f(0), \Delta^2 f(0), -\Delta^3 f(0), \dots, (-1)^n \Delta^n f(0)$$

sorozat jelváltásainak számát meghaladja. Ha ezen sorozatok szélső tagjai  $f(0)$ ,  $f(nh)$ ,  $\Delta^n f(0)$  a zérustól különbözőek, a két fajta jelváltások számának különbsége  $f(x)$  kérdéses gyökeinek számánál egy páros számmal (esetleg zérussal) nagyobb.

## A SZŐLŐCZUKOR FELSZÍVÓDÁSÁNAK KÉRDÉSÉHEZ.<sup>1</sup>

KÖRÖSY KORNÉL-tól.

A szénhidrátok élettanának alaptételeit CLAUDE BERNARD vizsgálatai óta a legjobban feltárt élettani ismeretek közé szokás sorolni, a melyekre mint biztos alapra a kórtan is építhet. Így kétségen felül levőnek szokás tartani, hogy a szénhidrátok emésztődésük után a legegyszerűbb czukrok alakjában kerülnek a vena portába, és azután a májba jutva, ott glykogénné alakulnak. PAVY mindig nyíltan szembeszállt a glykogénelmélettel. Az ő felfogása, mely, sajnos, utolsó művéből<sup>2</sup> nem domborodik ki a kellő összefüggésben, röviden a következőkben foglalható össze:

A bélből felszívódott czukor, eltekintve attól a kisebbik résztől, mely a bélfalban zsírrá lesz,<sup>3</sup> legnagyobb részét fehérjéhez kötve, a fehér vérsejtek közvetítésével a nyirokutakba kerül (PAVY: 55. és 68. l., mikroszkopi megfigyelés 79. l.). Csak ha igen sok czukor szívódik fel egyszerre, jut a czukornak a bélfalban nem «assimilált» része a v. portæn át a májba és alakul ott glykogénné (66. l.). PAVY saját elméletének javára, és a francia iskola ellen, lényegében a következő kísérleti bizonyítékokat sorolja fel:

A régebbi megfigyelések fő hibája, hogy a vér czukortartalmának a halál pillanatában támadó megváltozását nem vették figyelembe (7. l.); a verőerek vérének czukortartalma ugyanakkora, vagy kevesebb mint a vénáké (8. l.); a vér czukortartalma a táplálkozás

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. magy. tudományegyetem élettani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> PAVY: On carbohydrate metabolism. London. Churchill, 1906. Elméletének összefoglalását l. a 111. lapon.

<sup>3</sup> PAVY ennek bizonyítására a szövettani készítményben osmium-tetroxydos reakciót végzett. L. i. m. 83. l.

idején kisebb, mint éhezéskor (33. l.); a legkülönbözőbb fehérjéből lehet czukorszerű redukáló anyagot lehasítani (35. l.). Kísérleteiből, melyek szerint a vizeletben kiválasztott czukor-mennyiség parenterális czukorbeadáskor a vércukor gyarapodásával arányosan fokozódik (19. l.), PAVY következteti, hogy a bélből felszívott czukor nem lehet a vérben szabad állapotban, mert máskülönben a czukor felszívódásának idején nagy glykosuriának kellene támadnia. E kísérletek azonban valójában nem bizonyítanak a francia iskola felfogása ellen, mert hiszen az utóbbi épen azt mondja, hogy a máj a bélből a v. portába jutó felszívódott czukrot teljes mennyiségében feltartóztatja.

PAVY megfigyeléseit a későbbi vizsgálók sok esetben megerősítették, de ezen a téren számos ellenmondásra is akadunk.<sup>1</sup> Általában azonban az ő tanulmányait nem méltatták az azokat megillető figyelemre.

Fehérjefelszívódási kísérleteim<sup>2</sup> során egy alkalommal meggyőződni kívántam arról, mily mértékben szívódik fel a használt kísérleti berendezés feltételei között, vagyis ha a kutya vérkeringését a bélre, a tüdőre és a szívre korlátozzuk, valamely anyag, melyről biztos, hogy a vérbe változatlan alakban kerül.

<sup>1</sup> E kérdés legújabb összefoglalását l. BANG J.: Der Blutzucker. Wiesbaden. BERGMANN. 1913. VI. fejezet.

<sup>2</sup> KÖRÖSY: Magy. Orv. Arch. Új folyam. 10. 192. (1909). E kísérletekben azt találtam, hogy a vérből csersavval ki nem esapható, tehát nem fehérjeszerű nitrogénvegyületek mennyisége a fehérje felszívódása közben nem gyarapszik, hanem ellenkezően, bár csak kis mértékben, a vérnek fehérjetartalma nagyobbodik. FOLIN O. újabban [The Journ. of biol. chem. 11. 87. (1912)] tapasztalta, hogy a vese ereinek lekötése után, a fehérje hasadástermékeinek felszívódása közben a vérnek nem fehérjeszerű vegyületekben levő N-je gyarapszik meg, a mint az egyébként CATHCART E. P. és LEATHES J. B. vizsgálata [Journ. of physiol. 33. 462. (1906)] szerint a vesecerk lekötése nélkül is bekövetkezik. FOLIN oda következtetett, hogy a fehérje felszívódásakor a vérbe szabad aminosavak alakjában jut. Eltekintve attól, hogy a nem hasított fehérje felszívódásakor (94. l.) a nem fehérjeszerű vegyületekben levő N gyarapodása alig volt kimutatható, kérdés, vajjon ezek az anyagok a bélből és nem egyéb szervekből kerülnek-e a vérbe. Valószínűnek mondható, hogy az ilyes kérdések legáttekinthetőbben a szűkített vérkör módszerével oldhatók meg. E dolgozat eredménye is ennek a feltevésnek jogos voltát tanúsítja.

Ebből a czélből végeztem is egy felszívódási kísérletet czukorral, de legnagyobb meglepetésemre a kísérlet végén nyert vérpróbában nem tudtam qualitative czukrot kimutatni. Most leírandó kísérleteim e megfigyelésből indultak ki.

Az operációs eljárás lényegében az volt, melyet már ismerttettem. Az állatnak mesterséges lélegeztetése közben lekötöttem a mellkasban az aortának a vért a fej felé vezető két főágát, néha még a v. cava sup.-t is; a hasüregben eltávolítottam a lépét és a mesenteriumot, lekötöttem az aortát az art. mesent. sup. alatt és az art. hepaticát, végül belékötöttem a v. portat a v. cava inf. centralis csonkjába, az utóbbinak periferiás csonkját lekötve. Ez eljárás egyes mozzanatainak sorrendjét néha felcseréltem.

Az operáció befejezte után 10%-os szőlőcukoroldatból annyit (500—1000 cm<sup>3</sup>-t) fecskendeztem a bélbe, hogy az feszülésig megtelt. Az első vérvétel operáció közben, a második általában közvetlenül a szív megállása után s annak masszálása közben, vagy még a szív verése idejében történt. A vért paraffinos lombikban fogtam fel, a melybe már előre 100—100 cm<sup>3</sup> vérrre kb. 2 cm<sup>3</sup> 50%-os nátriumcitrát-oldatot tettem.

A vér czukortartalmát PAVY<sup>1</sup> szerint határoztam meg, a fehérje kicsapását MICHAELIS és RONA<sup>2</sup> szerint vasoldattal végeztem. A fehérje kicsapását rendszeren több vérpróbán parallel végeztem el. Az ilyenkor nyert értékeket külön-külön is feltüntettem; a táblázatba felvett minden egyes érték azonban majdnem kivétel nélkül 2—3 jól egyező meghatározás középértékét jelenti. A bepárolást általában vízfürdön, néha azonban, így pl. a XI. kísérlet esetében, vacuumban végeztem. A bepárolás az első négy kísérletben ecetsavval való megsavanyítás nélkül, a továbbiakban megsavanyítás után történt. Külön kísérletek igazolták, hogy 10 cm<sup>3</sup> vér feldolgozásakor ez a különég nem okoz hibát. Ugyanannak a vérnek 10—10 cm<sup>3</sup>-ében az első esetben 0.110, a másodikban 0.107% czukrot találtam. Némely eset-

<sup>1</sup> HOPPE-SEYLER-THIERFELDER: Hdb. d. chem. Anal. VIII. kiad. 1909; 607. l.

<sup>2</sup> U. o. 656 l.

ben LÉPINE<sup>1</sup> szerint az egész cukrot («sucre total»), vagyis helyesebben a szabad állapotban levő és a hasítás útján nyerhető redukáló anyag teljes mennyiségét is meghatároztam. Az első kísérletemben RONA és MICHAELIS osmotikus kompensációs eljárását is alkalmaztam.<sup>2</sup> A kísérlet végén nyert vért, részben hæmatokrit-értéke, részben hæmoglobintartalma alapján, az első vér hígítási fokára redukáltam. A redukció nélkül kifejezett cukorértékek a citrátoldattal hígított vére vonatkoznak; e redukció révén az így előálló különböző fokú hígítás, valamint a vér hígítási fokának a kísérlet közben történő változása egyaránt kiegyenlítődik. Hæmatokritértékre akkor is szükségem volt, a mikor külön határoztam meg a cenzrifugálás által nyert plasmának és az alakelemeknek cukortartalmát.

A végzett kísérletek eredményeiről a csatolt táblázat nyújt felvilágosítást. A táblázatba csak a bélből történő cukorfelszívódásra vonatkozó kísérletek eredményét vettem föl; az egyes bizonyítási kísérletek eredményéről esetenként külön fogok beszámolni.

A kísérlet sorszáma	A kutya súlya kg.	A kísérlet időértéke perczenben	Az I. vér-próba cukortart. %	A II. vér-próba cukortart. %	U. a., az első vér hígítási fokára redukálva %
I.	18	30	0·141	0·109, 0·111	0·11
II.	28	30	0·187, 0·204	0·109, 0·113	0·11
III.	16	90	0·080	... <sup>3</sup>	— <sup>4</sup>
IV.	13	30	0·153 <sup>5</sup>	0·284 <sup>5</sup>	0·27
V.	21	30	0·117, 0·117	0·108, 0·111	0·13
XI.	16	150	0·153, 0·155	0·048, 0·043	0·04

<sup>1</sup> LÉPINE J. et BOULUD R.: Journ. d. physiol. et pathol. gén. 13., 178. (1911).

<sup>2</sup> RONA P. és MICHAELIS L.: Bioch. Zeitschr. 14., 476. (908).

<sup>3</sup> Az egész folyadékennyiség nem redukált 10 cm<sup>3</sup> PAVY-féle Cu So<sub>4</sub> oldatot; ennek alapján a cukortartalma minden esetre kevesebb volt, mint 0·069%.

<sup>4</sup> < 0·071.

<sup>5</sup> A savóra és az alakelemekre külön meghatározott értékekből a teljes vére átszámítva.

Látjuk tehát, hogy a vér czukortartalma a czukorfelszívódás közben általában nem gyarapszik, hanem ellenkezően, többnyire megfogy, még pedig annál kifejezettebben, minél tovább tart a kísérlet. A vércukornak ez a megkevesbedése a máj vagy a mellékvesék kiiktatásának következménye lehet;<sup>1</sup> fontos azonban, hogy az állat belében levő 10%-os czukoroldat még a vérnek így támadó czukorvesztését sem tudja pótolni. Egyik kísérletemben (IX. sz.) közvetlenül meg akartam győződni, miként viselkedik a vércukor a vérkörnek az említett módon történt megszűkitése után, czukorbeadás nélkül. A kísérlet, sajnos, csak kb. 10 perczig tartott, egyébként pedig azt igazolta, hogy a vércukor ez időn belül alig kimutathatóan csökkent.

A felsorolt kísérletek közül, melyekhez még a bevezetésben említett kísérletet is hozzászámíthatom, csak a IV. sz.-ban látjuk a vércukornak gyarapodását, ha eltekintünk attól a számba nem jövő kis nagyobbodástól, melyet az V. sz. kísérlet második, redukált vérpróbája tanusít. A vércukor gyarapodása a IV. sz. kísérlet során onnét eredhetett, hogy ez esetben a második vérvétel csak 15 perczcel a szív megállása után történt és így a czukor a «holt» bélfalon keresztül diffundálhatott. E magyarázat igazolására végigvezettem egy kísérletet (VIII. sz.) annak ellenére, hogy a kutya szíve az operáció közben megállott. A fél órával a 10%-os czukoroldat beadása után nyert vér, melyben sok alvadék volt, 0.37% czukrot tartalmazott. Ez tehát a fenti magyarázat helyességét igazolja.

Felmerülhetne az a kérdés, vajjon a használt kísérleti be rendezés nem akadályozza-e valamiképen általában a felszívódást. E tekintetben utalhatok BOGDÁNDY J.<sup>2</sup> kísérleteire, melyek szerint ugyanily kísérleti körülmények között a bélbe 10%-os bromid-oldatot fecskendezve, 55, illetve 35 percz múlva a vérben 0.31, illetve 0.41%-nyi bromid gyülik meg.

Egyébként arra is találtam bizonyítékot, hogy az alkalmazott kísérleti feltételek között a czukor is fel tud szívódni, csak hogy nem a bél, hanem a hasüreg felől. VII. sz. kísérletemben

<sup>1</sup> BANG J.: Az eml. helyen, VIII. fejezet.

<sup>2</sup> BOGDÁNDY J.: Magy. Orv. Arch. 14. (1913).

ugyanúgy jártam el, mint a többiben, de a czukoroldatot a bél lumene helyett az előzően összevarrt peritoneumba adtam, a mi igen rövid idő multán a vércukor jelentékeny gyarapodását eredményezte.

A kutya súlya kgr.	A kísérlet időértéke perczen	Az I. vérpróba czukortartalma %	A II. vérpróba czukortartalma %
18	12	0·180, 0·179	0·333, 0·337

E kísérlet azt is bizonyítja, hogy nem a tüdőnek SIEBER és DRIERZGOWSKI által igazolt glukase-tartalma akadályozza meg, hogy a czukor a vérben gyarapodjék.<sup>1</sup>

A felszívódó czukor tehát kísérleteim szerint nem czukor alakjában kerül a v. portæ vérebe. Ha a nyirok útján való felszívódást nem is tartjuk teljesen kizártnak, mégis már a physikai diffusio értelmében is várnunk kell, hogy a czukor legalább részben a vér felé halad, a mint hogy ez a holt bélfalon keresztül meg is történt (VIII. sz. kísérlet). Ha a czukor a vérben nem mutatható ki, valamiképen átalakult. Ez az átalakulás pedig a VII. sz. kísérlet értelmében a czukornak a nyálkahártyán való áthaladása közben történik, mert a savóshártya felől jövő czukor a vérben felhalmozódott. A czukor átalakulása közben vagy komplexebb kötésbe ment át, vagy egyszerübb anyaggá hasadt. Az utóbbi feltevés lehetőségét megerősítik HARLEY<sup>2</sup> kísérletei, a ki az ureterek lekötése után szőlőczukoroldatot fecskendezve a vérbe, ebben a rendesnél több tejsavat talált.

Az előbbi eshetőség felelne meg nagyjában PAVY felfogásának; valószínűségének javára több megfigyelés szól. FILIPPI F.<sup>3</sup> ECK-sipolyos kutyák véreben szénhydráttáplálás után sok glykogént talált. LEVENE és MEYER<sup>4</sup> kísérletei szerint az izomplasma és a

<sup>1</sup> SIEBER N. és DRIERZGOWSKI W.: Zeitschr. f. physiol. Chem. 62. 263. (1909).

<sup>2</sup> HARLEY V.: Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1893. Suppl. 46.

<sup>3</sup> FILIPPI F.: Zeitschr. f. Biol. 50. 72. (1908).

<sup>4</sup> LEVENE P. A. és MEYER Q. M.: The Journ. of biol. chem. 9. 99. (1911); 11. 347. (1912).

hasnyálmirigy kivonata különböző cukrokat polymerizál; DOXIADÉS<sup>1</sup> szerint a savóhoz adott glukoséból maltose lesz. HARDEN<sup>2</sup> tapasztalta, hogy a cukorból alkoholos erjedés közben gyengébb redukáló hatású szénhydrát keletkezik. A kérdés e részének tanulmányozása érdekében LÉPINE hydrogenfluoridos eljárását alkalmaztam. LÉPINE «virtualis» cukron a vérből az említett hydrolysis útján nyerhető redukáló anyagok egész mennyiségét érti; ennek tehát lényegében glykosaminból kell állnia, de a glykogennek is benne kell foglaltatnia. Ebben az eljárásban tulajdonképpen a virtualis+szabad=«egész» cukrot (sucre total) határozzuk meg; ebből az értékből a virtualis cukrot a szabad cukor («sucre immédiate») levonása útján nyerjük.

Ide vágó kísérleteim eredménye a következő volt.

A kísérlet száma		Az egész cukor %	A szabad cukor %	A virtualis cukor %
III.	I. vérpróba	0·11	0·08	0·03
	II. vérpróba redukálva	0·09	—	—
V.	I. vérpróba	0·12 <sup>3</sup>	0·09 <sup>3</sup>	0·03
	II. vérpróba redukálva	0·15	0·13	0·02

E negatív eredmény ellenére sem tartom azonban kizártnak, hogy a «virtuális» cukor hosszabban tartó kísérletben gyarapodottnak bizonyulhatna. A talált értékek egyébként nagyjában egyeznek a LÉPINE-éivel.<sup>4</sup>

Kísérleteim során figyelmemet néhány mellékkérdésre is kiterjesztettem. Ilyenek a vér alakelemei cukortartalmának, a vér-cukor szabad állapotának kérdései, és végre az a kérdés, van-e a vérben valamilyen disaccharid vagy alsórendű polysaccharid.

<sup>1</sup> DOXIADÉS L.: Biochem. Zeitschr. 38. 307. (1912).

<sup>2</sup> HARDEN A.: Alcoholic fermentation. Longmans. London. 1911. 29. l.

<sup>3</sup> A plasmára és alakelemekre külön meghatározott értékek a teljes vére átszámítva.

<sup>4</sup> LÉPINE J.: Le diabète sucré. Paris. 1909. I. fejezet.



Mivel hittem, hogy a complexebb kötésben levő («virtuális») cukormennyiség a vérben a kísérlet közben nagyobbodni fog, külön kivántam vizsgálni a plasmát és az alakelemeket. Különösen az utóbbiaknak «virtuális» cukortartalmát gondoltam esetleg megnagyobbodottnak és pedig a fehérvérsejtek közvetítésével, bár ennek a lehetőségnek bizonyos mértékig ellene szól LEVENE és MEYER<sup>1</sup> ama megfigyelése, hogy a cukoroldatban tartott fehérvérsejtek a cukrot nem synthetizálják polysacchariddá, hanem inkább kis mértékben tejsavvá bontják azt. A IV. sz. kísérlet második vérpróbája a fentemlített oknál fogva nem volt értékesíthető, az V. sz.-ban pedig nem nyertem eleget a második vérből, a plasma és az alakelemek külön feldolgozására. Ennek ellenére is az első, a normálisnak megfelelő vérpróbára nézve igazolhatom RONA és MICHAELIS,<sup>2</sup> valamint más szerzők<sup>3</sup> megfigyelését, hogy a vér alaklemelei is tartalmaznak szabad cukrot.

A vért centrifugáltam; az így nyert plasmának és alakelemeknek cukortartalmát külön meghatároztam, és a plasma-tartalmú alakelemek cukortartalmát a haematokritérték alapján a tiszta alakelemekre átszámítottam. A fehérje kicsapása ez esetben is RONA és MICHAELIS szerint történt, a cukormeghatározás pedig PAVY, illetve LÉPINE szerint.

A kísérlet száma		A plasma cukor-tartalma %	A tiszta alakelemek cukortartalma %
IV.	Szabad cukor	0·201, 0·196	0·07
V.	Szabad «	0·11	0·05
	«Egész» «	0·18	0·06
	«Virtuális» cukor	0·07	0·01

Az V. sz. kísérletben a teljes vérnek meghatározott cukortartalma (0·12%) több, mint a plasma és alakelemek értékeiből szá-

<sup>1</sup> LEVENE P. A. és MEYER Q. M.: The Journ. of Biol. Chem. 11. 361. (1912); 12. 265. (1912); 14. 149, 551. (1913).

<sup>2</sup> RONA P. és MICHAELIS L.: Bioch. Zeitschr. 16. 60. (1909); 17. 375. (1909).

<sup>3</sup> LÉPINE J. és BOULUD R.: u. o. 32. 287. (1911); HOLLINGER A.: u. o. 17. 1. (1909); FRANK E. és BRETTSCHEIDER A.: Zeitschr. f. physiol. Chem. 76. 225. (1911).

mitott (0.09%). Nyilván az igen soká tartott centrifugálás és egyébként is késedelmes feldolgozás közben a glykolyisis fokozódott, miért is a vércukor ez úton meghatározva a rögtön feldolgozott teljes vér czukortartalmánál kevesebb volt. Hasonló egybe nem vágóságot RONA és MICHAELIS<sup>1</sup> is többször talált. Az V. sz. kísérletben a plasmának LÉPINE<sup>2</sup> szerinti «virtuális» czukortartalma jelentékeny volt, a mi LÉPINE értékeivel elég jól egyezik. A vér alakelemei «virtuális» czukrot elenyésző mennyiségben tartalmaztak.

A legelső, már régen végzett kísérletemben, mint említettem, a második vérpróbában czukrot qualitativ reakcióval nem találtam. A mostani sorozatom I. sz. kísérletében a kémiai czukor-meghatározáson felül az osmotikus compensatiónak RONA és MICHAELIS-től<sup>3</sup> eredő szép módszerével is meg akartam győződni arról, tartalmaz-e a kísérlet végén nyert vér egyáltalában szabad czukrot, vagy sem? Az eredmény az volt, hogy a czukrot nem tartalmazó, isotoniás külső folyadék 6 óra múlva keverés közben szobahőmérsékleten 0.05%-nál kevesebb czukortartalmat nyert a vértől (titrálási érték 0.11%). Az első vérpróbát ugyanily körülmények között isotoniás, és egyben 0.10% szőlőcukrot tartalmazó oldat ellenében dialyzálva, az utóbbinak czukortartalma 0.13%-ra nőtt (titrálási érték 0.14%). RONA és MICHAELIS megfigyelését tehát, hogy a vércukor az osmotikus kompenzáció eljárásával vizsgálva szabad állapotban levőnek bizonyul, e kísérletem is támogatja.

A VII. sz., a hasüreg felől történő felszívódásra vonatkozó kísérletet arra is felhasználtam, hogy meggyőződjem, vajjon nagyobbodik-e a vér redukáló képessége savval való főzés után, a mint azt PAVY<sup>4</sup> és LÉPINE,<sup>5</sup> az előbbi főként a házi nyúl, de a kutya véreire vonatkozóan is állítja (14. l.). Talán e megfigye-

<sup>1</sup> RONA P. és MICHAELIS L.: *Biochem. Zeitschr.* 16. 60. (1909).

<sup>2</sup> LÉPINE J.: i. h. 73. l.

<sup>3</sup> RONA P. és MICHAELIS L.: *Biochem. Zeitschr.* 14. 476. (1908).

<sup>4</sup> PAVY: i. h. 13. l.

<sup>5</sup> LÉPINE: i. h. 61. l.

lésekkel van összefüggésben az az újabban több vizsgáló<sup>1</sup> részéről említett tapasztalat, hogy a vér alakelemei valamely nem erjeszthető, de redukáló anyagot tartalmaznak. A körülbelül a vér eredeti térfogatára besűrített fehérjementes szüredékben, annak 2%-os sósavas közegben, visszafolyásra berendezett hűtőn  $\frac{1}{2}$  óráig történő hydrolyzálása után az első vérpróbára vonatkozásban (normális vér) 0.171, 0.177%, a másodikra vonatkozásban pedig 0.326% cukrot találtam, szemben a hydrolysis előtti 0.180, 0.179 és 0.333, 0.337% értékkel. A redukáló képesség tehát lényegében változatlan maradt, semmi esetre sem erősbödött; nincs tehát okunk arra, hogy valamilyen disaccharidot, pl. maltoset vagy alsóbbrendű polysaccharidot tételezzünk fel a vérben. PAVY és LÉPINE talán azért jutott más eredményre, mert a vér fehérjéjét más módon csapta ki.

Kísérleteimnek ama főeredménye, hogy a cukor felszívódásakor nem kerül mint olyan a vérbe, semmi esetre sem engedi figyelmen kívül hagyni azt a körülményt, hogy a bél rendes viszonyok között az egész szervezettel kölcsönhatásban van, mely kölcsönhatást a használt kísérleti berendezés úgy szólván teljesen lerontja. Befolyással lehet egyrészt az idegrendszer, másrészt befolyással lehetnek a belső secretio termékei is. Az utóbbiak közül a szénhidrátforgalomra nézve igen jelentős adrenalin nem juthat be a szűkített vércsőbe, viszont a hasnyálmirigy termékei belé kerülhetnek, sőt a szűk vércsőben talán nagyobb hatást fejthetnek is ki. Lehetséges az is, hogy a phosphatoknak van a cukor felszívódása körül nagyobb jelentőségük, hiszen HARDEN<sup>2</sup> és EULER<sup>3</sup> vizsgálatai igazolták, hogy a phosphatok az alkoholos erjedés során a cukorral szoros összeköttetésbe kerülnek. EULER<sup>4</sup> az erre a complex vegyületre az állati szervezetben váró sorsot is követte.

<sup>1</sup> LYTTKENS H. és SANDGREN J.: *Biochem. Zeitschr.* 26. 382. (1910); FRANK és BRETTSCHEIDER: i. h.

<sup>2</sup> HARDEN A.: i. h.

<sup>3</sup> EULER H.: *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 74. 13., 14. (1911); 76. 241., 468. (1911); 77. 395., 488. (1912); 80. 175., 205. (1912).

<sup>4</sup> EULER H.: u. o. 79. 375. (1912).

Kísérleteim annyit kétségtelenül bizonyítanak, hogy a cukor felszívódása korántsem az az egyszerű folyamat, melynek eddig gondoltuk. Az állati szervezet chemismusa általában sokkal mélyebre ható átalakításokkal dolgozik, mint azt a régebbi vizsgálatok alapján értelmezni szokás. Az az első szakasz, melyet a tápláléknak az állati szervezeten való keresztülvándorlásában annak a bél nyálkahártyáján való keresztülhaladása képvisel, már szintén mélyreható átalakulással lehet kapcsolatos.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 április 21.-én tartott üléséből.)

## A CHLOROPHYLLASSIMILATIO KÉRDÉSÉRŐL.

KÖRÖSY KORNÉL-től.<sup>1</sup>

A zöld növényekben történő szénsavassimilatióknak mennyiségi viszonyairól aránylag keveset tudunk. SACHS<sup>2</sup> a keményítőt csak qualitative mutatta ki, és quantitativ vizsgálataiban a szárazanyagban talált gyarapodást egyszerűen keményítőként számította. A száraz anyag gyarapodását SACHS óta többen vizsgálták. BROWN és MORRIS,<sup>3</sup> midőn alapvető tanulmányai során vizsgálta, hogy a különböző szénhidrátok milyen aránylagos mennyiségekben találhatók az assimiláló levélben különböző körülmények között, a szárazanyag gyarapodásának absolut mennyiségére nem volt figyelemmel. Csak MENZE<sup>4</sup> és SAPOŽNIKOV<sup>5</sup> kutatta a szénhidrátok mennyiségének a szárazanyag gyarapodásával egyidejűleg keletkezett megnövekedését.

A természet háztartása szempontjából azonban épen a zöld növényrészekben történő assimilatio quantitativ viszonyainak alakulása, sőt tulajdonképen nem is annyira a keletkezett anyagok mennyisége, mint inkább a kötött kémiai energia alakjában létesülő energianyereség érdekel bennünket elsősorban.

Ezt a kérdést első ízben DETLEFSEN<sup>6</sup> tanulmányozta SACHS intézetében; ő thermoellemmel meghatározta, mennyivel többet

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. magy. tudományegyetem élettani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> SACHS J.: Arb. bot. Inst. Würzb. 3. 1 (1888).

<sup>3</sup> BROWN H. T. és MORRIS G. H.: Journ. of the chem. soc. Trans. 63, 604 (1893).

<sup>4</sup> MENZE G.: Just's Jahresber. 1888. I. r. 34.

<sup>5</sup> SAPOŽNIKOW N. V.: Bot. Cbl. 63, 246. (1895.)

<sup>6</sup> DETLEFSEN E.: Arb. bot. Inst. Würzb. 3, 534 (1888).

nyel el a levél a nap energiájából  $CO_2$ -t tartalmazó, mint  $CO_2$ -mentes atmoszfærában. Az assimiláló levelek hőforgalmát BROWN és ESCOMBE<sup>1</sup> igen részletesen és alaposan tanulmányozta. Ők külön-külön részletesen vizsgálták a nap sugárzó energiájának a levélben történő absorptióját, valamint a levelek és a környezet között történő hőcserének egyes tényezőit; az assimilatiohoz felhasznált energiamentységet azonban csak az elnyelt szénsav mennyiségéből állapították meg, feltételezve, hogy az elnyelt szénsav egész mennyiségében szénhydráttá lesz.

A mennyiben a sugárzásnak biochemiai hatását a chemiai energia megkötésével járó, és a photokatalytikus folyamatoknak két főcsoportjára osztjuk,<sup>2</sup> egyelőre még eldöntetlennek tekintendő a kérdés, hogy a zöld növényi részekben történő assimilatio valóban az először említett csoportba tartozik-e, melynek jellemző képviselőjeként azt felsorolva találni szoktuk, vagy nem a környezet melegének rovására történő endothermikus, de photokatalytikus úton gyorsított folyamatról van-e szó. Lehetségesnek kell ugyanis tartanunk, hogy a szénsavnak a zöld növényi részekben történő reductiója rendén talán nem is sugárzó energia, hanem hőenergia használatik el. FISCHER J.<sup>3</sup> egyébként már felvetette az eszmét, hogy az assimilatio talán az assimiláló sejt részeinek különböző mértékű felmelegedése által okozott thermochemiai folyamat lehetne.

Másrészt lehetségesnek kell tartani, hogy az assimilatióval, mint endothermikus (reductió) folyamattal, valamely exothermikus (oxydátíós) folyamat kapcsolatos, vagyis, hogy az energiaforgalom mérlege szempontjából az assimilatio termékének chemiai energiája talán nem jelent még tiszta nyereséget.

Mindezek alapján nem látszott kilátástalannak vizsgálni,

<sup>1</sup> BROWN H. T. és ESCOMBE F.: Proc. Roy. Soc. Ser. B. 76. No. 507. 29. l. (1905.)

<sup>2</sup> Ilyes osztályozást OSTWALD (Grundr. d. allg. Chem. IV. kiadás. Leipzig, Engelmann. 1909. 587. l.) nyomán létesíthetünk. Lásd Körösy K.: Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 137., 123 (1910).

<sup>3</sup> FISCHER J.: Zeitschr. f. Elektrochem. 12, 654 (1906); D. organ. Natur im Lichte d. Wärmelehre. Berlin, Friedländer. II. kiad.; D. Lebensvorgänge in Pflanzen und Tieren. U. o. 1908.

hogy 1. mennyiben alkotja az assimilatio termékeit keményítő illetve cukor vagy esetleg valamilyen lipoid; 2. milyen viszonyban van a kémiai energia (égésmeleg) gyarapodása a szárazanyag, illetve a szénhydrát gyarapodásához. Az assimilatio vizsgálatával kapcsolatosan egyébként quantitativ zsírmeghatározás eddig egyáltalában nem történt. Remélni lehetett, hogy e vizsgálódás egyben arra is ad felvilágosítást, kíséri-e a zöld növényi részekben történő assimilatiót valamely oxydatiós folyamat. Természetesen alig lehetett azonban választ várni arra a fentebb érintett másik problémára, hogy az assimilatio a zöld növényi részekben sugárzó energiának, vagy pedig hőenergiának felhasználásával történik-e. Egyelőre alig is tudjuk elképzelni, milyen kísérleti berendezés lehetne e cél elérésére alkalmas.

Kísérleteimet csakis leszakított leveleken végezhettem. Sokan állítják,<sup>1</sup> hogy az assimilatio helyesen csakis a helyén maradt levélen, és pedig az elhasznált  $CO_2$  meghatározása útján vizsgálható. Ez kétségtelenül igaz annyiban, hogy a stomák, a mint azt BROWN és ESCOMBE<sup>2</sup> vizsgálatai tanúsították, a levágott levélen tágabbak, mint a helyén hagyott levélen, a mi az assimilatio intenzitására lényeges hatással van. Viszont az, hogy a leszakított levél általában nem normális, mert nem függ össze az egész növény szervezetével, nem tekinthető helyes érveknek, mert ez elv szerint tulajdonképen semmiféle élettani folyamatot sem lehetne a testtől különválasztott szerveken elemezni. A kísérletezésre legalkalmasabb módszer megválasztása természetesen a probléma sajátosságától függ. Ha az assimilatio termékeinek mennyiségét akarjuk meghatározni, meg kell akadályoznunk azoknak elvándorlását, tehát csak leszakított levéllel dolgozhatunk.

Eleve tisztában kellett lennem azzal is, hogy a kísérleti anyagnak valamilyen másik bizonyosságanyaggal való összehasonlítása jelentékeny hibával kapcsolatos, de a probléma lényegénél fogva nem dolgozhattam mindvégig ugyanazzal az anyaggal. Különbözeti módszerek alkalmazása esetén a kísérleti hiba egé-

---

<sup>1</sup> Pl. CZAPEK FR.: Biochemie der Pflanzen. Fischer. Jena, 1905. I. k. 498. lap.

<sup>2</sup> BROWN H. T. és ESCOMBE F.: i. h.

szében a különbözetre tömörül, és épen ez a különbszet az, a minek különféle tulajdonságait megismerni kívánjuk. Előre kellett tehát várnom, hogy a kísérletek eredményeiben nagy eltérések lesznek, és abban meg kellett állapodnom, hogy csak jelentékeny eltérésekből vonhatok következtetéseket.

Eredetileg a *Helianthus annuus* L. leveleivel akartam dolgozni, azokból SACHS<sup>1</sup> módszere szerint az assimilatio előtt és után, pléhformákkal, symmetriás helyekről egyenlő részeket kivágva. Később azonban, mivel a levélnek a kísérlet kezdetén levágott, és a főeret nem tartalmazó felét nem állíthattam vízbe, valószínűségszámítási megfontolás alapján a következő, egyébként is könnyebben kivihető eljárás látszott célszerűbbnek.

Ha sok kicsiny, a szemmérték szerint durván megítélve egyenlő nagyságúnak tetsző levelet gyűjtünk össze, az egyes levelek nagysága között levő eltérések kiküszöbölődnek, és várható, hogy ha a leveleket a kellő és mindig azonos számban gyűjtjük, azok összegének száraz maradéka körülbelül egyenlő súlyú lesz. Két alkalommal a *Robinia pseudoacacia* L. *umbraculifera* D. C.-nak néhány (24, illetve 17) levélkéjét, a melyek átlagos területe 9.6, illetve 10.3 cm<sup>2</sup> volt, fényérzékeny papirossal lemásoltam. A levélterület fényképének planiméterrel végzett méréséből kitűnt, hogy az egyes levélkéik területének a középértéktől való közepes eltérése<sup>2</sup>  $\pm 14.1$ , illetve  $17.2$ , átlagosan tehát 15.6% volt. Ha 200 levelet veszünk, a középérték középphibája tehát 1.1% lesz, a mi elegendő pontosságnak tekinthető. Így jutottam arra a gondolatra, hogy kísérleteimet épen a *Robinia pseudoacacia* L. *umbraculifera* D. C.-nak 200—200 levélkéjével végezzem.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> SACHS J.: i. h.

<sup>2</sup> KOHLRAUSCH FR.: Lehrb. d. prakt. Physik. XI. k. Leipzig. Teubner. 1910. 2. l.

<sup>3</sup> A fényképezett és planiméterrel megmért levelek gyűjtése közben annak a pszichológiai momentumnak netaláni befolyásáról is meg akartam győződni, hogy ha nagyobbfajta és egyenlő nagyságú leveleket akarunk gyűjteni, a gyűjtés vége felé, a mikor már kevesebb levél van rendelkezésünkre, nem vagyunk-e hajlandók a kezdetben gyűjtöttéknél kisebb leveleket is összeszedni. A leveleket ebből a célból, a mikor már nem volt sok



Kísérleti úton is meg akartam arról győződni, hogy 200—200 ily módon válogatott levél száraz maradékának súlya egyenlő-e? A száraz maradék meghatározása a később leírandó módon történt; a talált eltéréseket részben a víztartalom meghatározásának még említendő pontatlansága okozta. A levélkéek száraz maradékának átlagos súlya az első próbában talán valamely durva hiba következtében tetemesen eltérő volt. A 200—200 levélke száraz maradékának súlyaként az egyik meghatározásban 7·035, a másikban pedig 6·367 gr.-ot kaptam. A második, a II. kísérleti sorozattal egyidőben gyűjtött próba értékei elég jól egyeztek: 7·395 és 7·578 gr. A választott módszer alkalmazhatóságát bizonyítja továbbá a sötétben, fűtött és fűtetlen szobában tartott 200—200 levélke száraz maradéka súlyának mindkét kísérleti sorozatban körülbelül egyenlő volta (7·607, ill. 7·763 és 7·521, ill. 7·734 gr.).

A leveleket az 1912. évnek aránylag hűvös nyarán, augusztus havában gyűjtöttem a budai hegységben, a Svábhegyen, és pedig reggel 9 óra körül. A teljes levélről néhány alsó levélkét leszakítva, a levél közös nyelét átlukasztott parafalemezen húztam át és a parafalemezt vezetéki víznek, illetve SACHS<sup>1</sup> előírása szerint készült tápláló folyadéknek felszínén úsztattam. 30 levél a napfényen vízre került és ugyanannyi a tápláló folyadékra («napfény; víz» és «napfény; tápsóoldat»). További 30—30 levelet sötét szobában helyeztem el, az egyik csoportot fűtetlen szobában, a másikat fűtöttben («sötét; hideg» és «sötét; meleg») A fűtést mindig akként igyekeztem szabályozni, hogy a szoba hőmérséklete a külső levegő hőmérsékletét meghaladja. Az átlagos hőmérsékletek az első kísérlet folyamán a következők voltak: a napon (kormozatlan hőmérő) 25·8°, a sötét hideg szobában 22·5°, a sötét meleg szobában 25·9°; a második kísérlet folyamán a napon 21·2°, a sötét hideg szobában 17·7°, és a sötét

---

belőlük, 8—9-es csoportokban gyűjtöttem, azzal az utasítással, hogy az illető a leveleket addig válogassa, a míg még csak talál a kívánt nagyságból. Az átlagos levélterületek értéke egyik alkalommal sorjában 9·5, 9·0, 10·4 cm<sup>2</sup>, a másik alkalommal 10·7 és 9·9 cm<sup>2</sup> volt. Lényeges eltérésről tehát nem igen lehet szó.

<sup>1</sup> SACHS: l. KÜSTER, Anleit. z. Kult. d. Mikroorg. Teubner. Leipzig, 1907. 17. l.

meleg szobában  $30\cdot6^\circ$ . Mind a két kísérletsorozat délelőtt  $1\frac{1}{2}$ 11-től d. u.  $1\frac{1}{2}$ 7-ig tartott. Valamennyi levél a kísérlet megkezdéséig, és annak befejezése után a levélkék leszakításáig egymásmellé helyezve, egyenlő világításban maradt. A kísérlet befejeztével minden 30 levélből szemmérték szerint 200, körülbelül egyenlő nagy levélkét választottam ki,<sup>1</sup> és a levélkéket kb.  $100^\circ$ -on történt 10—25 percnyi szárítás után mozsárban porrá törttem. A levélport bura alatt hetekig hagytam a laboratoriumban fedetlenül, hogy az a levegőn állandó súlyúvá (levegő-szárazzá) váljék.

Elsősorban azt kellett megállapítanom, hogy az így előkészített levélpor még mennyi vizet tartalmazott. A száraz maradéknak pontos meghatározása azonban alig volt lehetséges. A levélporok próbáit hónapokig tartottam  $100^\circ$ -ra fűtött légfürdőben, a nélkül, hogy azoknak súlya állandósult volna. Ezért arra kellett magamat elhatároznom, hogy újabb próbákat 24 óráig szárítok, és miután meggyőződtem, hogy még további 1 órai szárítás nem okoz már további súlyvesztést, az így nyert anyagot tekintettem száraz maradéknak.

Eredeti tervem az volt, hogy a cukroknak és a keményítőnek mennyiségét külön határozom meg. Ebből a célból néhány meghatározást végeztem BROWN és MORRIS<sup>2</sup> előírása szerint; a cukroknak teljes mennyiségét a levélpornak ætherrel történt kezelése után alkohollal kivontam, és e kivonat cukortartalmát félórai, 2% -os sósavval végzett hydrolysis után BERTRAND szerint<sup>3</sup> meghatároztam. A keményítőt az alkoholos kivonat maradékában REINKE<sup>4</sup> előírása szerint akartam meghatározni, azonban kiderült, hogy a tejsavas hydrolysis rendén az autoclavban annál több cukrot kaptam, minél tovább folytattam a hydrolysis-t. Ilyenkor

---

<sup>1</sup> Csak a második sorozatnak a tápsóoldatba tett leveleiből szakítottam 180 levélkét; az értékeket azonban ebben az esetben is 200 levélkére átszámítva adtam meg.

<sup>2</sup> BROWN H. T. és MORRIS G. H.: i. h.

<sup>3</sup> BERTRAND G. et THOMAS P.: Guide p. l. manipul. de chim. biol., Paris, Dunod-Pinat, 1910. 67. l.

<sup>4</sup> KÖNIG J.: Chem. d. menschl. Nahr.- u. Genussmittel. IV. kiadás. III. köt. 1. rész. 439. l. Berlin. Springer, 1910.

a tiszta celluloseból is jelentékeny mennyiségű cukor nyerhető. Minthogy még az is kiderült, hogy a BROWN és MORRIS előírása szerint készült első ætheres kivonatnak is van a savhydrolysis után, noha kismértékű redukáló hatása, célszerűbbnek látszott, hogy valamennyi keményítő- és cukorfajtát, vagyis a nem celluloseszerű szénhidrátok<sup>1</sup> teljes mennyiségét együttes értékben határozzam meg.

Czélom tehát az volt, hogy a mint azt SAPOŽNIKOW<sup>2</sup> is tette, a kinek erről a módszerről adott leírása azonban nem egészen érthető, a keményítő- és dextrinszerű anyagokat, valamint a cukrokat úgy oldjam ki, hogy ezáltal a celluloset ne támadjam meg, és azután a kioldott anyagokat a legegyszerűbb cukrokig hasítom. Mind a két művelethez a megfelelő töménységű sósavval való főzést választottam.

Tudvalevően a leghigabb sósavval való főzés is elégséges már ahhoz, hogy a keményítőt vízben jól oldhatóvá tegye; azonban fontos, hogy a sósav ne legyen annyira tömény, hogy a celluloset is megtámadja. A kérdéses savtöménység megállapítása érdekében 1—1 gr. celluloset (svéd szűrőpapirost) különböző töménységű sósavnak 50 cm<sup>3</sup>-ével 1 óráig főztem visszafolyásra berendezett hűtőn, és a keletkezett cukrot BERTRAND szerint meghatároztam. Az eredmény a következő volt.

A sósav töménysége %	0·3	0·6	1·25	2·5
A keletkezett cukor a cellulose %-ában	nyomok	0·4 <sup>3</sup>	1·5	2·9

A keményítő kioldásához tehát bátran választhattam a 0·2 %-os sósavval való, félóráig tartó főzést.

A mikor 0·6 gr. levélport ilyen módon kezeltem, és a pornak a művelet végén nyert maradékát azután 50 cm<sup>3</sup> 2·5 %-os

<sup>1</sup> A cellulosen itt általában a nehezen hydrolyzálható szénhidrátok csoportja értendő.

<sup>2</sup> SAPOŽNIKOV N. V.: Ber. d. d. bot. Ges. 9, 293 (1891): FAULENBACH módszere? Lásd u. o. 8, 234 (1890).

<sup>3</sup> BERTRAND táblázata szerint extrapolálva.

sósavval hasonló módon főztem, 17·8 mgr. cukrot, vagyis 3·0%-ot, tehát épen annyit kaptam, mint a tiszta celluloseból. Ezzel bebizonyult, hogy az oldáshoz alkalmazott módszer útján minden keményítőszerű anyagot kivontam, és hogy a visszamaradt rész szénhidrátját bátran tekinthettem cellulosenak. A választott eljárás tehát a keményítő és a cellulose között éles határt adott; átmeneti viselkedést tanúsító anyagok nem zavartak.

A második műveletben, a keményítő hydrolysisében csupán arra kellett ügyelnem, hogy a sósav ne támadja meg a cukrot. Külön kísérletsorozat igazolta, hogy ha a szőlőcukornak 0·33%-os oldatát, különböző töménységű sósavas közegben, visszafolyásra berendezett hűtőn 1 óráig főztem, igen kevés cukor veszett el.

A sósav töménysége %	0·7	1·4	2·7
A cukorból megmaradt %	97·8	98·1	97·6

A keményítőnek hydrolysiséhez nyugodtan választhattam a 2·5%-os sósavval való, 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> óráig tartó főzést.<sup>1</sup>

A meghatározásaimban követett eljárás egészben a következő volt: 0·6 gr. levélport először félóráig főztem 50 cm<sup>3</sup> 0·2%-os sósavval, visszafolyásra berendezett hűtőn. A folyadékot Gooch-tégelyben megsűrtem, a szüredéket vízfürdőn kb. 10 cm<sup>3</sup>-nyire besűrítettem, 1·25 gr. *HCl*, illetve az ennyi *HCl*-t tartalmazó sósavmennyiség hozzáadása után 50 cm<sup>3</sup>-re kiegészítettem s azután 2 és 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> óráig főztem visszafolyó hűtőn, ennek megtörténtével nátronlúggal, majd ecetsavval közömbösítve, 10 cm<sup>3</sup> dialyzált vasoldattal<sup>2</sup> derítettem, az egészet 200 cm<sup>3</sup>-re feltöltöttem, majd leszűrtem és a szüredék 180 cm<sup>3</sup>-ét bepároltam, míg azzal BERTRAND szerint cukormeghatározást végezhettem. A közölt értékek két ily meghatározás közéértékei.

A levélpor égésmelegét kb. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> gr. anyagon, aranyozott betétű

<sup>1</sup> SHERMAN C.: Organic anal. New-York. Macmillan. 1912. II. kiad. 61. lap.

<sup>2</sup> HOPPE-SEYLER-THERFELDER: Chem. Anal. VIII. kiad. Berlin. Hirschwald, 1909. 656. l.

BERTHELOT-bombával határoztam meg. A használt oxigén *N*-tartalmának salétromsavvá történő elégeése következtében szükséges helyesbítést a vízérték meghatározásakor nyert értékek középértékével végeztem, minthogy a levélpor égetésekor nyert nagyobb savmennyiség a levél alkotórészeinek illanó, savanyú természetű égéstermékeiktől eredt. A levélpor egyébként kitűnően préselhető és tökéletesen eléő anyagnak bizonyult.

Az ætheres kivonat meghatározása SOXHLET eszközével történt; az extractio 6 óráig tartott. Az említett BROWN és MORRIS szerint végzett czukormeghatározás során némely esetben az ætheres extractio után nyert alkoholos kivonat súlyát is meghatároztam; ez a kivonat átlag kb. 25%-a volt a száraz maradéknak.

A két kísérletsorozatban nyert eredményeket a csatolt táblázatban állítottam össze. (Tábl. lásd a köv. old.)

A táblázatok tanusítják, hogy a sötét helyen, részben hideg, részben pedig fűtött szobában tartott levelek értékeiben, tekintetbe véve a szárazmaradék meghatározásával kapcsolatos jelentékeny hibát, számbajöví különbség nem támadt; a második kísérletsorozatban a magas hőmérsékleten tartott levelekben kevesebb czukrot és keményítőt találtam, mint az alacsony hőmérsékleten tartottakban. A lélegzés intenzitásának különbsége különféle hőmérsékleten annyira csekélynek bizonyult, hogy az a jelentékeny kísérleti hibák határain belül maradt.<sup>1</sup> Ha észrevehető eltérést találtam volna, interpolálás útján megkaphattam volna a lélegzésnek azt a mértékét, mely a napfényen tartott levelek átlagos hőmérsékletének megfelelt.

A további összehasonlítások alapjául bizvást választhattam a hideg és a fűtött szobában tartott levelek feldolgozása rendén nyert adatok középértékeit. A napfényen és a sötét szobában tartott leveleket a kísérlet folyamán a lélegzés következtében egyenlő veszteség érte; az előbbiek értékeinek az utóbbiakéival szemben talált többlete tehát teljes mértékét adja annak, hogy mennyit nyertek a levelek az assimilatio révén. Ez az összehasonlítás természetesen nem történhetik a százalékos czukor+

<sup>1</sup> Egybevetésül l. BLACKMANN F. F. és MATTHÆI G. L. G. Proc. Roy. Soc. B. 76. No. 511. 402. l. (1905.)

I. kísérlet-sorozat.

	A levegő — száraz anyag teljes mennyisége	A levegő — száraz anyag víz- tartalina	A száraz maradék teljes mennyi- sége	A száraz maradék kemény. + cukor- tartalma	A kemény. + cukor teljes mennyi- sége	A száraz maradék zsír- tartalma	A zsír teljes mennyi- sége	1 gr. száraz maradék égés- melege	A száraz maradék teljes mennyiségé- nek égés- melege
	gr.	%	gr.	%	gr.	%	gr.	Cal.	Cal.
Sötét; meleg — —	8·054	5·0	7·607	7·8	0·59	7·4	0·57	4·710	35·83
Sötét; hideg — —	8·350	7·0	7·763	7·5	0·59	6·9	0·53	4·682	36·35
Napfény; víz — —	9·278	8·7	8·472	7·9	0·67	6·7	0·56	4·714	39·94
Napfény; tápsóold.	8·547	5·8	8·052	7·5	0·61	6·7	0·54	4·587	36·93

II. kísérlet-sorozat.

Sötét; meleg — —	8·066	6·8	7·521	9·1	0·69	6·8	0·51	4·847	36·46
Sötét; hideg — —	8·349	7·4	7·734	9·6	0·74	5·6	0·43	4·739	36·65
Napfény; víz — —	9·626	7·0	8·952	9·7	0·87	6·2	0·56	{4·525 4·527	40·52
Napfény; tápsóold.	8·444	6·9	7·859	10·0	0·78	6·2	0·48	4·471	35·14

+keményítőtartalom es a fajlagos égésmelegérték, hanem csak az egész szárazmaradékra vonatkoztatott értékek alapján, mert hiszen épen annak a megállapításáról van szó, hogy az assimilatio közben nyert száraz anyag többletet mennyiben alkotja a cukor+keményítő, és hogy e szárazanyag többletnek mekkora az átlagos égésmelege. Eképen a cukor+keményítő és az égésmeleg értékeiből a víztartalom meghatározásakor elkövetett hiba is kiküszöbölődik. Az összehasonlítás eredményeit az áttekinthetőség kedvéért táblázatban állítottam össze.

## I. Kísérletsorozat:

	Száraz- maradék gr.	Cukor+ keményítő gr.	Égés- meleg Cal.
«Sötét; hideg» és «Sötét; meleg» középértékei	7·69	0·59	36·1
«Nappfény; víz»	8·47	0·67	39·9
«Nappfény; tápsóoldat»	8·05	0·61	36·9
«Nappfény; víz» többlete	0·78	0·08	3·8
«Nappfény; tápsóoldat» többlete	0·36	0·02	0·8

## II. Kísérletsorozat:

«Sötét; hideg» és «Sötét; meleg» középértékei	7·63	0·71	36·6
«Nappfény; víz»	8·95	0·87	40·5
«Nappfény; tápsóoldat»	7·86	0·78	35·1
«Nappfény; víz» többlete	1·32	0·16	3·9
«Nappfény; tápsóoldat» többlete	0·23	0·07	—1·5

A vízbe helyezett assimiláló leveleken elsősorban az tűnik fel, hogy a keményítő+cukor gyarapodása a szárazanyag gyarapodásának csak mintegy 11%-át adja ki, a mi az általános

fölfogással merőben ellenkezik. A keletkezett anyag égésmelegét az első kísérletben 1 gr.-ra számítva 4·9-nek, a másodikban 3·0-nak találjuk. Az égésmeleg középértéke 3·9 Cal., tehát körülbelül a szénhidrátok égésmelegének felel meg. A talált jelentékeny eltérés nem meglepő, ha meggondoljuk, hogy a levélporok abszolút súlyának igen kis eltérése is már igen nagy eltérést okoz az assimilatio által nyert anyag égésmelegében. Így pl. ha a második kísérletsorozatban a két bizonyágpor súlyának középértéke, értékének csupán 2%-ával lett volna kisebb, a napfényen és vízben tartott levelek poráé pedig ugyanennyivel nagyobb, az assimilatio rendén nyert anyag fajlagos égésmelege 3·0 helyett 3·4, tehát 13%-kal több lett volna. Ugyanez a hiba a szárazanyag-többlet cukortartalmát 12%-ról csak 11%-ra csökkentené. Hasonlóképen aránytalanul nagy hibát okozna a végeredményben az égésmeleg meghatározásában elkövetett igen csekély hiba.

Mínt hogy az assimiláló levelek zsirtartalma a táblázat tanúsága szerint nem tekinthető meggyarapodottnak, az égésmeleg alapján megítélve igen valószínű, hogy a napfényen tartott levelekben keletkezett anyag szénhidrát. Mínt hogy pedig ennek csak igen kis része keményítő + cukor, celluloseszerű anyagra kell gondolnunk, a mi SAPOŽNIKOV<sup>1</sup> és MENZE<sup>2</sup> értékeivel is jól egyezik.<sup>3</sup>

A zöld növényi részekben történő normális assimilatio közben keletkező anyagok minősége a levágott leveleken végzett kísérletek alapján nem állapítható meg teljes határozottsággal, mert a keletkezett anyag nagy része a helyükön hagyott levelekből mindjárt tovább vándorol. Ismeretes, hogy a cukor az assimiláló levelekben csak egy bizonyos határig halmozódhatik föl, a mely határon túl azután keményítővé lesz. Az akáczfa-levelekre vonatkozóan a BROWN és MORRIS szerint végzett cukormeghatározások alapján úgy találtam, hogy a cukor az as-

<sup>1</sup> SAPOŽNIKOV N. V.: Bot. Cbl. 63, 247, a mennyire ezt az eredeti orosz nyelvű közleménynek megszerezhető német kivonatából láthatom.

<sup>2</sup> MENZE O.: i. h. SAPOŽNIKOV nyomán: Ber. d. d. bot. Ges. 8, 240 (1890).

<sup>3</sup> Fontos lenne annak megállapítása, hogy ez az anyag a sejtnék mely részében rakódik le.



similáló és a nem assimiláló levelekben egyaránt a szárazanyag-nak kb. 3%-a. Képzeltető, hogy a mint a felhalmozódó keményítő mennyisége bizonyos határt elér, az először keletkező cukor vagy keményítő viszont cellulosevá alakul át. Mindenesetre figyelemreméltó, hogy mindannyiszor, a hányszor az assimiláló levelek szárazanyaggyarapodásának tanulmányozásával egyidejűleg a cukor+keményítő gyarapodását is vizsgálták, az utóbbi érték sohasem fedte az előbbit.

A napfényen tápsóoldatban tartott levelek viselkedésén első sorban az tűnik fel, hogy azoknak szárazanyagnyeresége sokkal kevesebb volt.<sup>1</sup> Ennek a súlygyarapodásnak átlag ugyanannyi részét alkotja keményítő+cukor, mint a napfényen és vízben tartott levelekben. Minthogy itt még kevesebb anyagról van szó, további következtetéseket még kevésbé vonhatunk. Feltűnő azonban mind a két kísérletben az 1 [gr. levélpor égésmelegének, tehát a fajlagos égésmelegnek alacsony volta; ez az oka annak, hogy a második kísérletsorozatban a tápsóoldatban tartott levelek pora égésmelegének teljes értéke kevesebb volt, mint a bizonyágkísérletekben. A tápsóoldatban tartott levelek assimilációja talán azért volt annyira gyenge, mert a tápláló folyadék nem volt a levelekre nézve LOEB értelmében æquibrált sóoldat.

Kísérleteim semmi támpontot sem nyújtanak abban az irányban, hogy az assimilatio első terméke a fehérje lehetne, a mint azt SAPOŽNIKOV gondolja. Meghatároztam a levelek *N*-tartalmát, még pedig DUMAS szerint, mert nitrátok vagy egyéb nitroegyületek jelenlététől tartottam. A tápsóoldatban tartott levélkék *N*-tartalma nem volt nagyobb a többiekénél. A levélpor 0.5 gr.-ját eczetsavval gyengén megsavanyított vízben főzve, az így nyert oldatban az említett dialyzált vasoldattal való derítés után sem a vízben, sem a tápsóoldatban tartott levelek porában nem találtam BUSCH<sup>2</sup> nitron-módszerével meghatározható nitrát+nitritmennyiséget. Külön kísérletben meggyőződtem arról, hogy a vassal történő kicsapás előtt a folyadékhoz adott

<sup>1</sup> Ez látszóan egyezik SAPOŽNIKOV-nak az imént említett dolgozatában közölt megfigyelésével.

<sup>2</sup> BUSCH M.: Ber. d. d. chem. Ges. 38, 1, 863 (1905); 39, 1401 (1906).

nitrát a követett eljárással meghatározható. A levelek hamutartalmát csak nagyjában határoztam meg a bombában történt égetéskor visszamaradó hamu súlyának megmérésével; a tápsóoldatban tartott leveleké semmi esetre sem gyarapodott számbajövő mértékben.

A bevezetésben szó volt már arról a problémáról, vajjon nem kapcsolatos-e az assimilációval valamely exothermikus folyamat. Erre a kérdésre két esetben lehetne igenlően válaszolni: 1. ha a szárazanyagnyereségnek egész mennyisége keményítő + +cukor lenne, de az égésmelegnyereség jelentékenyen kevesebb volna, mint a mennyinek lennie kellene, ha az egész szárazanyagnyereséget szénhidrátoknak számítjuk; 2. ha a keményítő + +cukor nyereség a szárazanyagnyereségnek csak kis részét képviselné s ezt javarészt a nagy fajlagos égésmelegű zsír fedezné, mely esetben az egyidejűleg lefolyó kérdéses exothermikus folyamat a szárazanyagnyereség látszólagos égésmelegét a szénhidrátok égésmelegének értékére leszoríthatná. Mivel azonban azt találtam, hogy bár a keményítő + +cukortartalom a szárazanyagnyereségnek csak kis részét fedezi, a szárazanyagnyereség átlagos égésmelege mégis a szénhidrátoknak felel meg, és a levelek zsirtartalma nem gyarapodott meg, valószínűnek kell tartanunk, hogy az assimilatio útján nyert szárazanyag a cellulose csoportjába tartozik, és hogy az assimilatio endothermikus folyamatával valamely exothermikus folyamat nem kapcsolatos.

Végül még azt is kérdezhetjük, hogy mennyi volt a levelterület egységére vonatkoztatva az assimilatio útján nyert szárazanyag súlya, a mit SACHS nyomán — bár tévesen — általában keményítőnek szoktak nevezni. A levelek átlagos területét a planimetriás meghatározás alapján 9.9 cm<sup>2</sup>-nek véve, kísérleteimben az akáczfalevelekben óránként és négyzetméterenként 0.50, illetve 0.84 gr. szárazanyag halmozódott föl. Ezek az értékek lényegesen kisebbek, mint a SACHS-éi,<sup>1</sup> a ki Helianthus- és Cucurbita-levelekkel kísérletezve, óránként és négyzetméterenként 1.5, ill. 1.9 gr. szárazanyagot kapott.

<sup>1</sup> SACHS J.: i. h.

## MICROCALORIMETER BACTERIUMOK HŐ- TERMELÉSÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRA.<sup>1</sup>

KÖRÖSY KORNÉL-tól.

A bacteriumok hőtermelésének meghatározása több tekintetben fontos feladat. A hőtermelés megállapítása épen úgy összefoglaló mértéke e szervezetek anyagforgalma intenzitásának, mint a felsőbb rendű állatokénak, miért is, ha bármilyen tényezőnek a bacteriumok életműködésére való hatását keressük, leghelyesebben a hőtermelést vehetjük mértékül. Másodsorban az ilyenfajta vizsgálódás az anyagforgalom összehasonlító elemzése tekintetében vezet érdekes eredményekre, a mint ezt RUBNER<sup>2</sup> dolgozatai tanúsítják. Harmadsorban sokfajta microorganismusra épen az jellemző, hogy a legsajátságosabb chemiai folyamatok elvégzésére van mintegy beállítva. Elég e tekintetben a nitrogen körforgalmában szereplő bacteriumokra hivatkozni. E chemiai folyamatok reactio-melegét egynéhányan<sup>3</sup> az illető chemiai folyamat egyenlete alapján igyekeztek kiszámítani. Ha azonban meggondoljuk, hogy az egyenletek legtöbbje sokkal inkább stoichiometriai speculatio, mint szabatos és részletes analytikai értékek alapján állapítottatott meg, az ilyen számításoknak csupán csekély jelentőséget tulajdoníthatunk. Hiszen pl. még a sörélesztő tevékenységét illetően is, mely pedig az analytikai módszerekkel leg-

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. magy. tudományegyetem élettani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> RUBNER M.: Arch. f. Hygiene 48. 260. (1904); 49., 355. (1904); 57. 161., 193., 244. (1906).

<sup>3</sup> HERZOG O.: Zeitschr. f. physiol. Chem. 37. 392. (1903); JENSEN O.: Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 22. 305. (1909); KRUSE W.: Allgem. Mikrobiol. Vogel. Leipzig. 1910.

jobban tanulmányozott microorganismus-működés, RUBNER<sup>1</sup> direkt calorimetriával más hőtermelést talált, mint a mennyi a képlet szerint kiszámítható.

A bacteriumok hőtermelését első ízben TANGL F.<sup>2</sup> határozta meg chemiai calorimetria útján; ő a tápláló talajnak a kísérlet előtt talált égésmelegéből a táplálható talaj + bacteriumtestek égésmelegét a kísérlet végén levonta. RUBNER<sup>3</sup> volt az első, a ki a bacteriumok hőtermelését e módszeren felül a physikai calorimetria útján is megfigyelte. A physikai vagy RUBNER<sup>4</sup> szerint biocalorimetriához külön e célra való eszközre van szükségünk; az állatélettanban használatos caloriméterek a hosszú időben fejlődő csekély hőmennyiségek meghatározására nem alkalmasak. A physikai calorimetriának nagyszámú módszerét LEFÈVRE<sup>5</sup> szerint osztályozhatjuk a következőképen (rövidítve):

közvetlen meghatározás	$\left\{ \begin{array}{l} \text{a rejtett meleg} \\ \text{felmelegedés} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{olvadási,} \\ \text{párolgási meleg alapján} \\ \text{állandó vízmennyiség,} \\ \text{mozgásban levő víz- vagy} \\ \text{levegőmennyiség felmele-} \\ \text{gedése alapján} \end{array} \right.$	LAVOISIER, BUNSEN
			DULONG-DESPRETZ
közvetett meghatározás <sup>6</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{egyszerű falú} \\ \text{készülékkel} \\ \text{kettősfalú} \\ \text{készülékkel} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{hőmérő,} \\ \text{thermoelektromos módszer} \\ \text{anemometer,} \\ \text{térfogatmérés,} \\ \text{nyomásmérés segélyével} \end{array} \right.$	ATWATER, LEFÈVRE
			HIRN
			D'ARSONVAL
			RUBNER D'ARSONVAL

Az ú. n. déperditeur-ökkel való dolgozás esetében nem a termelt hőmennyiséget határozzuk meg (a caloriaszámot), hanem

<sup>1</sup> RUBNER M.: Arch. f. Hyg. 49. 361. és 399. (1904); újabban azonban RUBNER (Sitzber. preuss. Akad. 1912. [124.]) hangsúlyozza, hogy a számított és a talált hőtermelés értékei a szeszes erjedés rendén jól egyeznek.

<sup>2</sup> TANGL F.: Plüger's Arch. f. d. ges. Phys. 48. 475. (1903).

<sup>3</sup> RUBNER M.: Arch. f. Hyg. 48. 260. (1904).

<sup>4</sup> RUBNER M.: «TIGERSTEDT: Handb. d. physiol. Method.»-jában, I. k., III. rész, 216. l.

<sup>5</sup> LEFÈVRE J.: Chaleur animale et bioénergetique. Masson. Paris. 1911. 81. l.

<sup>6</sup> «Appareils déperditeurs», D'ARSONVAL elnevezése: lásd LEFÈVRE i. m. 121. lap.

azt az állandósult hőmérsékletkülönbséget, a mely az eszköz belseje, illetve annak külső (esetleg kettős) fala és a környezet hőmérséklete között támad, ha az eszközben óránként bizonyos számú caloria fejlődik. Ezt a hőmérsékletkülönbséget vagy leolvassuk, vagy kiegyenlítjük azáltal, hogy egy második ugyanolyan eszközben annyi hőt fejlesztünk, pl. elektromos úton, hogy a két eszköz ugyanegy hőmérsékleten legyen.

A microcalorimetria czéljaira eddig ajánlott eszközök részben tiszta déperditeurök, részben a hőmérséklet-nagyobbodás mérésén alapuló közvetlen eljárással combinált déperditeurök compensatióval vagy a nélkül. BOHR és HASSELBALCH<sup>1</sup> eszköze compensatiós déperditeur. Ők a hővesztés ellenében szigetelt szekrénybe 2 egyenlő kisebb fémszekrényt helyeznek, melyek egyikebe a vizsgálandó hőforrás (tojás) kerül, míg másikában az elektromos úton történő hőtermelés úgy szabályozható, hogy a két eszköz között, thermoelektromos úton mérve, semmi hőmérsékletkülönbség se legyen tapasztalható. BOHR és HASSELBALCH a calorimetriás meghatározást csak a stationär állapot beállta után végezhetette; egy-egy meghatározás 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—3 óráig tartott. Noha az alkalmazott compensatio az eszköz pontosságát lényegesen javítja, ez a módszer a bacteriumok hőtermelésének mérésére nem alkalmas, mert e feladat során különösen fontos, hogy a változó intenzitású hőtermelést állandóan megfigyelhessük.

RUBNER<sup>2</sup> eszköze közvetlen calorimetriával combinált déperditeur; ő a szeszes erjedéssel és a tej savanyosodásával és másfajta bacteriummüködéssel kapcsolatos hőtermelésnek megfigyelésére DEWAR-palaczkokat használt, melyekre nézve előzetesen megállapította a hővesztési állandót, vagyis azt az óránként termelt caloriaszámot, mely a palaczk belsejét a stationär állapot beállta után a környezet hőmérséklete fölé 1°-kal felmelegíti. Ez érték állandóságáról külön elektromos kalibrálások útján győződött meg, az óránkénti caloriatermelést 21—112 cal.<sup>3</sup> között

<sup>1</sup> BOHR és HASSELBALCH: Skandin. Arch. f. Physiol. 14. 398. (1903).

<sup>2</sup> RUBNER M.: Arch. f. Hyg. 48. 260. (1904); 49. 355. (1904); TIGERSTEDT R.: Handb. d. physiol. Method.-jában, I. k., 3. r., 218. l.

<sup>3</sup> Kis caloria.

változtatva. Igen valószínűnek kell azonban tartanunk, hogy ez a nagyság mégis változnék az óránkénti caloriatermeléssel, ha az utóbbit szélesebb határok között módosítanók; ez különösen azért fontos, mert 250 cm<sup>3</sup> bacteriumcultura csak a hőfejlesztés legintenzívebb idejében termel óránként annyi caloriát, a mennyire vonatkozóan a kérdéses érték állandósága megállapított.

RUBNER az óránként (kétóránként) fejlődő hőmennyiséget két tagban kapta meg. Először az óránkénti középhőmérsékletből kiszámította az említett állandó segítségével az óránként termelt és a környezet felé elvesztett caloriaszámot. Azután pedig ehhez az értékhez második tagként hozzáadta a termelt, de még a környezet felé el nem vesztett hőmennyiséget, melynek kiszámítására a folyadéknak időközben támadt hőemelkedését az eszköz és a folyadék hőcapacitásával megszorozta; az utóbbinak szabatos megállapítása meglehetősen nehézségbe ütközött.

Rövid ideig tartó kísérletekben az említett második tag adja meg a fejlesztett meleg nagyobbik részét; ilyenkor az eljárás mint tulajdonképen helyesbített közvetlen calorimetria pontosabbnak tekinthető. Az első tag jelentősége azonban továbbtartó kísérletekben mindinkább fokozódik és így az eszköz tiszta déperditeurré válik. A kísérleti hiba ennek következtében nagyobbodik oly esetekben, a midőn az intenzív hőtermelés időszaka a kísérlet megkezdése után csak hosszú idővel következik el. Így pl. az az eset is létesül, hogy a hőmérséklet sülyed annak ellenére, hogy az eszközben még, noha már esökkenő intenzitással, hő fejlődik. Ilyenkor az eszköz a déperditeurök valamennyi hibáját osztja: a tulajdonképen megfigyelt tényező, a hőmérsékletkülönbség kicsiny, a minek következtében esetleges kis helyi hőmérsékletkülönbség vagy a környezet hőmérsékletének csekély változása a számítás eredményére aránytalanul nagy hatással van. Már szó volt arról, hogy a másik, állandónak feltételezett tényező, az 1°-nyi, stationaerré vált hőmérsékletkülönbségnek megfelelő óránkénti hőtermelés, bizonytalan. RUBNER microcaloriméterével több más szerző is végzett vizsgálatokat.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GIUFFRÉ L. és SIMONCINI L. B.: Bollettino della Soc. siciliana d'Igiene.

HILL<sup>1</sup> ez eljárást különbözőzeti módszerré alakítva annyiban egyszerűsítette, hogy azt a környezet hőmérsékletének állandóságától függetlenítette. Lényegében ő is két tagban állapítja meg a termelt meleget, mint RUBNER, csak hogy ő a megfigyelt hőmérsékletnagobbodáshoz egy, a hővesztésnek megfelelő correctiós tagot hozzá ad és az így corrigált hőmérsékletnagobbodást a folyadék hőcapacitásával megszorozza. HILL a kísérleti DEWAR-palaczk hőmérsékletének egy másik bizonyági palaczkéhoz képest támadó nagobbodását thermoelektromos úton figyeli meg; ehhez a megfigyelt hőmérsékletemelkedéshez hozzáadja az említett correctiós tagot. Ez a correctiós tag a kérdés matematikai tárgyalása alapján, vagy úgy határozható meg, hogy a környezet hőmérsékletének teljes állandóságáról gondoskodunk, mint azt RUBNER tette, vagy úgy, hogy a két palaczkot akként választjuk meg, hogy hővesztési együtthatójuk ugyanegy legyen. Ez az együttható az óránkénti hőmérsékletcsökkenést fejezi ki abban az esetben, a midőn a calorimeter a környezetnél 1°-kal melegebb. Az együttható RUBNER állandójával egyszerű összefüggésben van; állandóságáról HILL kihülési kísérletek útján még külön is meggyőződött.

HILL a két DEWAR-palaczknak hővezetési együtthatóját ama fogás segítségével teszi egyenlővé, hogy a két palaczkot különböző mennyiségű folyadékkal tölti meg. A fentebb, RUBNER eszközének tárgyalásakor említett körülmények azonban HILL eljárását is kedvezőtlenül befolyásolják, a mit újabban HILL maga is megemlít.<sup>2</sup> HILL elektromos úton végzett próbakísérleteit csak 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, illetve 8 órára terjesztette ki, amint hogy közölt kísérletei is túlnyomóan csak 8 óráig tartottak; a 9. órában azonban a hővesztésen alapuló, a déperditeur-eljárásnak megfelelő tag már 30%-át adja az egész fejlődött hőmennyiségnek. A bevezetésben említett problémák megoldására feltétlenül több napig tartó kísérleteket kell végeznünk.

Nuova ser., 2. (1899), különleny.; MEYERHOF: Biochem. Zeitschr. 35, 246. (1911); Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol. 149. 250. (1913).

<sup>1</sup> HILL A. V.: Journ. of physiol. 43. 261. (1911).

<sup>2</sup> HILL A. V.: u. o. 44. 478. (1912).

Midőn a bacteriumok hőtermelésének megfigyelésére alkalmas calorimetert kerestem, azonnal a rejtett meleg felhasználásán alapuló módszerekre gondoltam. Ez eljárások előnyei a következők:

1. Közvetlen módszerek lévén, a készüléken mindig a caloriaszámmal egyenesen arányos változást olvassuk le (a készülékek tehát nem déperditeurök).

2. Ezzel szemben, s ez az élettan szempontjából fontos, a kísérlet állandó hőmérsékleten történik, míg az egyébként közvetlen DULONG-DESPRETZ-eljárásnak, valamint a déperditeuröknek közös hibája, hogy a hőmérséklet a kísérlet közben emelkedik.

3. Rendkívül érzékenyek, tehát kismértékű és soká elhuzódó hőtermelés mérésére is alkalmasak.

A jégcalorimetert nem használhattam, mert ez a készülék csak 0°-on dolgozik. Gondoltam azonban arra, hogy a jég helyett más alkalmas anyagot (pl. kresolt) használva lehetne az olvadásmeg meleg felhasználására alapított microcalorimetert szerkeszteni. Tekintettel azonban arra, hogy a jégcalorimeterrel való pontos dolgozás is rendkívül kényes óvatossági rendszabályok szemmel tartását kívánja, helyesebbnek tartottam erre a célra a párolgási meleget értékesíteni. Ilyes eszköznek elvét már D'ARSONVAL<sup>1</sup> ismertette; az ő rövid leírásából kiindulva azután rendkívül hosszadalmas próbálgatások után megfelelő eszközt sikerült szerkesztenem.

Az eljárás lényege az, hogy a hőforrást kettős falú üvegedénybe, ezt az üvegedényt pedig a szigetelő réteggel (levegő vagy vacuum) körülveve állandó hőmérsékletű vízfürdőbe helyezük. Az üvegedény kettős fala között levő üreg összekötőcső útján beosztott üvegcsővel van összekötötésben, mely utóbbi a vízfürdő vizében szigetelő réteg nélkül van közvetlenül elhelyezve; az oldalnyulvánnyal ellátott kettős falú üveget annak teljes evacuálása után valamely folyadékkal, pl. ætherrel megtöltjük. Mihelyt a kettős falú üvegedény belsejében hőt terme-

<sup>1</sup> D'ARSONVAL A.: Journ. de l'anat. et de physiol. 22. 146. (1886); D'ARSONVAL vázlatos ábráját l. LEFÉVRE id. mű 84. l.; RUBNER-TIGERSTEDT: Handb. d. physiol. Meth. I. k., III. rész, 192. l.



lünk, a megfelelő æthermennyiség átdestillál a beosztott csőbe, ott lecsapódik, miközben rejtett párolgási melegét a vízfürdőnek nagy víztömege felveszi. Ez utóbbinak hőmérséklete ennek következtében természetesen emelkedik, de nagy vízfürdővel való dolgozás esetében először is rendkívül csekély, egyáltalában számba nem jövő mértékben, másodsor pedig az alkalmazott hőmérsékletszabályozó úgyis megakadályozza, hogy a vízfürdő hőmérséklete észrevehető mértékben emelkedjék a beállított hőfok fölé.

A folyamatot közelebbről a következőként kell elképzelnünk. A keletkező meleg, feltéve, hogy az egész hőforrást cseppfolyós æther veszi körül, ezt kissé felmelegíti, a minek következtében azután az æther részben gőzzé alakul, az æthergőz feszülése fokozódik, és ezért annak egy része a nagy feszülés helyéről a kisebb feszülés helye felé, a külső beosztott csőbe kerül, ott lehül és lecsapódik. Ha a hőforrást æthergőz venné körül, ennek kis mértékű felmelegedése volna a primaer folyamat és a cseppfolyós æthernek megfelelő része azután az átdestilláló æthergőz pótlására válnék gőzzé.

Az æther gőzzé átalakuló folyadékként azért alkalmas, mert párolgásmelege csekély, tehát aránylag sok párolog át belőle, fajhője is csekély, tehát könnyen felmelegszik, fajlagos térfogata pedig nagy (fajsúlya kicsiny, 0.7); viszont azonban az æther tudvalevően könnyen bomlik és idegen anyagokkal könnyen szennyeződik. Kísérleteimhez KAHLBAUM-tól származó æther<sup>1</sup> használtam, melyet LASSAR-COHN előírása szerint<sup>2</sup> vitzelenítettem. Meglehet, hogy az æthernél ebből a szempontból alkalmasabb anyagot használva, az eszköz érzékenysége is még tovább fokozható lesz.

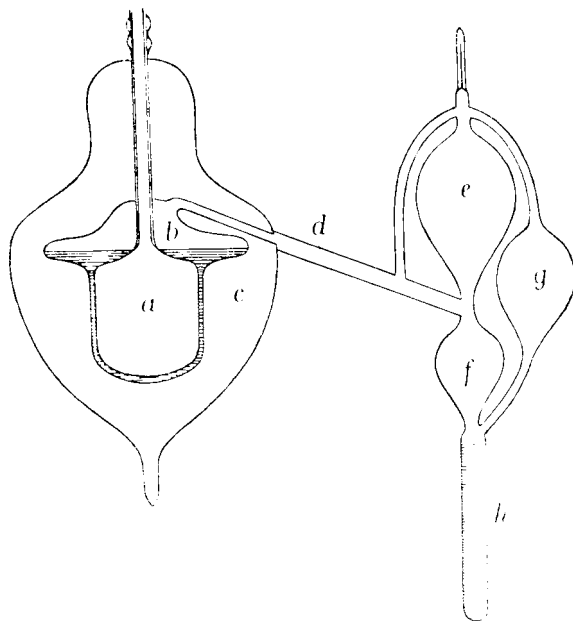
Fontos feltétel, hogy az ætherrel töltött rendszerben cseppfolyós és gőz alakú ætheren felül egyéb, nevezetesen levegő vagy valamely más gáznemű anyag ne legyen, mert a keletkező meleg ez esetben a gáz hőmérsékletét emelné egy kevéssé, a beosztott csőbe ez a gáz jutna át, ott lehülne és melegét lecsapódás

<sup>1</sup> «Über Natrium destilliert».

<sup>2</sup> LASSAR-COHN: Arb.-meth. f. organ. chem. Laborat. IV. kiad. Allgem. Teil. Voss. Hamburg, 1906. 267. l.

nélkül a vízfürdőnek átadva, a kettős falú üvegedénybe visszaszállna. Végeredményben tehát a hőátvitelt részben ennek a gáznak felmelegedése és lehülése és nem az æther párolgása és lecsapódása közvetitene.

Mint hogy a d'ARSONVAL eredeti vázolata alapján készített eszközben az ætherből a párolgási meleg és fajlagos térfogat alapján kiszámított mennyiségnek (35°-on 16 cm<sup>3</sup> æther 1000



I. ábra.

cal.-ként)<sup>1</sup> csak csekély tört része destillált át, a készülékeken a legkülönbözőbb módosításokat kellett végezni, míg megfelelő értékeket kaptam.

A calorimeter legjobbnak bizonyult alakját metszetben az I. sz. ábra vázolja. A készülék külső burkának (c) két fala belül ezüstözött. Az ábrán e, f és g-vel jelzett gömbök igen vékony falúak; g gömb a készüléken azonban nem is csak egy

<sup>1</sup> Erről az értékről lásd ebben az értekezésben a 485. lapot.

van, mint a hogy azt a metszetrajz ábrázolja, hanem három. Egy a metszet síkjában, egy másik attól hátrafelé, egy harmadik pedig attól előre  $90^\circ$ -nyira. A készüléknek ætherrel való megtöltése igen gondosan történt, hogy levegő ne maradjon benne; e célból a készülékbe annak evakuálása után æthert szittam be és ezt a műveletet többször megismételtem.

A kísérleteket nagy, kettős falú thermostatvizfürdőben végeztem  $35^\circ$ -on. Az egész thermostat térfogata kb. 850 L. volt, a belső vízfürdő pedig kb. 350 L. A hőmérsékletnek állandóan tartására a BOGDÁNDY leírta<sup>1</sup> toluolos hőmérséklet-szabályozó igen jól bevált. A hőmérséklet ingadozása a 2–10 óráig tartó kísérletek esetében  $0.001^\circ$ -nál kevesebb volt; a hőmérséklet hosszabb időközökben is még mindig kb.  $0.01^\circ$ -ig maradt állandónak. A thermostat két fala közötti űr is vízzel volt töltve; e vízmennyiség kis nyíláson át a belső fürdő vizével közlekedett. A hőmérséklet-szabályozót ennek a külső vízfürdőnek vizébe helyeztem. A külső és belső víztömeget elektromotorral hajtott keverő segítségével állandóan kevertem. Azt tapasztaltam, hogy a keverés, mint a helybeli hőmérsékletkülönbségek létesülésének meggátlása, még sokkal fontosabb, mint az egész rendszernek végig ugyanegy hőmérsékleten való tartása. Az osztályzatnak víz alatt való leolvasása derékszögben megtört fémcső segítségével történt, melynek felső végébe távesövet, a derékszögű megtörés helyére totalreflexiós prizmat, a vízszintes cső végére pedig üveglemezt illesztettem. Ugyanerre a csőre kis villamoskörte is volt erősítve, és pedig oly módon, hogy a beosztott cső a villamoskörte és a fémcső vízszintes szárának vége közé kerüljön.

Az előzetes kísérletekhez több eszközt kellett készíttetnem, míg a végleges alakhoz jutottam. E közben a következő momentumokra voltam tekintettel: a használt æther mennyiségére, a szintájra, a meddig a hőforrást cseppfolyós, és a honnét kezdve azt gázalakú æther veszi körül, az æthertartalmú burok vastagságára, az æther szabad, párolgó felületének nagyságára, a felmelegítendő folyadék mennyiségére, a használt üveg vastagságára, az oldalcsőnek kiindulási helyére és alakjára, az átpárolgó æther

<sup>1</sup> BOGDÁNDY J.: Magy. Orv. Arch. Új foly. 13. 150. (1912).

lehülését közvetítő felület nagyságára, és végül a hőforrást körülvevő æther közvetlen hővesztését akadályozó szigetelő réteg minőségére. Szigetelőként levegő vagy vacuum szerepelhet, a sugárzás ellen még ezüsttükörrel is védekezhetünk.

E különféle tényezők egynémelyikének befolyását számszerű adatokkal is illusztrálhatom. Az ez adatok gyűjtése céljából tervezett kísérletek ugyanoly módon történtek, mint a hogy a végleges eszközök kalibrálását végeztem. A közölt számadatoknak túlnagy jelentőség nem tulajdonítható, mert a mint látni fogjuk, ugyanaz a többé-kevésbé lényeges helyesbitést képviselő módosítás merőben más hatással lehet, ha hasonló rendeltetésű, de más természetű módosításokat ugyancsak alkalmazunk, vagy ha ilyeneknek egyidejű alkalmazását mellőzzük, és megint más hatással lehet a szerint, hogy a hőtermelés gyors-e vagy lassú.

A hőforrást két, teljesen hasonló eszköz közül a II. számúban (végleges típus) csupán cseppfolyós, a III. sz.-ban pedig csupán gőzalakú æther vette körül.<sup>1</sup> Az óránkénti 143 cal. termeléssel végzett kísérletek eredményét a következő számok adják: az utolsó hasáb azt magyarázza, hogy ha a III. sz. eszköz eredményét 100-nak vesszük, mennyi a II. sz.-é.

Az eszköz száma	æther $\frac{c}{m^3}$ 1000 cal.-ként	u. a. arányszámokban
III.	4·8	100
II.	14·4	300

E számok tehát tanusítják, hogy cseppfolyós æther-burokkal lényegesen jobb eredményt kapunk, mint gőzalakúval.

További összehasonlításokat még a VIII. sz. eszközzel végeztem, mely szintén a végleges típusnak felelt meg, és a VII. sz.-val, mely az előbbitől csak abban különbözött, hogy nem volt külön hűtőfelülete; a *d* oldalcső a beosztott függőleges csőbe (*h*) közvetlenül átment. Mind a két eszközt először levegő-

<sup>1</sup> Az ætherrel megtöltött edény (*b*) két alsó fala között ebben a készülékben a távolság nagy volt; az æther a fonéken maradt és a belső üreg (*a*) falát nem érte el.

burokkal és ezüstözés nélkül, másodszor vacuumburokkal és ezüstözés nélkül, harmadszor pedig vacuumburokkal és ezüstözéssel vizsgáltam, mindegyik esetben óránkénti 141--143 cal.-nyi hőtermeléssel. A hőszigetelés minősége a hűtőfelületnélküli VII. sz. eszközzel való dolgozás rendén úgy szólván hatástalan volt, a mennyiben 1000 cal.-ként sorjában 2·6, 3·1, 2·3 cm<sup>3</sup> æther kaptam. Az egyes tényezők befolyását a VIII. sz. eszközzel végzett kísérletek folyamán a következő táblázat adja:

	æther $\frac{cm^3}{1000 \text{ cal.-ként}}$	u. a. arányszámokban
Levegő	11·6	100
Vacuum	11·7	101
Ezüstözés	14·5	125

A legnagyobb hatással tehát a hűtőfelület nagysága van, a mennyiben a VIII. sz. eszköz a VII. sz.-hoz viszonyítva átlag 470%-nyi értékeket adott. A vacuumburok, szemben a levegőszigeteléssel, alig javít valamit, az ezüstözés azonban már számbajövő módon segít.<sup>1</sup>

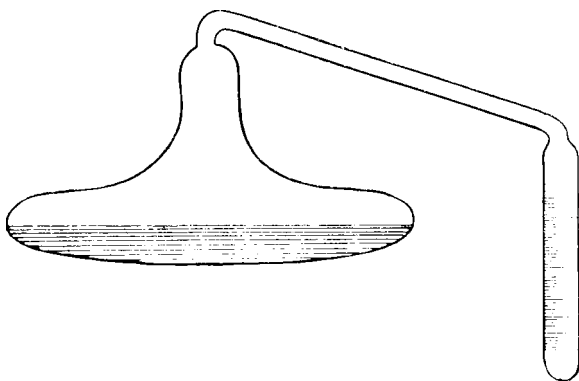
Az elektromos úton történt kalibrálás rendén a készülék belső üregét (a) 96%-os alkohollal töltöttem meg, a felső nyílást pedig a drótok mellett az alkohol párolgásának meggátlására jól elzártam. Hőforrásul constantán drótból készült sodronytekercs szolgált, a melyen elektromos áramot vezettem keresztül. A szobahőmérsékletű eszközt minden kalibrálási kísérlet előtt fel kellett kissé melegíteni; ebből a célból a sodronytekercsen keresztül addig bocsátottam elektromos áramot, míg az æther a külső beosztott csőben megjelent. A tulajdonképeni kísérletet több órával ezután indítottam meg. Az æthernek átpárolgása az erősebb caloriatermeléssel végzett kísérletekben nem szűnik meg a hőfejlesztés megszüntetésének pillanatában, hanem esetleg csak 1—2 órával utóbb.

A talált értékeket, a fent említett tájékoztató kísérletekét is, helyesbíteni kellett, mert a magára hagyott eszközben állan-

<sup>1</sup> Az ezüstözésnek a DEWAR-palackok szigetelésére való hatását már HILL méltatta. Journ. of physiol. 43. 261. (1911).

dóan visszafelé, vagyis kívülről befelé párolgott az æther, a II. sz. eszközben 100,000 mp.-ként 0·89, a VIII. sz.-ban 0·49 cm<sup>3</sup>-nyi értékben. Ezt a visszapárolgást legnagyobbbrészt az áram bevezetésére használt drótok útján való hővezetés okozza, mert az lényegesen kisebbé vált, ha a drótokat a vízfürdőbe behajtottam; a drótok az alkohol melegének egy részét a vízfürdőnél hűvösebb szoba<sup>1</sup> felé vezetik és ennek a melegnek pótlására az æther visszapárolgás útján a vízfürdő melegéből ugyanannyit hoz.

Az æther azonban e tényező kiküszöbölése után is szállt még visszafelé, és pedig a II. sz. eszközzel való kísérletezés ren-



2. ábra.

dén 100,000 mp.-ként 0·16, a VIII. sz. eszközzel való kísérletezés során pedig 0·25 cm<sup>3</sup> értékben. Ennek okát nehéz megadni. El lehetne képzelni, hogy a párolgás a külső æthertömeg kisebb felületéről történik a belső æthertömeg nagyobb felülete felé. Ennek megvizsgálására a 2. sz. ábrán látható eszközt készítettem, és ezt a fentemlített módon ætherrel megtöltve a vízfürdőbe helyeztem a II. sz. eszköz mellé, az utóbbinak dróttjait a vízbe hajtva. Az æther állása ebben a próbaeszközben 432,000 mp. múlva is változatlan maradt, míg a II. sz. eszközben ezen az időn belül 0·7 cm<sup>3</sup> æther párolgott visszafelé. Az említett körülmény tehát nem volt oka az æther visszapárolgásának. Nem

<sup>1</sup> A souterrainhelyiség hőmérséklete 23° körül ingadozott.

lehetetlen, hogy a visszapárolgás nagysága a beosztott csőben levő æther mennyiségétől és attól függ, hogy a hőforrást cseppfolyós æther, vagy æthergőz veszi körül.

A hőforrásként szereplő áram intenzitását SIEMENS-HALSKE milliampèremétere segítségével mértem; külön készíttettem hozzá az említett czég által shunt-sorozatot, melynek használatakor a legnagyobb kitérés (150 osztályrész) 15, 30 és 75 milliampèrenek felelt meg. A termelt caloriák számát a következő képlet alapján számítottam ki:

$$Q, 2389 \cdot r i^2 t.$$

Ebben  $r$ =ellenállás (OHM),  $i$ =intenzitás (ampère),  $t$ =idő (másodperc). A kalibrálás eredményeit a következő táblázat tünteti fel:

II. sz. eszköz		VIII. sz. eszköz	
cal óra	$\frac{cm^3}{1000}$ æther 1000 cal.-ként	cal óra	$\frac{cm^3}{1000}$ æther 1000 cal.-ként
8·0	10·5	8·2	12·9
15·5	10·6	—	—
31·4	12·7	31·3	13·3
63·4	13·6	63·4	14·1
143·3	14·4, 14·47	143·2	14·5
570·6	14·8	570·3	15·1

Látható tehát, hogy az 1000 cal.-ként átpárolgó æther mennyisége a hőtermelés erősbödésével fokozódik, de csak a legkisebb értéknek 1·2, illetve 1·4-szeresére, miközben az óránként termelt caloriák száma a legkisebb értéknek 71-szeresére jut. Annak megállapítása, hogy az ætherpárolgás maximuma mennyiben felel meg az elméleti alapon várható értéknek, azért ütközik nehézségbe, mert az æther párolgási hőjét nem ismerjük eléggé pontosan. A maximális érték (ANDREWS) alapján <sup>1</sup> 15·9, a minimális érték (RAMSAY-YOUNG) alapján pedig 17·0  $cm^3$  æthernek átpárolgására kellene számítanunk 1000 cal.-ként, az æther faj-súlyát 35°-on 0·696-nak véve.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LANDOLT BÖRNSTEIN: Physik.-chem. Tab. III. kiad. Springer. Berlin. 1905. 475. l.

<sup>2</sup> CLARK F. W.: A table of specific gravity. Macmillan. 1888. (Smithsonian Instit.) 197. l.

A leírt calorimeternek, a direct calorimetriának már felsorolt előnyein felül még az is az előnye, hogy a legkülönbözőbb hőmérsékleteken használható.<sup>1</sup> A cseppfolyós æther a készülék zárt rendszerében a felette levő megfelelő feszültségű æthergőzzel minden hőfokon egyensúlyban marad. Ez a feszültség az eszközben történő hőtermelés esetében még tovább gyarapszik, és az æther kifelé, a kisebb feszültség helye felé átszáll. E viszonyok gyakorlati jelentőségének megismerése érdekében több kísérletet végeztem 26·3, illetve 34·9°-on.<sup>2</sup> Az eredmény az volt, hogy mikor 34·9°-on 1000 cal.-ként 14·4 cm<sup>3</sup> æther párolgott át, óránkénti kb. 140 cal. termelése esetében, ugyanakkor 26·3°-on csak 13·2 cm<sup>3</sup> æther ment át a beosztott csőbe. A különböző hőmérsékleteken végzett kalibrálások eredményei között kisebb eltérésekre természetesen számítanunk kell azért is, mert az æthernek párolgási hője és fajsúlya a hőmérséklettel kevésbé változik. A készüléknek aránylag széles hőmérsékleti határokon belül való használhatósága annak némely esetben physikai-chemiai vizsgálatok keretében talán BUNSEN jégcalorimetre felett is előnyt fog biztosítani.

A rejtett hőt értékesítő calorimetereknek az élettani vizsgálódásra vonatkozóan amaz előnyüknek is kellene lenniök, hogy a kísérleti szervezet a kísérlet közben állandó hőmérsékleten van. E tekintetben kalibrálási kísérleteket végeztem oly módon, hogy a belső üregbe ( $\alpha$ ) hőmérőt helyeztem. A hőmérséklet az óránkénti 5—17 cal. termelésékor csak 0·1—0·2°-ot emelkedett, az óránkénti 50 cal. termelés esetében pedig 0·9°-ot nagyobbodott. A bacteriumokkal végzett kísérletekben alig számíthatunk ennél nagyobb hőtermelésre, és az ilyen kis hőemelkedéstől bátran eltekinthetünk. A belső folyadék hőmérséklete azonban erős hőtermelésékor lényegesen emelkedhetik, pl. 400 cal. — óra esetében több mint 7°-ot.

<sup>1</sup> LEFÈVRE: i. h. 84. és 153. l., nyilván a D'ARSONVAL által más alkalmommal leírt (Compt. rend. soc. biol.; 1888. 404.) ætherpárolgási calorimeterre gondolt, midőn azt mondta, hogy a párolgási calorimeterek csak a párolgás hőmérsékletén használhatók.

<sup>2</sup> Ezt és a következőkben ismertető kísérleteket kb. 50 liter viztartalmú thermostat-vizfürdőben végeztem.



A hőmérsékletnek a hőtermelés megszűntére következő visszaesése eleintén természetesen gyorsan történik, az első órában a hőkülönbségnek kb. 50–70%-a egyenlítődik ki; a kiegyenlítődés később lassúbb, miért is  $7\cdot 2^\circ$ -nyi hőmérsékletkülönbség esetén annak teljes elapadása kb. 10 óráig tart. E körülmény okozza, hogy az æther párologása valamivel erősebb hőtermelés esetén annak megszűntével nem ér mindjárt véget. Ez bacteriumokkal végzett kísérletekben azt jelenti, hogy a calorimeteren leolvasott hőtermelés ennek emelkedő szakaszában kissé nyugtottabb, mint a valóságban; a termelt caloriák végösszegében ez természetesen nem okoz hibát, sőt az említett csekely időbeli eltolódás is megfelelő számítás útján helyesbíthető.

Arról, hogy az itt ismertetett calorimeterrel végzett kísérletek a bacteriumok hőtermelésének kérdésében mily eredményt adtak, más alkalommal szándékozom beszámolni. Ezúttal annak illusztrálására, hogy az eszköz ilyen vizsgálódás céljára alkalmas, csupán néhány tájékoztató kísérletet ismertetek, a mely ismertetésből azonban egyben az a probléma is kitűnik, a melynek megoldását e kísérletektől tulajdonképen várom.

A reactióegyenletek alapján nem dönthető el, nem lehetne-e a sokféle bacterium között olyant is találni, melynek anyagforgalma endothermikus. A leírt calorimeterrel eddig megvizsgált folyamatok valamennyije a valóságban exothermikusnak bizonyult.<sup>1</sup> Legközelebbi feladatomban tehát annak tisztázása lesz, hogy valamilyen magában véve endothermikus részletfolyamat, a milyen pl. a denitrificatio, mely azonban az energiaforrásként szereplő organikus vegyületnek kapcsolatos oxydatiója révén végeredményben exothermikusvá válik, milyen körülmények között folyik le aránylag legkevesebb hőtermeléssel. Egyelőre azt vizsgáltam, hogy a denitrificatio 1%-os  $KNO_3$  oldatban sok vagy kevés organikus anyag jelenlétében történik aránylag kevesebb hőtermeléssel. A kísérleteket 1911 nyarán, BELJERINCK laboratoriu-

---

<sup>1</sup> Feltéve, hogy sikerül oly microorganismusra akadni, melynek anyagforgalma valóban nem exothermikus; természetesen külön kísérletek révén kell majd a leírt calorimeternek ilyen esetben való használhatóságáról meggyőződni.

mában Delft-ben kitenyésztett Bact. Stutzeri törzsével végeztem. Organikus táplálékul különböző töménységű szőlőcukoroldatokat alkalmaztam. Az eredmények 100 cm<sup>3</sup> oldatra átszámítva a következők voltak:

Czukor %	1 gr. KNO <sub>3</sub> elbontása közben termelt Cal.
1·0	1·31
2·0	1·46
5·0	1·49

Ez értékekből kiviláglik, hogy ha a bacteriumoknak több cukor van a rendelkezésére, azok ugyanannyi nitrát bontására több hőt termelnek, noha e fokozódás nem nagymértékű.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 május 19.-én tartott üléséből.)

# ADATOK A METHAEMOGLOBIN ISMERETÉHEZ.<sup>1</sup>

REINBOLD BÉLÁ-tól.

## ELMÉLETI RÉSZ.

A magasabbrendű állatok vörös vérfestéke, a haemoglobin, ill. oxyhaemoglobin, meglehetősen kevésbé állandó vegyület. Eltekintve attól az élettanilag fontos folyamattól, melyben az oxygenium résznyomásának emelkedésével a haemoglobin oxygenium felvételével oxyhaemoglobinná, ez pedig az oxygenium résznyomásának csökkenésével megint haemoglobinná alakul át, ez az anyag másképen is igen könnyen megváltozik. Ha a frissen kibocsátott vér néhány óráig test- vagy szobahőmérséken áll, oldatának szinképén megfelelő eljárással jellemző megváltozást vehetünk észre. Még kifejezettebb lesz ez a jelenség, ha a valami módon «haemolyzált» vért vagy a tisztán előállított oxyhaemoglobin oldatát hagyjuk bizonyos ideig 20 - 40 C°-on állani. A megváltozás első sorban abban nyilvánul, hogy a gyengén lúgos oldat skarlátvörös színe barnás meggypirosba csap át. Ha az ilyen oldatot gyengén és óvatosan megsavanyítjuk, a barnás árnyalat még kifejezettebb lesz. A lúgos oldat elnyelési szinképe egyszerű spektroszkópiummal vizsgálva a változatlan oxyhaemoglobin szinképétől alig különbözik. A HÜFNER-féle<sup>2</sup> elnyelési viszonyszám  $\left(\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}\right)$  azonban, mely tiszta oxyhaemoglobin-oldatokban 1:578, jóval kisebb lesz, közeledik e viszonyszámnak a

<sup>1</sup> A kolozsvári m. kir. Ferencz József tudományegyetem élet- és kórvégyni intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> G. HÜFNER: Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1894. 130.

methæmoglobinra jellemző értékéhez (1·185)<sup>1</sup> és az oldatnak levegővel való összerázása után sem emelkedik.<sup>2</sup> Ebből megállapíthatjuk, hogy az oxyhæmoglobin-oldatnak jelzett színváltozását az okozza, hogy az oxyhæmoglobin oldatának állása közben részben vagy egészben methæmoglobinná alakul át.

Methæmoglobin keletkezik az oxyhæmoglobinból mindig, ha valamely oxyhæmoglobin-oldat 0° hőmérsékleten felül áll, különösen azonban, ha beszárad. Éppen azért igen nehéz a kristályos oxyhæmoglobinnak változatlan állapotban való megszáritása. A kristályos oxyhæmoglobin egyébként állás közben szintén teljesen átalakul methæmoglobinná. Ismerünk egész sorozat anyagot, mely az oxyhæmoglobint kisebb-nagyobb tökéletességgel methæmoglobinná változtatja. Ilyenek a ferricyankalium, az ozon, a különböző nitritek (natriumnitrit, amylnitrit), a kalium hypermanganicum, a chlorsavas kalium, a hydroxylamin, a kaliumjodid, számos többvegyértékű phenol stb. Ezek közül csak az elsőnek és újabban a hydroxylaminnak<sup>3</sup> methæmoglobin-képző hatása volt behatóbb vizsgálatok tárgya, a többire nézve alig van kellően bizonyított adatunk.

A methæmoglobin keletkezését és az oxyhæmoglobinhoz való viszonyát HOPPE-SEYLER<sup>4</sup> figyelte meg először. Ennek a saját szerű anyagnak kémiai tulajdonságai felől azonban csak azután lehetett tájékozódni, hogy HÜFNER és OTTO<sup>5</sup> kristályos állapotban is előállította.

A methæmoglobinnak tulajdonságai közül ki kell emelnünk azt a negatívumot, hogy ritkított levegőben az oxyhæmoglobinnal ellentétben nem ad le oxygeniumot — molekulája tehát dissociatio útján lehasadó (O)-atomokat nem tartalmaz —, másfelől pedig molekuláris oxygeniumnak felvételére sem alkalmas. Minthogy összetétele ilyenformán az oxygenium résznyomásától

<sup>1</sup> R. v. ZEYNEK: Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1899. 460.

<sup>2</sup>  $\frac{\epsilon'}{\epsilon}$  csökkenése tehát nem redukált hæmoglobin jelenlététől függ.

<sup>3</sup> E. LETSCHE: Zeitschr. f. physiol. Chemie. 80, 412 (1912).

<sup>4</sup> F. HOPPE-SEYLER: Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1864. Nr. 53. Zeitschrift f. physiol. Chemie. 2, 149 (1878); 6, 166 (1882).

<sup>5</sup> G. HÜFNER u. J. S. OTTO: Zeitschr. f. physiol. Chemie. 7, 65 (1882).

független, nem is alkalmas arra, hogy az állati szervezet oxygenium-felvételét közvetítse, mint a hæmoglobin és oxyhæmoglobin.

Ezzel szemben figyelemre méltó az a körülmény, hogy míg az oxyhæmoglobin redukáló szerekkel szemben legfeljebb olyan oxydáló hatást fejt ki, mint a molekuláris oxygenium, addig a methæmoglobinnak oxydáló hatása valamivel erősebb.<sup>1</sup> Ammoniumsulfid hatására pl. mindkét anyag oxygeniumot veszít, csakhogy az oxyhæmoglobin valamivel nehezebben, mint a methæmoglobin. Fontos az, hogy e közben mindkét anyagból ugyanaz a vegyület, t. i. redukált hæmoglobin keletkezik, mert ebből a körülményből kitűnik, hogy a redukált hæmoglobin, az oxyhæmoglobin és a methæmoglobin egymással közeli vonatkozásban áll, egymásba elég könnyen átalakítható és hogy annak a biológiai különbségnek, mely az oxyhæmoglobin és a methæmoglobin között a molekuláris oxygeniummal szemben való viselkedésük tekintetében fennáll, nem valami mélyreható szerkezeti különbség felel meg. Az oxyhæmoglobin és a methæmoglobin szerkezetében levő különbség felderítése az elsőrendű biológiai fontosságú feladatok közé sorolható.

Ha olyan anyaggal állunk szemben, mint a hæmoglobin, melynek élettani feladata éppen az oxygenium felvétele és továbbvitele és a melyről tudjuk, hogy egy molekulája két atom oxygeniummal egyesül «lazán», akkor természetes, hogy az ismeretlen származékot első sorban abból a szempontból fogjuk megvizsgálni, hogy vajjon kevesebb, ugyanannyi, vagy több oxygenium van-e benne, mint az ismert származékban, és ez az oxygenium milyen viszonyban van az anyavegyület és a származék közös magjához.

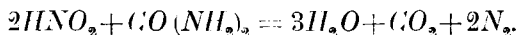
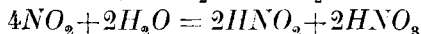
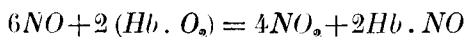
Ezek a kérdések merültek fel már a methæmoglobinnak első észlelője HOPPE-SEYLER F. előtt is, ki bizonyos jelenségek alapján annak a nézetének adott kifejezést, hogy a methæmoglobin a redukált hæmoglobinnak alacsonyabb oxydja, mint az oxyhæmoglobin.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> J. HALDANE: The Journal of Physiology. 22, 298 (1898).

<sup>2</sup> HOPPE-SEYLER F.: Zeitschr. f. physiol. Chemie 2, 149 (1878).

Ezzel szemben JÄDERHOLM<sup>1</sup> abból kiindulva, hogy a methæmoglobin az oxyhæmoglobinból oxydáló szerek, ferricyankalium stb. hatására keletkezik, a methæmoglobint magasabb oxydnak, «peroxyhæmoglobinnak» tekintette. Ez a felfogás HÜFNER és KÜLZ<sup>2</sup> alább méltatandó kísérletei, valamint ZEYNEK<sup>3</sup> vizsgálódásai alapján, melyekből kitűnt, hogy a kérdéses oxydáló szerek hatására az oxyhæmoglobin molekuláris *oxygenium felszabadulása közben* alakul át methæmoglobinná, teljesen megdőlt. Legújabbán LETSCHE<sup>4</sup> szolgáltatott a JÄDERHOLM-féle felfogással szemben bizonyítékot, melyről még részletesebben lesz szó. Másrészt az is nyilvánvaló, hogy a methæmoglobinnak több oxygeniumot kell tartalmaznia, mint a redukált hæmoglobinnak, minthogy az utóbbi belőle redukálás útján előállítható. HÜFNER<sup>5</sup> vizsgálataiból tudjuk, hogy az oxyhæmoglobinnak egy *Fe*-atomot tartalmazó molekuláris mennyisége egy légköri vagy ennél magasabb nyomáson egy molekula, vagyis két atom oxygeniumot tart «laza» kötésben. A fennebbiek értelmében tehát csak az lehet kétséges, hogy, ha a redukált hæmoglobint úgy az oxyhæmoglobin, mint a methæmoglobin változatlan törzsének tekintjük, ez utóbbiban az oxyhæmoglobin mindkét «laza» oxygenium atomjának megfelelő mennyiségű, tehát ugyancsak két atom oxygenium kapcsolódik-e e törzshöz, vagy csak félannyi. Már fennebb szó volt arról, hogy HOPPE-SEYLER F. a methæmoglobint az oxyhæmoglobinhoz viszonyítva suboxydnak tekintette.

HÜFNER és KÜLZ úgy találta, hogy a methæmoglobin, ha carbamiddal kevert vizes oldatát nitrogenoxyddal kezeljük, ebből éppen annyi  $N_2$ -t tesz szabaddá, mint az oxyhæmoglobinnak megfelelő mennyisége azonos viszonyok között. E két szerző e folyamatot a következő kémiai egyenletekkel magyarázza:



<sup>1</sup> A. JÄDERHOLM: Zeitschr. f. Biol. 13, 193 (1877); 16, (1880).

<sup>2</sup> G. HÜFNER u. R. KÜLZ: Zeitschr. f. physiol. Chemie. 7, 336 (1883).

<sup>3</sup> R. v. ZEYNEK: Archiv f. Anat. u. Physiol. 1899, 460.

<sup>4</sup> E. LETSCHE: Zeitschr. f. physiologische Chemie. 80, 412. (1912).

<sup>5</sup> G. HÜFNER: Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1894, 130.

Szerintük ebben az egyenletsorozatban  $Hb \cdot O_2$  oxyhæmoglobint vagy methæmoglobint jelenthet, a miből azt következtetik, hogy a methæmoglobinban az oxyhæmoglobin «laza» oxygeniumának megfelelő mennyiségű oxygenium van szilárdabb kapcsolódásban ugyan, mint az oxyhæmoglobinban, de  $NO$  által még mindig kizorítható állapotban.

HALDANE<sup>1</sup> HÜFNER és KÜLZ felfogásához csatlakozva, a methæmoglobint az oxyhæmoglobinnal teljesen isomer vegyületnek tekinti és feltételezi, hogy a «laza» oxygenium két atomja, mely az oxyhæmoglobinban peroxyd módjára kapcsolódik a törzshöz

$(Hb \begin{matrix} \diagup O \\ | 1 \\ \diagdown O \end{matrix})$ , a methæmoglobin molekulájában különváltan 2—2 vegyértékkel fűződik hozzá  $(Hb \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{matrix})$ . Meg kell említenünk, hogy

e föltevés értelmében a « $Hb$ » törzsben is két rejtett vegyérték felszabadításával járó változásnak kellene végbemennie.

Ugyancsak a HÜFNER és KÜLZ-féle felfogás alapján állította fel ZEYNEK<sup>2</sup> hypotheticus methæmoglobin-képletét. Hypothesiséhez felhasználta azt az észleletet is, hogy a methæmoglobin indicatorok, illetve gyenge savak módjára viselkedik. Szabad alkali nem tartalmazó vagy gyengén savanyú özbarna oldata ugyanis szabad alkali hozzáadására barnás meggypirossá változik. ZEYNEK e jelenség alapján feltételezte, hogy az oxyhæmoglobin «laza» oxygeniumának megfelelő oxygenium a methæmoglobinban  $OH$ -csoportok formájában volna jelen, és a methæ-

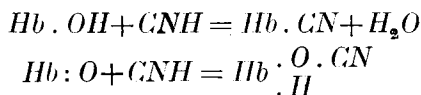
moglobin szerkezete  $Hb \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{matrix}$  lehetne. ZEYNEK e felfogásához maga HÜFNER is csatlakozott.

A methæmoglobin származékaira irányuló vizsgálatok során a HÜFNER-KÜLZ-féle nézettel szemben olyan tények derültek ki, melyek az eredeti HOPPE-SEYLER-féle felfogás javára szólnak. Többek közt maga ZEYNEK állapította meg, hogy 1 *Mol.* methæmoglobin cyanhydrogeniummal kezelve csak egy  $CN$ -csoportot

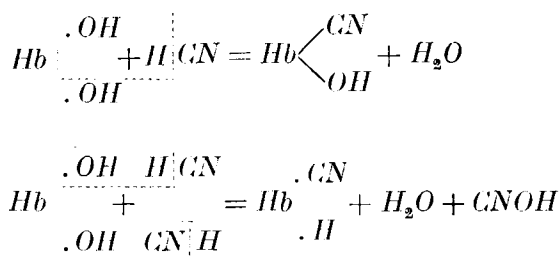
<sup>1</sup> HALDANE: Journal of Physiology. 22, 301 (1898).

<sup>2</sup> R. v. ZEYNEK: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1899, 460.

vesz fel,<sup>1</sup> a mi nehezen volna érthető, ha a CN-csoport felvételére a methæmoglobin molekulájában két *egyforma* értékű OH-csoport állna rendelkezésre, mint a hogy azt ZEYNEK előbb említett hypothezisében feltételezi. Egy CN-csoport felvételét jól lehetne magyarázni a következő hypotheticus egyenletekkel:



Mindazonáltal például a következő eshetőségeket sem lehet teljesen kizárni:



Eltételezve ez utóbbi többé-kevésbé erőltetett feltevésektől, bizonyító értéket ZEYNEK leletének azért nem tulajdoníthatunk, mert az oxyhæmoglobinból, melyben pedig két lazán kötött oxygenium-atom jelenléte kétségtelen, ugyanaz a cyanhæmoglobin keletkezik, mint a methæmoglobinból.

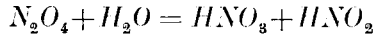
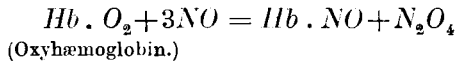
KÜSTER<sup>2</sup> a hæmatinra vonatkozó tanulmányai alapján ama föltevés mellett érvel, hogy a methæmoglobin molekulájában az oxyhæmoglobin «laza» oxygeniumainak csak egyike foglal helyet. Reámutat arra, hogy az a jelenség, melyet HÜFNER és KÜLZ döntő bizonyítéknak tekintett a mellett, hogy a methæmoglobinban az oxyhæmoglobin «laza» oxygeniumának megfelelő mennyiségű oxygenium volna jelen, másképen is magyarázható. Szerinte az a jelenség, hogy a methæmoglobin és az oxyhæmoglo-

<sup>1</sup> ZEYNEK: Zeitschr. f. physiol. Chemie. 33, 426 (1901).

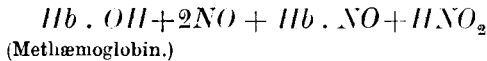
<sup>2</sup> W. KÜSTER: Zeitschr. f. physik. Chemie. 61, 65 (1910).



bin azonos mennyiségei carbamid jelenlétében nitrogenoxyddal kezelve azonos mennyiségű szabad nitrogeniumot fejlesztenek, jól összeegyeztethető azzal a föltevással, hogy a methaemoglobinban a «Hb» törzsszel csak egy oxygenium, helyesebben egy OH csoport kapcsolódik. Ugyanis:

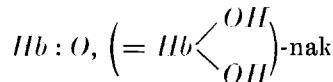


vagy



Látható, hogy mindkét esetben egyforma mennyiségű salétromsav keletkezik, mely carbamiddal reagálva egyforma mennyiségű  $\text{N}_2$ -t fog fejleszteni.

Legújabbán LETSCHE<sup>1</sup> kimutatta, hogy az oxyhaemoglobin hydroxylamin hatására methaemoglobinná alakul át és e közben nem  $\text{O}_2$ , hanem  $\text{N}_2$  válik szabaddá és ezzel kétségtelenül beigazolta, hogy a hydroxylamin az oxyhaemoglobinnal szemben nem oxydáló, hanem redukáló szerként viselkedik. A methaemoglobin ennek megfelelően a Hb-törzsnek alacsonyabb oxydja kell legyen, mint az oxyhaemoglobin. Ez a lelet fontos bizonyíték a JÄDERHOLM ( $\text{Hb} \cdot \text{O}_{2+x}$ ) és a HALDANE ( $\text{Hb} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \diagdown \diagup \\ \text{O} \end{smallmatrix}$ ) féle felfogással szemben, nem nyújt azonban támpontot annak eldöntésére, hogy a methaemoglobin



vagy



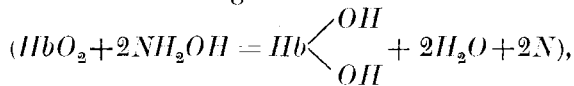
-nak tekintendő-e.

LETSCHE, minthogy két kísérletében úgy találta, hogy 1 Mol.

---

<sup>1</sup> D. LETSCHE i. h. A kísérletsorozat, melyet itt közölni óhajtok, 1912 május havában, tehát LETSCHE idevágó dolgozatának közlése előtt be volt fejezve.

oxyhæmoglobinnak methæmoglobinná változtatásához 2 Mol. hydroxylaminra van szükség

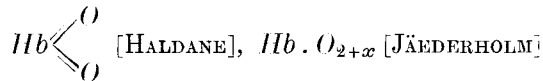


inkább az első lehetőség mellett hajlandó állást foglalni, mint-hogy a másik esetben

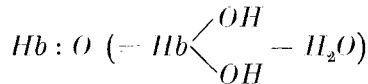


egyenlet értelmében 3 Mol. hydroxylaminnak kellene egy Mol. oxyhæmoglobinnal reagálnia. A felszabaduló  $N_2$  mennyiségének meghatározása azonban bizonytalan adatokat szolgáltatott, úgy hogy a fenti következtetés még nem tekinthető véglegesnek.<sup>1</sup>

Ha a kérdést összefoglalva még egyszer áttekintjük, látjuk, hogy az a föltevés, hogy a methæmoglobin a *Hb*-törzs ugyan-azon, vagy magasabb oxydjának felelne meg, mint az oxyhæmoglobin:



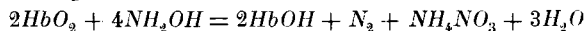
tarthatatlan. Eldöntetlen még, hogy az oxydálás foka



vagy *Hb.HO* képletnek felel-e meg.

E kérdés eldöntéséhez az oxyhæmoglobin és ferricyankalium között végbemenő reakció mennyiségi viszonyainak tanulmányozásától reméltem adatokat. E reakció a methæmoglobin keletkezésével járó folyamatok közül már eddig is legtöbbször volt tanulmány tárgya. ZEYNEK<sup>2</sup> pontosan megállapította, hogy a ferricyankaliumnak fölös mennyisége 1 Mol. oxyhæmoglobin-

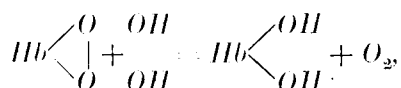
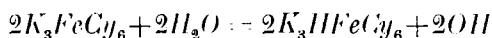
<sup>1</sup> Jegyzet a korrektura alkalmával HEUBNER W. szerint a következő folyamat is elképzelhető:



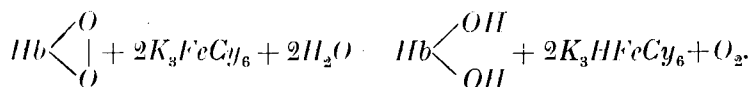
Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmakol. 7? 263. 1913.

<sup>2</sup> R. V. ZEYNEK: Arch. f. Anat. u. Physiologie 1899. 460.

ból egy Mol. oxygeniumot szabadít fel. Fölötte valószínűnek kell tartanunk, hogy e reakció alkalmával az oxyhæmoglobin «laza» oxygeniuma száll el, és pedig nemcsak azért, mert ezzel mennyiség tekintetében teljesen megegyezik, hanem azért is, mert CO-hæmoglobinból, melyben a «laza»  $O_2$  helyét CO foglalja el, ferricyankalium hatására CO száll el. E folyamatban a ferricyankalium oxydáló szerként szerepel; ZEYNEK kétségtelenül kimutatta, hogy a reagáló ferricyankalium a folyamat közben ferrocyaniddá redukálódik. ZEYNEK a folyamatot a következő hypothetikus egyenlettel szemlélteti:



vagyis összevonva

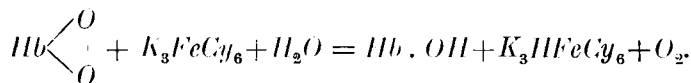


Ennek az egyenletnek alapja az a föltevés, hogy a methæmoglobin az oxyhæmoglobin két laza oxygenium-atomjának helyén két OH csoportot tartalmaz.

Mínthogy azonban a reakció mennyiségi viszonyai a felszabaduló oxygeniumnak az oxyhæmoglobinhoz való viszonyán kívül még nincsenek felderítve, a reakciót azzal a feltevéssel,

hogy a methæmoglobin nem  $Hb \begin{array}{l} \diagup OH \\ | \\ \diagdown OH \end{array}$ , hanem  $Hb \cdot OH$ , a követ-

kezőképen is lehet értelmezni:

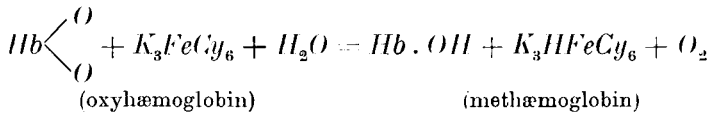


A fennebbi két egyenlet összehasonlításából kitűnik, hogy a reakcióban résztvevő ferricyankalium mennyiségéből a

methæmoglobin hydroxyljainak számára következtetést lehet vonni.<sup>1</sup>

Alább részletesen ismertetendő kísérleteimben megvizsgáltam, hogy vajjon a reakció az oxyhæmoglobin és a ferricyankalium között valóban a stöchiometria szabályai szerint megyen-e végbe és hogy vajjon egy vagy két Mol. ferricyankaliumra van-e szükség ahhoz, hogy fölös mennyiségű oxyhæmoglobinnál 1 Mol. methæmoglobin keletkezzék, illetőleg 1 Mol.  $O_2$  szabaduljon fel. Kísérleteimből kiténik, hogy az oxyhæmoglobin, ferricyankalium, methæmoglobin és felszabaduló oxygenium között stöchiometriás viszony van, mely szerint 1 Mol. oxyhæmoglobint 1 Mol. ferricyankalium 1 Mol  $O_2$  felszabadulása közben 1 Mol. methæmoglobinná alakít át. Ezt a körülményt jól lehet egyeztetni azzal a feltevéssel, hogy a methæmoglobinban a Hb törzshöz — úgy mint azt KÜSTER képzei — 1 OH csoport kapcsolódik.

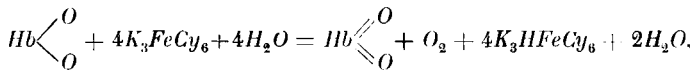
Az oxyhæmoglobin és ferricyankalium között végbemenő reakció ezek szerint a következőképen értelmezendő:



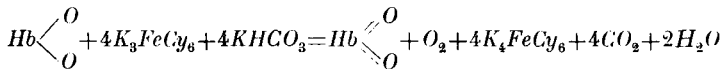
Arra, hogy a reakcióban keletkező ferrocyanid éppen  $\text{K}_3\text{HFeCy}_6$ , közvetlen bizonyítékunk nincsen. Ferrocyanid keletkezését azonban kétségtelenül ki lehetett mutatni.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a fenti

<sup>1</sup> A HALDANE-féle felfogás  $\left( \text{Hb} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} \right)$  értelmében



illetőleg

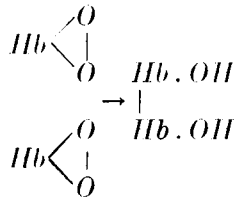


(HALDANE) egyenlet szerint 1 Mol. oxyhæmoglobinnal 4 Mol. ferrocyanidnak kellene reagálnia.

egyenletben a *Hb*-törzs a methaemoglobinban *egy*, az oxyhaemoglobinban *két* vegyértékkel szerepel. Egyelőre semmi biztos adatunk sincs arról, hogy a  $Hb \begin{matrix} \diagup O \\ | \\ \diagdown O \end{matrix} \rightarrow Hb.OH$  képletessel jelezhető átalakulás folyamán a *Hb*-törzs egyik vegyértékével mi történik.

KÜSTER feltételezi, hogy a *Hb*-törzsben, mely *R*-gyökből és egy *Fe*-atomból áll, ez utóbbi a redukált haemoglobinban két vegyértékű ( $R > Fe$ ), a methaemoglobinban 3 vegyértékű ( $R > Fe - OH$ ) volna, az oxyhaemoglobinban pedig vegyértékői egy mellékegyértékkel ( $R > Fe \begin{matrix} \diagup O \\ | \\ \diagdown O \end{matrix}$ ) 4-re szaporodnának.

Ez a feltevés még további kísérleti bizonyítékot igényelne. Számolnunk kell e mellett azzal a közelfekvőnek látszó lehetőséggel is, hogy a methaemoglobin keletkezése alkalmával két *Hb*-törzs a felszabaduló vegyértékekkel egymáshoz kapcsolódhatnak.



E feltevés értelmében a methaemoglobin molekulája körülbelül kétszer akkora kellene hogy legyen, mint az oxyhaemoglobiné.

A kérdés a HÜFNER és GANSNER által az oxyhaemoglobin molekulásúlyának meghatározására oly szép sikerrel használt oszometriás eljárás segélyével valószínűleg eldönthető; erre vonatkozó kísérletek már folyamatban vannak.

#### KÍSÉRLETI RÉSZ.

Az oxyhaemoglobin, ferricyankalium és methaemoglobin közötti stöchiometriás viszony megállapítására három mód látszott alkalmasnak a következő alapelvek szerint:

1. *Dialyzises (ill. ultrafiltrációs) módszer.* Ha oxyhæmoglobint vizes vagy gyengén alkalikus oldatban fölös mennyiségű ferricyankaliummal kezelünk, az oxyhæmoglobinnak teljes mennyisége methæmoglobinná, a ferricyankaliumnak egy része ferrocyaniddá alakul át. Ha az alapoldat oxyhæmoglobintartalmát ismerjük, a reakciókeverékben pedig a ferrocyanidok mennyiségét meghatározzuk, az oxyhæmoglobinnak és ferricyankaliumnak egymással reagáló mennyiségeit kiszámíthatjuk.

2. *Spektrophotometriás módszer.* Ha fölös mennyiségű oxyhæmoglobint vizes, ill. gyengén alkalikus oldatban elégtelen mennyiségű ferricyankaliummal kezelünk, akkor az oxyhæmoglobinnak csak egy része fog methæmoglobinná alakulni. Ha a reakció-keverékben a methæmoglobin mennyiségét megállapítjuk, vagy meghatározzuk, hogy a reakció alatt az oldat oxyhæmoglobintartalma a methæmoglobin javára milyen mértékben csökkent, az oxyhæmoglobinnak és ferricyankaliumnak egymással reagáló mennyiségét kiszámíthatjuk.

3. *Gázméréses módszer.* Ha fölös oxyhæmoglobint vizes oldatban elégtelen ferricyankaliummal kezelünk és a felszabaduló oxygenium mennyiségét megmérjük, akkor — tekintve, hogy egy Mol. oxyhæmoglobinnól methæmoglobinná alakulása közben 1 Mol.  $O_2$  szabadul fel — a ferricyankalium és oxyhæmoglobin egymással reagáló mennyiségét kiszámíthatjuk.

E három út közül az első az előzetes kísérletek során nem bizonyult célravezetőnek. A ferrocyanidok ferricyanidok jelenlétében való meghatározásának ismert nehézségei fokozódtak azzal, hogy e sókat a reakciókeverék többi alkotórészétől, nevezetesen a methæmoglobintól, el kellett választani. A különválasztást sem dialyzissel, sem ultrafiltrálással nem sikerült a megkívánt pontossággal végrehajtani, az eredmények nagy mértékben ingadoztak.

A dialysatumban és ultrafiltratumban ferrocyanid jelenlétét réz-sulfattal, vagy ferrichloriddal kétségtelenül ki lehetett mutatni.

A spektrophotometriás módszer lényeges és legkényesebb része az oxyhæmoglobinnak mennyiségi meghatározása a kísérlet elején, valamint az oxyhæmoglobinnak s methæmoglobin-

nak egymás mellett való mennyiségi meghatározása a kísérlet végén. A vérfestékek mennyiségének megállapítására való eljárások közül a HÜFNER-féle spektrophotometeres eljárást választottam, mint olyant, mely az oxyhæmoglobinnak és methæmoglobinnak egymás mellett való meghatározására ez idő szerint egyedül alkalmas.

Az eljárás alapelvét tudvalevőleg

$$c = A\varepsilon$$

egyenlet fejezi ki, melyben  $c$  az 1 cm<sup>3</sup> oldatban foglalt vérfesték grammokban kifejezett mennyiségét,  $\varepsilon$  a színekép bizonyos tájékán megállapított fénykioltást,  $A$  pedig egy állandót jelent. Ez az állandó, az absorptio-hányados, a vérfestékoldat töménységétől bizonyos mértékig független, ellenben függ a vérfesték fajtától és a fénysugarak hullámhosszúságától.

Az absorptio-hányados értékét HÜFNER és tanítványai a színekép két tájékára, u. m. az 554—565  $\mu\mu$  és az 531·5—542·2  $\mu\mu$  hullámhosszúságára vonatkozólag különböző vérfestékoldatokkal meghatározták.

Mintogy azonban újabban BUTTERFIELD<sup>1</sup> reámutatott arra, hogy ez a fontos állandó a különböző spektrophotometereket illetőleg ezek beállítása szerint is változhatik, értékét a rendelkezésemre álló spektrophotometerrel lényegileg a HÜFNER<sup>2</sup> által javasolt eljárást követve, magamnak is meg kellett állapítanom.

## SPEKTROPHOTOMETERES KISÉRLETEK.

### Az absorptio-hányados meghatározása.

Friss lóvérből a HÜFNER intézetében alkalmazott módszer szerint<sup>3</sup> kristályos oxyhæmoglobint állítottam elő és ezt kiforalt lepárolt vízből, alkohol alkalmazásával három ízben átkris-

<sup>1</sup> E. E. BUTTERFIELD: Zeitschrift f. physiol. Chemie. 62. 173 (1909).

<sup>2</sup> G. HÜFNER: Archiv. f. Anatomie u. Physiologie. 1894. 140.

<sup>3</sup> K. BÜRKER: Tigerstedts Handbuch d. physiologischen Methodik. Leipzig, 1910. 2. 93.

tályosítottam. Az utolsó átkristályosítás alkalmával nyert kristálypépet az anyalúg teljes eltávolítása nélkül kevés vízzel hig péppé kevertem fel és külön erre a célra készült mérő- és száritóedénykébe juttattam, melynek súlyát előre megállapítottam. Az edénykét a hig péppel együtt újból megmértem, a pépet gondosan felkevertem és pipettával belőle több részletet kivettem, minden részlet eltávolítása után pontosan megállapítván a megmaradó rész súlyát. Természetesen a legnagyobb gondom volt arra, hogy a kivett részletek összetétele, illetőleg vérfestéktartalma az átlagnak lehetőleg teljesen megfeleljen. Kisebb eltérések esetleg hibákat okozhattak; hogy ezeket ellensúlyozzam, sohasem elégedtem meg egy kivett próbának megvizsgálásával, hanem több részletet vizsgáltam és az eredmények középértékét vettem számításba.

A vázolt eljárással az oxyhæmoglobin-kristálypépet egy nagyobb és több kisebb, ismert súlyú részre osztottam. A kis részleteket 1%-os  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oldatban azonnal feloldottam és az oldatnak fénykioltási hányadosát ( $\epsilon$ ) megfelelő hígítás után spektrophotometerrel mindkét HÜFNER-féle színképi tájékon lehetőleg azonnal megállapítottam.

A spektrophotometeres megvizsgálásra szánt anyagot az alatt a rövid idő alatt, míg a sor rákerülhetett, jég között tartottam.

Az  $A$  értékének kiszámításához szükséges másik adatot, t. i. az oldatok vérfestéktartalmát úgy határoztam meg, hogy az oxyhæmoglobin-kristálypépnek a mérő-száritó edényben maradt részét  $\text{H}_2$ -áramban előbb alacsony hőmérséken, később a toluol forrásának hőmérsékletén ( $110^\circ \text{C}$ ) súlyállandóságig beszárítottam.

A száraz maradék súlyának a beszárított pép mennyiségéhez való viszonyából az  $\epsilon$  és  $\epsilon'$  meghatározásához használt kristálypépben foglalt szilárd, illetőleg oldott anyag mennyiségét könnyű volt kiszámítani. Ezt az értéket (tisztán előállított oxyhæmoglobinnról lévén szó) a spektrophotometeres megvizsgálásra szánt oldat oxyhæmoglobintartalmával egyezőnek tekinthettem és belőle, valamint az oldat térfogatából  $c$  értékét ( $1 \text{ cm}^3$  oldószerben oldott  $Hb$ ) megismerhettem. Ebből az értékből pedig,



valamint a fényoltás fokából az absorptio-hányados értéke  $\frac{c}{\epsilon} = A$  egyenlet alapján kiszámítható.

E meghatározásokhoz friss lóvérből két izben állítottam elő oxyhæmoglobint (*A*, *B*), ezt mindkét alkalommal háromszor kristályosítottam át. Az absorptiohányadost úgy a kétszer (I), mint a háromszor (II) átkristályosított anyaggal megállapítottam. A fennebb említett kristályos pépből mindenik esetben két-két részletet vettem ki (1—2),<sup>1</sup> ezeknek oldatából pedig a spektrophotometeres megvizsgáláshoz minden esetben 2—2 különböző mértékben hígított oldatot (*a*, *b*) készítettem.

Hogy meggyőződést szerezsek arról, vajjon anyagom a kétszeri átkristályosítással csakugyan kellően megtisztult-e, a második alkalommal előállított oxyhæmoglobint megvizsgált két frakcióját, víztartalmának megállapítása után, NEUMANN szerint elhamvasztottam és a hamuoldatnak *Fe*-tartalmát ugyancsak NEUMANN szerint meghatároztam. E meghatározások szerint a kétszer átkristályosított oxyhæmoglobint 0·339%, a háromszor átkristályosított oxyhæmoglobint 0·331% *Fe*-t tartalmazott. A megvizsgált oxyhæmoglobint tehát a *Fe*-meghatározások alapján megfelelő tisztának tarthattam.

E kísérletek számadatait a következő táblázat mutatja:

---

<sup>1</sup> A harmadik átkristályosításból kivett részletek egyike kárbamént, a másik részletből pedig csak egy hígítást készítettem.

I. táblázat.

	<i>Kp.</i>	<i>Szm.</i>	<i>s</i>	<i>g</i>	<i>n</i>	<i>v</i>	$\epsilon$	$\epsilon'$	$\frac{\epsilon'}{\epsilon}$	$A_0$	$A_0'$
A. I. 1 a	10·1936	2·1138	0·6641	0·1374	$\frac{7}{1}$	20	0·466	0·730	1·567	0·00 2111	0·00 1347
b					$\frac{6\cdot5}{1}$		(0·486)	(0·754)	(1·551)	(0·00 2179)	(0·00 1405)
2 a			0·8612	0·1782	$\frac{8}{1}$	20	(0·544)	(0·865)	(1·665)	(0·00 2052)	(0·00 1290)
b					$\frac{8\cdot5}{1}$		(0·505)	(0·813)	(1·686)	(0·00 2080)	(0·00 1292)
II. 2 a	10·8111	2·0336 1·1030	0·7804	0·1468	$\frac{6}{1}$	20	0·593	0·935	1·577	0·00 2063	0·00 1308
B. I. 1 a	3·3430	<i>Fe-tartalma</i> 0·339%	0·2591	0·0857	$\frac{6}{1}$	15	0·440	0·707	1·570	0·00 2158	0·00 1343
b					$\frac{5}{1}$		0·530	0·827	1·560	0·00 2150	0·00 1378
2 a			0·1410	0·0465	$\frac{4}{2}$	20	0·554	0·875	1·579	0·00 2099	0·00 1329
b					$\frac{3\cdot5}{2}$		(0·665)	(1·027)	(1·544)	(0·00 1995)	(0·00 1294)
II. 1 a	16·9498	2·8346 <i>Fe-tartalma</i> 0·331%	1·3346	0·2232	$\frac{11}{1}$	15	0·636	1·003	1·577	0·00 2127	0·00 1349
b					$\frac{10}{1}$		(0·707)	(1·130)	(1·598)	(0·00 2105)	(0·00 1317)
2 a			1·9934	0·3334	$\frac{11}{1}$	20	0·748	1·192	1·594	0·00 2026	0·00 1271
b					$\frac{12}{1}$		0·687	1·086	1·581	0·00 2022	0·00 1282

**Magyarázat:** *Kp.* = A száraz maradék meghatározására szánt kristálypép súlya. — *Szm.* = *Kp.* száraz-maradéka. — *s.* = A spektrophotométeres vizsgálatra szánt kristálypép súlya. — *g.* = *s.* száraz-maradéka  $\frac{s \cdot Szm.}{Kp.}$ . — *v.* = Az *s* gr. kristálypépet tartalmazó oldat térfogata. — *n.* = A hígítás mértéke, melylyel *v* oldat a spectrophotométeres megvizsgálásához előkészítettett. —  $\epsilon$  = A fénykioltási kitevő az első *Hüfner*-féle szinképi tájékon. =  $\epsilon'$  = Ugyanaz a második *Hüfner*-féle szinképi tájékon. —  $\frac{\epsilon'}{\epsilon}$  = A fénykioltás viszonyyszáma. —  $A_0$  = Az absorptio viszonyyszáma az első *Hüfner*-féle szinképi tájékon oxyhämoglobinra vonatkoztatva =  $\frac{g \cdot v}{n \cdot v \cdot \epsilon}$ , ill.  $\frac{s \cdot Szm.}{Kp. \cdot n \cdot v \cdot \epsilon}$ . —  $A_0'$  = Ugyanaz a második *Hüfner*-féle szinképi tájékon =  $\frac{g \cdot v}{n \cdot v \cdot \epsilon'}$ , ill.  $\frac{s \cdot Szm.}{Kp. \cdot n \cdot v \cdot \epsilon'}$ .

E táblázat adatai nem mind értékesíthetők. HÜFNER-nek és iskolájának számos vizsgálatából tudjuk, hogy a tiszta oxyhaemoglobin fénykioltási hányadosa  $\left(\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}\right)$  igen állandó; szabályos értéke 1·578, melytől jelentékeny fokban nem szokott eltérni. A fenti táblázat adataiból ki kellett zárnom mindazokat, melyekben e hányados értéke a jelzett számtól nagyobb fokban eltért, mert feltehetjük, hogy ezekben az esetekben vagy a vérfesték-oldat változott meg, vagy valami kísérleti hiba történt. Ezeket a számokat, melyeket a táblázatban zárjel közé foglaltam, a további számításokban nem szerepeltettem. A megmaradó adatokból

$$A_0 = 0\cdot002095; A'_0 = 0\cdot001326.$$

Mint hogy a két érték között a viszony  $\frac{A_0}{A'_0}$  nem felel meg pontosan a HÜFNER-féle fénykioltási hányadosnak

$$\left(\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{A_0}{A'_0} = 1\cdot578\right),$$

az eltérés azonban a kísérleti hiba határain belül fekszik, javítás céljából  $\frac{A_0}{A'_0} = 1\cdot578$  egyenlet alapján  $A_0$ -ból kiszámítottam  $A'_0$  értékét és viszont; az így számított és a közvetlenül meghatározott értékek közeparányosait tekintettem a készülék állandóinak.

	$A_0$	$A'_0$
Közvetlenül meghatározva	0·002095	0·001326
Egymásból kölcsönösen számítva	0·002092	0·001328
Középerték	0·002094	0·001327.

Ezt a javítást annyival inkább megengedhettem magamnak, mert a legtöbb szerző hasonló meghatározások alkalmával megelégedett  $A'_0$  meghatározásával és  $A_0$  értékét ebből számította ki.

Kísérleteimhez szükséges volt még a methaemoglobin fényelnyelési hányadosainak ismerete is. Ezek az értékek

$$\frac{A_0^H}{A_m^Z} = \frac{A_0^R}{A_m^R} \text{ és } \frac{A_m}{A'_m} = 1.185^1$$

egyenletek alapján kiszámítva a következők

$$A_m = 0.002101 (= \text{num } 0.32245-3)$$

$$A'_m = 0.001774 (= \text{num } 0.24904-3).$$

Összehasonlításként álljon itt az abszorbcióhányadosok értéke, a mint különböző szerzők saját készülékeikre érvényesen megállapították

	$A_0$	$A'_0$	$A_m$	$A'_m$
HÜFNER ill. ZEYNEK	0.002070	0.001312	0.002077	0.001754
BUTTERFIELD	0.001870	0.001180	0.001876	0.001585
LETSCHÉ	0.002081	0.001325	--	--
Szerző	0.002094	0.001327	0.002101	0.001774

### Előzetes tájékoztató kísérletek a spektrophotometriás módszer használhatóságának megállapítására.

$A_0$  ill.  $A'_0$  ismerete alapján tiszta oxyhæmoglobin-oldatok töménységét könnyű megállapítani. Kísérleti tervem szerint azonban szükség volt arra is, hogy az oxyhæmoglobinnak és methæmoglobinnak valódi és egymáshoz viszonyított mennyiségét akkor is megismerhessem, ha e két festékanyag az oldatban együtt van jelen. A spektrophotometeres eljárás erre is módot nyújt.  $\frac{\epsilon'}{\epsilon}$  értéke ugyanis annál jobban távozik az oxyhæmoglobinra jellemző fénykioltási hányadostól (1.578) és annál jobban közeledik a methæmoglobin fénykioltási hányadosához (1.185), minél több methæmoglobin keveredett az oxyhæmoglobinhoz.

<sup>1</sup>  $A_0^H$ : az oxyhæmoglobin abszorbcióhányadosa az I. színeképi tájékban HÜFNER szerint.

$A_m^Z$ : a methæmoglobin abszorbcióhányadosa az I. színeképi tájékban ZEYNEK szerint.

$A_0^R$ : az oxyhæmoglobin abszorbcióhányadosa az I. színeképi tájékban szerző szerint.

$A_m^R$ : a methæmoglobin abszorbcióhányadosa az I. színeképi tájékban szerző szerint.

A  $Hb_m$ -nak 1 cm<sup>3</sup> oldatban  $Hb_0$  mellett jelenlevő valódi mennyiségét ezen alapon VIERORDT<sup>1</sup> szerint

$$Hb_m = \frac{A_m A'_m (\varepsilon' A'_0 - \varepsilon A_0)}{A'_0 A_m - A_0 A'_m}$$

képlet segítségével számíthatjuk ki, az oxyhaemoglobinnak a methaemoglobinhoz viszonyított mennyisége pedig HÜFNER<sup>2</sup> szerint

$$x = \frac{157.8 - 100 \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}}{0.393}$$

képletből tűnik ki.

A  $Hb_0$ -nak ill. a  $Hb_m$ -nak a teljes vérfesték-mennyiségre vonatkoztatott %-os mennyiségét HÜFNER táblázatokba foglalta, melyekből ezek közvetlenül kiolvashatók.

Mint hogy az irodalomban nincs olyan adat, melyből a VIERORDT-féle képlet gyakorlati alkalmazhatóságáról meg lehetne győződni, előzetes kísérleteket kellett végezni arra nézve is, hogy a két festékanyagnak egymás mellett való meghatározása célomnak megfelelő pontossággal végrehajtható-e.

Ezért egyrésztől csak oxyhaemoglobint tartalmazó véroldatokat, másrésztől tiszta methaemoglobin-oldatokat készítettem és töménységüket külön-külön meghatároztam. Ezeket az oldatokat egymással előre megállapított arány szerint keverve, olyan oxyhaemoglobin-methaemoglobinkeverékeket kaptam, melyeknek összetételét az előző meghatározásokból kiszámíthattam. A keverékek fénykioltási együtthatóit ( $\varepsilon$  és  $\varepsilon'$ ) a két HÜFNER-féle szinképi tájékon meghatározván,  $Hb_0$  és  $Hb_m$  tartalmukat a VIERORDT-féle számítással is megállapítottam.

Első ilyen kísérletem adatait a következő számok tüntetik fel:

a)  $Hb_0$ -oldat saját véreimből

$$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 1.582; Hb_0^{100} \text{ (100 cm}^3 \text{ oldat } Hb_0\text{-tartalma) } 0.1487 \text{ g.}$$

<sup>1</sup> C. VIERORDT: Die Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie der Absorptionsspektren und zur quantitativen chemischen Analyse. Tübingen, 1873. 51.

<sup>2</sup> G. HÜFNER: Archiv f. Anat. u. Physiol. 1900. 39.

b)  $Hb_m$ -oldat, Tübingenben 1904-ben lóvérből készült,  $Hb_m$ -ből  $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 1.190$ ;  $Hb_m^{100}$  (100 cm<sup>3</sup> oldat  $Hb_m$ -tartalma) 0.1672 g.

c) keverék

$$\begin{array}{r} a \text{ oldatból} \dots \dots \dots 2 \text{ cm}^3 = 0.002974 \text{ g } Hb_o \\ b \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 4 \text{ cm}^3 = 0.006688 \text{ g } Hb_m \\ \hline \text{Összesen: } 6 \text{ cm}^3 = 0.009662 \text{ g } Hb_{o+m}. \end{array}$$

A keverék egy-egy cm<sup>3</sup>-ében tehát van:

$$\begin{array}{r} 0.000496 \text{ g } Hb_o \\ 0.001114 \text{ g } Hb_m \\ \hline \text{Összesen: } 0.001610 \text{ g } Hb_{o+m}. \end{array}$$

A spektrophotometeres megvizsgálás adatai:

$$\begin{array}{r} \varepsilon = 0.748 \quad \quad \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 1.324 \\ \varepsilon' = 0.990 \quad \quad \varepsilon \end{array}$$

% m (a methæmoglobin %-os mennyisége a HÜFNER-féle táblázatból): 64.65.

Ebből:

$$\begin{array}{l} c_o = 0.000554 \quad (= c_{o+m} - c_m) \\ c_m = 0.001012 \quad (\text{VIERORDT szerint számítva}) \\ c_{o+m} = 0.001566 \quad \left( \frac{100 \text{ } c_m}{\% \text{ m}} \right). \end{array}$$

	Számított érték	Talált érték	Hiba
$c_o$	0.000496	0.000554	+ 0.000058 = + 11.69%
$c_m$	0.001114	0.001012	- 0.000102 = - 9.15%
$c_{o+m}$	0.001610	0.001566	- 0.000044 = - 2.73%.

Az eljárás tehát jelentékeny hibákkal megterhelt eredményeket adhat. Annak eldöntésére azonban, hogy a  $K_3FeCy_6$  egy molekulája 1.0 vagy 0.5 molekula  $Hb$ -t változtat át  $Hb_m$ -ra, illetőleg, hogy egy molekula vérfesték átalakításához egy vagy két molekula  $K_3FeCy_6$ -ra van-e szükség, az elérhető pontosság mégis kielégítőnek látszott.

Biztatóbb volt a második ilyen irányú kísérlet:

a)  $Hb_0$ -oldat friss szarvasmarhavérből

$$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 1.586; c_0 = 0.001348 \text{ g.}$$

b)  $Hb_m$ -oldat tübingeni lóvérből készült methæmoglobinnól:

$$\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 1.181; c_m = 0.001750 \text{ g.}$$

c) keverék:

a oldatból  $53.4 \text{ cm}^3 = 0.072 \text{ g } Hb_0$  ( $= 53.4 \times 0.001348$ )

b "  $35.5 \text{ cm}^3 = 0.062 \text{ g } Hb_m$  ( $= 35.5 \times 0.001750$ )

$$\frac{11.1 \text{ cm}^3 \cdot 10/100 \text{ Na}_2\text{CO}_3}{100.0} \quad \frac{\text{-----}}{100.0 \text{ cm}^3}$$

oldat.

A keverékben tehát:

$$\begin{array}{r} c_0 = 0.00072 \\ c_m = 0.00062 \\ \hline c_{0+m} = 0.00134 \end{array}$$

Tegyük fel, hogy a spektrophotometeres vizsgálatához egy tömény vérfestékoldatnak  $1 \text{ cm}^3$ -ét  $40 \text{ cm}^3$ -re hígítottuk, a tömény oldatból pedig  $500 \text{ cm}^3$ -t szántunk a ferricyanalkaliumos kísérletre. Ez az  $500 \text{ cm}^3$  tartalmazná a következőket:

$$Hb_0^{500} = 14.41 \text{ g}$$

$$Hb_m^{500} = 12.43 \text{ g}$$

$$Hb_{0+m}^{500} = 26.84 \text{ g.}$$

Tegyük fel továbbá, hogy az oldatban levő vérfesték a kísérlet előtt csak  $Hb_0$  alakjában volt jelen (tehát  $Hb_0^{500}$  ( $K_3FeCy_6$  hozzáadás előtt)  $= Hb_{0+m}^{500}$  ( $K_3FeCy_6$  kezelés után)  $= 26.84$ ) és egy része bizonyos mennyiségű  $K_3FeCy_6$  hozzáadására alakult át methæmoglobinná, akkor az oldat összetételének különbsége a feltételezett eredeti oldattal szemben

$$\overset{+}{Hb}_m \text{ (a } Hb_m \text{ mennyiségének gyarapodása)} = 12.43 \text{ g}$$

$$\bar{Hb}_0 \text{ (a } Hb_0 \text{ " csökkenése)} = 12.43 \text{ g.}$$

Ha ez az átalakulás  $0\cdot2474$  g  $K_3FeCl_6$  hatására következ-  
 nék be, 1 mol., vagyis  $329\cdot21$  g ferricyankalium  $16600$  g, vagyis  
 $1\cdot00$  mol.  $Hb_0$ -t alakítana át  $Hb_m$ -ná. Ha a jelzett átalakulás-  
 hoz  $0\cdot4948$  g  $K_3FeCl_6$ -ra volna szükség, akkor 1 mol. ferri-  
 cyankalium csak  $\frac{1}{2}$  mol.  $Hb_0$ -t alakítna át methæmoglobinná.

c-keverék spektrophotometeres megvizsgálása a következő  
 adatokat szolgáltatta:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0\cdot621 & \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1\cdot404; \% \text{ m (a HÜFNER-féle táblázatból)} = 44\cdot28. \\ \varepsilon' &= 0\cdot872 \end{aligned}$$

Ebből

$$\begin{aligned} c_0 &= 0\cdot0007229 \\ c_m &= 0\cdot0005745 \\ c_{0+m} &= 0\cdot0012974. \end{aligned}$$

Feltételezve, hogy az oldat a spektrophotometeres vizsgálat-  
 hoz 40-szeresen hígított, akkor  $500 \text{ cm}^3$  oldatban lett volna:

$$\begin{aligned} Hb_0^{500} &= 14\cdot46 \\ Hb_m^{500} &= 11\cdot49 \\ Hb_{0+m}^{500} &= 25\cdot95. \end{aligned}$$

Feltéve továbbá, hogy az eredeti oldat  $Hb_0$ -tartalma  $26\cdot84$   
 volt (l. fentebb) és ez ferricyankalium hatására alakult át a  
 fennebbi számok által kifejezett mértékben methæmoglobinná,  
 akkor az oldat összetételének különbsége a feltételezett eredeti  
 oldattal szemben

$$\begin{aligned} \overset{+}{Hb}_m &= 11\cdot49 \\ \bar{Hb}_0 &= 12\cdot38. \end{aligned}$$

Úgy  $\overset{+}{Hb}_m$ , mint  $\bar{Hb}_0$  a vérfesték átalakulásának mértékét fejezi  
 ki. Minthogy e két kísérleti adat értéke nem egyezik, de egymás-  
 hoz elég közel áll, a kettő középátlósát:  $\frac{\overset{+}{Hb}_m + \bar{Hb}_0}{2} = 11\cdot93$   
 tekintjük a vérfesték methæmoglobinná alakulásának mértékéül.

Ha ez az átalakulás  $0\cdot2474$  g  $K_3FeCl_6$  hatására következ-  
 nék be, akkor 1 mol.  $K_3FeCl_6$   $15850$  g vagyis  $0\cdot86$  mol.  $Hb_0$ -t



alakítana át methaemoglobinná (fennebb 1·00 mol. számított), míg ha a jelzett átalakuláshoz 0·4948 g  $K_3FeCy_6$  volna szükséges, akkor 1 mol. ferricyankalium 0·43 mol.  $Hb_0$ -t alakítna át methaemoglobinná (fennebb 0·50 számított).

Ez a kísérlet mutatja, hogy a mennyiben az oxyhaemoglobin a feltételezett fokban valóban átalakul methaemoglobinná, ennek kimutatására a spektrophotometria használható adatokat szolgáltat.

### A ferricyankalium hatásának megállapítása.

Miután a tervezett eljárás használhatóságáról előzetes kísérleteimmal meggyőződtem, tulajdonképeni kísérleteimhez foghatam. Ezeknek rendén kísérleti anyagul friss defibrinált sertés- vagy szarvasmarhavér 1‰-s  $Na_2CO_3$ -oldattal, készült lehetőleg tömény oldatát használtam. Némely szempontból kívánatos lett volna, hogy kísérleteimet lehetőleg kémiailag tiszta oxyhaemoglobin-oldatokkal végezzem. Ezt részben külső körülmények miatt,<sup>3</sup> részben pedig azért mellőztem, mert az oxyhaemoglobin-hoz kristályosítása során igen könnyen és gyakran keveredik methaemoglobin, minek jelenléte a kiindulási anyagban kísérleteimet zavarta volna.

A kísérletek és a számítások menetét világítsa meg a következő példa:

#### I. kísérlet.

A kísérlet anyaga friss defibrinált sertésvérből 1 $\frac{1}{2}$ -szeres mennyiségű 1‰-s  $Na_2CO_3$ -oldattal készült oldat.

#### *Első spektrophotometeres vizsgálat.*

Kollimator-rés 0·02 mm; kormos üveg teljesen félretolva.

a) A fenti vérolatból 2 cm<sup>3</sup>-t pipettával lemérve mérőlombikban 1‰  $Na_2CO_3$ -oldattal 100 cm<sup>3</sup>-re hígítottam:  $n = \frac{100}{2}$ .

<sup>1</sup> Alkalmas centrifuga hiánya.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0\cdot609 \\ \varepsilon' &= 0\cdot995 \\ \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1\cdot634\end{aligned}$$

$Hb_0^{500}$  (500 cm<sup>3</sup> higitatlan oldat  $Hb_0$ -tartalma

$$\left[ 500 n \left( \frac{\varepsilon A_0 + \varepsilon' A'_0}{2} \right) \right] = 32\cdot45 \text{ g.}$$

b) 2·2 cm<sup>3</sup> véroldatot pipettával lemérve mérőlombikban 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-es  $Na_2CO_3$ -oldattal 100 cm<sup>3</sup>-re higitottam:  $n = \frac{100}{2\cdot2}$ .

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0\cdot650 \\ \varepsilon' &= 1\cdot065 \\ \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1\cdot638 \\ Hb_0^{500} &= 31\cdot53.\end{aligned}$$

c) 2 cm<sup>3</sup> véroldatot pipettával lemérve mérőlombikban 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub>-es  $Na_2CO_3$ -oldattal 80 cm<sup>3</sup>-re higitottam:  $n = \frac{80}{2}$ .

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 0\cdot729 \\ \varepsilon' &= 1\cdot153 \\ \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1\cdot582 \\ Hb_0^{500} &= 30\cdot56.\end{aligned}$$

$a$ ,  $b$  és  $c$  középértéke:  $Hb_0^{500} = 31\cdot31$ .

#### *A véroldat kezelése ferricyankáliummal.*

A higitatlan véroldat 500 cm<sup>3</sup>-éhez mérőlombikban pipettával 5 cm<sup>3</sup> ferricyankálium-oldatot adtam és a keveréket összezártam. A ferricyankálium-oldat frissen átkristályosított ferricyankáliumból készült, minden cm<sup>3</sup>-re 0·0881 g, ill. 0·000268 mol.  $K_3FeCy_6$ -t tartalmazott. Az alkalmazott  $K_3FeCy_6$  mennyisége tehát 0·00134 mol.-nak felelt meg. A reakció néhány perc alatt befejeződik, a felszabaduló oxygenium apró buborékok alakjában elszáll.

Az oldatból minden halogatózás nélkül elkészítettem a második spektrophotometeres vizsgálathoz szükséges hígításokat és ezeket spektrophotometerrel azonnal megvizsgáltam. Addig is azonban, míg valamennyi hígítás sorra kerülhetett, az oldatokat jeges vízben tartottam.

*Második spektrophotometeres vizsgálat.*

Kollimator-rés, kormos üveg, mint előbb.

$$\begin{aligned}
 a) \quad n &= \frac{80}{2} \\
 \varepsilon &= 0.671 \\
 \varepsilon' &= 0.884 \\
 \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1.317;
 \end{aligned}$$

% m (a methaemoglobin %-os mennyisége a teljes vérfesték-tartalomhoz viszonyítva HÜFNER táblázata szerint) = 66.34.

$Hb_m^{505}$  (500 cm<sup>3</sup> véroldat + 5 cm<sup>3</sup> ferricyankalium-oldat methaemoglobin-tartalma =

$$\begin{aligned}
 &= 505 \times \frac{A_m A'_m (\varepsilon' A'_0 - \varepsilon A_0)}{A'_0 A_m - A_0 A'_m} \times n = \\
 &= 505 \, n \, (\varepsilon' A'_0 - \varepsilon A_0) \times -4.017 = 18.82.
 \end{aligned}$$

$Hb_{m+0}^{505}$  (500 cm<sup>3</sup> véroldat + 5 cm<sup>3</sup> ferricyankalium teljes vérfesték-tartalma =

$$\frac{Hb_m^{505} \times 100}{66.34} = 28.38.$$

$Hb_0^{505}$  (500 cm<sup>3</sup> véroldat + 5 cm<sup>3</sup> ferricyankalium oxyhaemoglobin tartalma =  $Hb_{m+0}^{505} - Hb_m^{505}$ ) = 9.56.

$$\begin{aligned}
 b) \quad n &= \frac{80}{1.8} \\
 \varepsilon &= 0.629 & Hb_m^{505} &= 15.96 \\
 \varepsilon' &= 0.859 & Hb_{m+0}^{505} &= 29.57 \\
 \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} &= 1.366; \quad \% m = 53.97 & Hb_0^{505} &= 13.61.
 \end{aligned}$$

$$c) \quad n = \frac{80}{2}$$

$$\epsilon = 0.718$$

$$\epsilon' = 0.972$$

$$\frac{\epsilon'}{\epsilon} = 1.354; \quad \% m = 57.01$$

$$Hb_m^{505} = 17.37$$

$$Hb_{m+0}^{505} = 30.40$$

$$Hb_0^{505} = 13.09.$$

a), b) és c) meghatározások középértékei:

$$Hb_m^{505} = 17.38$$

$$Hb_{m+0}^{505} = 29.47$$

$$Hb_0^{505} = 12.09.$$

A ferricyankaliummal való kezelés előtti és utáni összetétel egybevetése:

	$Hb_0$	$Hb_m$
Ferricyankalium hozzáadása előtt ...	31.31	—
"                    "          után...	12.09	17.38
$\bar{H}b_0$ (az oxyhæmoglobin mennyiségének csökkenése) ...	19.22	—
$\bar{H}b_m$ (a methæmoglobin mennyiségének gyarapodása) ...	—	17.38

Mínt hogy úgy  $\bar{H}b_0$ , mint  $\bar{H}b_m$  az oxyhæmoglobinnak methæmoglobinná alakulását fejezi ki, az átalakulás mértékéül a kettő középértékét tekintjük:

$$\frac{\bar{H}b_0 + \bar{H}b_m}{2} = 18.30.$$

### Eredmény.

0.00134 mol. ferricyankalium hatására tehát 18.30 g oxyhæmoglobin változott methæmoglobinná. Ebből kiszámíthatjuk, hogy 1 mol.  $K_3FeCy_6$  13660 g oxyhæmoglobint, vagyis, ha ennek molekulasúlyát 16600-nak vesszük, 0.82 mol. oxyhæmoglobint birna methæmoglobinná változtatni.

Kísérleteim e csoportjának számadatait a következő táblázat foglalja össze. E kísérletek mindenikét a vázolt eljárás szerint végeztem. (L. 28—29. old.)

A táblázat utolsó két oszlopának adatai elég világosan mutatják, hogy a ferricyankalium 1 mol.-ja több mint 0·5 mol. oxyhæmoglobint változtat methæmoglobinná. Minthogy az elméleti részben kifejtettek szerint csak az kérdéses, hogy 1 mol.  $K_3FeCy_6$  hatására 0·5 vagy 1·0 mol. oxyhæmoglobin alakul át methæmoglobinná, már ebből is elég valószínűséggel lehetne arra következtetni, hogy az utóbbi eset forog fenn. Tekintettel azonban arra, hogy a kísérletileg talált érték több esetben elég tekintélyes mértékben az elméleti érték alatt maradt (a VII. kísérletben pl. 0·72, 1·0 helyett), a kérdést a megjelölt harmadik módon is megvizsgáltam.

### GÁZMÉRÉSES KISÉRLETEK.

#### A kísérletek menete.

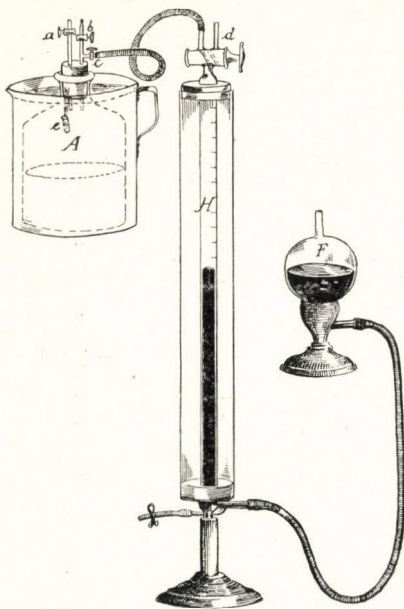
Friss defibrinált szarvasmarhavért egyenlő mennyiségű igen hig (kb. 0·015 norm.) ammoniákkal kevertem és az oldatot később megjelölendő okból kb. két légköri nyomáson oxygeniummal telítettem. Ebből az oldatból 500 cm<sup>3</sup>-t egy kb. 1 liter térfogatú üvegbe öntöttem, az üveget két üvegesapos csővel felszerelt gummidugóval bedugtam és vastagfalú gummicsővel a rajzon látható módon *H* gázbürettához kapcsoltam, melynek *d* csapját a kísérlet egész idejére a rajzon látható helyzetbe hoztam. A véroldatot tartalmazó edényt szobahőmérsékletű vízzel vettem körül. Ezután a berendezés *a*, *b*, és *c*, csapját kinyitván, a kéneső felszínét a bürettában *F* felszín szabályozóval lehetőleg magasra állítottam be, az *a* csapon át pedig a véroldat fölötti térbe addig vezettem tiszta oxygeniumot, míg ez a levegőt onnan teljesen kiszorította. E közben a büretta felszín szabályozó golyójának ismételt sülyesztésével és emelésével gondoskodtam arról, hogy a bürettában és gummicsőben levő levegő helyét is oxygenium foglalja el. Ennek megtörténte után a készülék *a* csapját, azután *b* csapját elzártam, és a bürettában levő kéneső felszínének állását kathetometeren leolvastam, majd a készülék *c* csapját is elzárván, *A* üveget a vízből kiemeltem és pár percig erőlyesen ráztam. Az üveget rázás után a vizaratóba helyezvén, *c* csapot megnyitottam. E csap megnyitá-

II. táblázat.

A kísérlet száma és anyaga	Spektrophotométeres megvizsgálás $K_3FeCy_6$ hozzáadása előtt						A véroldat kezelése ferri-cyankáliummal			Spektrophotométeres megvizsgálás $K_3FeCy_6$ hozzáadása után							A két spektrophotométeres vizsgálat egybevetése			Vérfesték-átalakulás 1 molekula $K_3FeCy_6$ által		
	$n$	$\epsilon$	$\epsilon'$	$\frac{\epsilon'}{\epsilon}$	$Hb_{500}^{500}$	Hány $cm^3$ vér- oldathoz	Hány $cm^3$ $K_3FeCy_6$ - oldat	Hány molekula $K_3FeCy_6$	$n$	$\epsilon$	$\epsilon'$	$\frac{\epsilon'}{\epsilon}$	% m	$Hb_{500+a}^{500+a}$	$Hb_{m+0}^{500+a}$	$Hb_{500+a}^{500+a}$	$Hb_m^+$	$Hb_0^-$	$\frac{Hb_m^+ + Hb_0^-}{2}$	$gHb$	$Mol Hb$	
I. Desbrinált sertésvér + $1\frac{1}{2}$ térf. 1 % <sup>os</sup> $Na_2CO_3$ -oldat	a	$\frac{100}{2}$	0·609	0·995	1·634	32·45			a	$\frac{80}{2}$	0·671	0·884	1·317	66·34	18·82	28·38	9·56					
	b	$\frac{100}{2\cdot2}$	0·650	1·065	1·638	31·53			b	$\frac{80}{1\cdot8}$	0·629	0·859	1·366	53·97	15·96	29·57	13·61					
	c	$\frac{80}{2}$	0·759	1·153	1·582	30·56			c	$\frac{80}{2}$	0·718	0·972	1·354	57·01	17·37	30·46	13·09					
közép érték					31·31	500	5	0·00134	közép érték					17·38	29·47	12·09	17·38	19·22	18·30	13660	0·82	
II. Ugyanaz a véroldat									a	$\frac{80}{2}$	0·702	0·948	1·350	58·04	17·20	29·64	12·44					
									b	$\frac{80}{2}$	0·714	0·909	1·273	77·64	23·45	30·21	6·76					
									közép érték					20·32	29·92	9·60	20·32	21·71	21·01	15680	0·94	
III. Desbrinált sertésvér + $1\frac{1}{2}$ térf. 1 % <sup>os</sup> $Na_2CO_3$ -oldat	a	$\frac{100}{2}$	0·633	1·007	1·591	33·27			a	$\frac{80}{1\cdot6}$	0·554	0·742	1·339	60·85	17·83	29·31	11·48					
	b	$\frac{100}{1\cdot8}$	0·559	0·892	1·596	32·69			b	$\frac{100}{2}$	0·589	0·794	1·348	58·55	18·17	31·04	12·87					
	közép érték					32·98	500	6	0·00161	c	$\frac{80}{1\cdot6}$	0·577	0·781	1·354	56·81	17·48	30·77	13·29				
									közép érték					17·82	30·37	12·55	17·82	20·40	19·11	11870	0·71	
IV. Ugyanaz a véroldat									a	$\frac{80}{2}$	0·802	1·006	1·254	82·47	27·93	33·86	5·93					
									b	$\frac{80}{1\cdot8}$	0·715	0·955	1·336	61·01	20·75	33·67	12·92					
						499·21	6	0·00161	közép érték					24·34	33·76	9·42	24·34	23·56	23·95	14880	0·90	



sára a gázbürettában a kéneső rendesen süllyedt, jelezve, hogy a véroldatból a fölöslegben bele sajtolt oxygenium, melynek nagy része már akkor távozott, mikor az oxygeniummal túltelített véroldatot *A* üvegedénybe öntöttem, rázás közben az edény gázterébe jutott. A folyadék fölötti oxygeniumot a felszín szabályozó edény süllyesztésével kathetometer ellenőrzése mellett



1. ábra.

megint légköri nyomásra állítottam be és a kéneső felszínének állását a kathetometeren leolvastam.

A véroldat rázását és a büretta szabályszerű leolvasását mindaddig ismételttem, míg a gáztérfogat a folyadék rázására többé nem növekedett, vagyis a fölöslegben elnyelt oxygenium a véroldatból teljesen eltávozott.

A gáz térfogatának fokozatos emelkedését bizonyos idő múltán a legtöbb esetben a vérben végbemenő oxydatiós folyamatok (Sauerstoffzehrung) következtében a gáz lassú fogyása váltotta fel.

A kísérletek egy részében a fölösleges oxygenium távozásának számszerű ellenőrzéséről lemondván, az egyensúly beálltát osztályzat nélküli vízmanometerrel állapítottam meg.

A leírt előkészületek közben alkalmas edénykébe pipettával néhány  $\text{cm}^3$  ferricyankalium-oldatot bocsátottam. Ezt az edénykét a gáztérfogat állandósulása után, *c* csapat zárván és *A* üveg gummidugóját kiemelve, az üvegbe bocsátottam és szűrőpapíroszikkal, melyet az üveg nyaka és a dugó közé szorítottam, úgy függesztettem fel, hogy a véroldat fölött foglaljon helyet (*e*).

A készülék gondos zárása után *a*, *b* és *c* csapat meg-



nyitván, a véroldat fölé jutott levegőt oxygeniumárammal kiüztem, majd *a* és *b* csapot zárván, *A* edényt a vízfürdőbe helyeztem. A kéneseő felszínét a hőmérsékletkülönbségek teljes kiegyenlítődése után a bürettában és a felszinszabályozóban gondosan azonos magasra állítottam és a gázbüretta kéneseőjének állását a kathetometeren leolvastam.

Ennek megtörténtével *A* üvegedényt a vízfürdőből kivéve, tartalmát jól összeráztam. A ferricyankaliumos edénykét tartó szűrőpapirososik e közben elszakadt, a reagens a véroldattal keveredett és a véroldat fölötti  $O_2$  mennyisége a vér oxyhæmoglobinjából felszabaduló oxygeniummal gyarapodott. A reakciókeveréket a kéneseő-felszínnek ismételt hozzávetőleges beállítása közben addig ráztam, míg a gáztérfogat növekedése többé nem volt szembeötlő. *A* üvegedényt ekkor a vízfürdőbe visszahelyeztem, a hőmérsékleti különbségek kiegyenlítődése után a kéneseő felszínét kathetometer ellenőrzésével pontosan azonos magasságra állítottam és a gázbüretta állását a kathetometeren leolvastam. Ezt az eljárást mindaddig ismételttem, míg a gáztérfogat állandósulását, illetőleg lassú csökkenésének kezdetét meg lehetett állapítani.

A gázbüretta kéneseőoszlopának kezdeti és vég-állása közötti különbözet, illetőleg ennek a büretta kalibrálási táblázatából kiolvasott térfogata jelezte a véroldatból az alkalmazott ferricyankalium hatására felszabadult oxygenium mennyiségét. E térfogattól — a párhuzamosan leolvasott és redukált barometer-állás, valamint a vízfürdők (*A* edény vízfürdője, *B* büretta vízköpenye) hőmérséklete alapján végrehajtott reduktio után

$$x = \frac{v}{a \times 22394}$$

képlet segítségével a ferricyankalium 1 mol.-ja által felszabadított  $O_2$  mol.-okban kifejezett mennyiségét közvetlenül kiszámíthattam. A képletben *v* a gázszaporulat redukált térfogatát, *a* az alkalmazott ferricyankalium mol.-okban kifejezett mennyiségét jelenti, míg 22394 a gázok molekularis térfogatát fejezi ki.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> W. OSTWALD: Grundriss d. allg. Chemie. III. Auf. 71. 1.

Minden kísérlet végén meggyőződtem arról, hogy a véroldat az alkalmazott ferricyankaliumhoz mérten fölösleges oxyhämoglobint tartalmazott. Ez részben a fényoltási hányados  $\left(\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}\right)$  megállapításával, részben pedig úgy történt, hogy a folyadék kis részletét megfelelő mértékben hígítván, a híg oldat feléhez még néhány csepp ferricyankalium-oldatot adtam és a próbát a híg oldat másik felével összehasonlítottam.

Ha az így megvizsgált vérfestékeverékben methämoglobin mellett oxyhämoglobin is van, a két próba színe között különbséget lehet észrevenni.

Ez a színkülönbség különösen feltűnő, ha az összehasonlítandó két próbát igen híg eczetsavval gyengén megsavanyítjuk.

E kísérleteim során több hibaforrással kellett számot vetnem.

A vérben állás közben ismeretlen oxydatiós folyamatok mennek végbe, minek következtében a véroldatban elnyelt, valamint a véroldat fölötti térben levő  $O_2$  mennyisége lassanként elég tekintélyesen apad. A véroldatban az oxygenium apadása első sorban azzal a következménnyel jár, hogy az oxyhämoglobin egy része redukált hämoglobinná alakul át. A redukált hämoglobin pedig a gáztérből összerázáskor oxygeniumot von el. Természetes, hogy a folyadék fizikailag elnyelt oxygeniumában beálló hiány is a gáztér oxygeniumából pótlódik. A véroldatoknak ez a lassú  $O_2$ -fogyasztása (Sauerstoffzehrung) készítette HÜFNERT arra, hogy a vérfesték  $O_2$ -felvevő tehetségének megállapítására irányuló klasszikus kísérletei alkalmával, a közvetlen út elkerülésével,  $O_2$  helyett  $CO$ -t alkalmazzon.

Ez a kerülőút kísérleteimben nem bizonyult célravezetőnek. Igaz ugyan, hogy  $CO$ -hämoglobinnál fölösleges ferricyankalium hatására éppen annyi  $CO$  szabadul fel, a mennyi  $O_2$  az oxyhämoglobinnál szivattyúzással elvonható, illetőleg  $CO$ -dal kiszorítható vagy ferricyankaliummal kiűzhető, azonban HALDANE megfigyelése szerint, melyet előzetes kísérleteim alapján magam is megerősíthetek, a ferricyankalium a  $CO$ -hämoglobinnal nehezebben és lassabban reagál, mint az oxyhämoglobinnal.

Czélszerűbbnek láttam ezért kísérleteimhez a fennálló nehézség mellett is oxyhämoglobint használni.

Habár az  $O_2$ -fogyasztást teljesen elkerülni nem tudtam, zavaró hatását a legcsekélyebb fokra szoríthattam azzal, hogy a véroldatot a kísérlet előtt 2—12 órán át kb. 2 légköri nyomáson oxygenium alatt tartottam és ezzel gyakran összeráztam, hogy a vér könnyen oxydáló anyagai már a kísérlet előtt lehetőleg teljesen oxydálódjanak. Előzetes kísérleteim során azonban arról kellett meggyőződnöm, hogy a lassú oxygeniumfogyasztás az előzetesen oxygeniummal kezelt vérben sem marad el teljesen. A tulajdonképeni kísérletek alkalmával megfigyelhető gázszaporulatot tehát az oxygeniumfelszabadulás és az oxygeniumfogyasztás eredőjének kellett tekintenem. Hogy az utóbbi az előbbihez viszonyítva minél elenyészőbb legyen, minden egyes kísérletnek lehetőleg gyors befejezésére törekedtem, a ferricyankalium mennyiségét pedig úgy választottam, hogy a felszabaduló oxygenium mennyisége minél nagyobb legyen, vagyis az oxyhaemoglobinnak minél kisebb része maradjon fölöslegben.

Nehezen értékelhető kísérleti hiba származik továbbá abból, hogy a véroldat egy része rázás közben apró hólyagú habbá verődik föl, mely a üvegedénynek gázterét csaknem teljesen kitölti. A hólyagocskák belsejében levő gáz a folyadék felületi feszültsége következtében nagyobb nyomás alatt lesz, mint a mekkorát a hólyagocskák környezetében, tehát a gázbürettában is mérhetünk. A nyomáskülönbség a véroldat felületi feszültségétől és a hólyagok nagyságától függ. A véroldat felületi feszültségét egy esetben meghatározva, 5·6-nek találtam. Ha a hólyagocskák sugarát átlag 1 mm-re becsüljük, a nyomáskülönbség  $\frac{4f}{r}$  képlet szerint 22·52 mm vízoszlop, illetőleg 1·66 mm Hg oszlop súlyával lehet egyenlő.

Természetes, hogy a különbség annál nagyobb lesz, minél apróbb hólyagú a hab, és a mérés eredményét annál nagyobb fokban befolyásolja, minél nagyobb részét foglalja el a gázternek.

Ezt a hibát pontosan megmérni nem lehet. Értékét csökkenteni az, hogy az edény a fölösleges  $O_2$  eltávolítása céljából végzett rázás következtében már a kezdeti térfogat megállapításakor is tartalmaz habot, növeli azonban, hogy ez, a ferricyanka-

lium által felszabadított  $O_2$ -nek az oldatból való eltávolítása czéljából szükséges rázás alkalmával ismeretlen mértékben szaporodik és apróbb hólyagúvá lesz.

Tekintve, hogy ez a körülmény a nyomás megállapításában 1 mm Hg-ig, vagy ezen felül menő hibát okozhat, a levegőnyomást minden egyes kísérlet alkalmával csak 1 mm-ig terjedő pontossággal állapítottam meg.

### I. kísérlet.

A kísérlet anyaga: Előző napon friss defibrinált szarvasmarhavérből egyenlő mennyiségű hig ammoniákkal készült oldat 500 cm<sup>3</sup>-e, mely egész éjjel többszöri rázás után kb. két légköri nyomáson  $O_2$  alatt állott. Az oxygeniummal túltelített véroldatot a kísérlet megkezdése előtt légköri nyomáson oxygeniummal addig ráztam, míg vízmanometer segítségével többé nem volt gázleadás észlelhető.

#### $O_2$ -felszabadítás ferricyankáliummal.

Első leolvasás a kathetometeren a ferricyankáliumos edény beillesztése után, összerázás előtt	448.1
Ferricyankálium-oldat: 5 cm <sup>3</sup> = 0.00134 mol. $K_3FeCy_6$ .	
További leolvasások a kathetometeren:	
Összerázás után	306.9
További rázás után	305.5
"    "    "	305.5
$Tl^1$	17° C
$Tvf^2$	165° C
$Tvk^3$	17° C
$B^{17}^4$	732 mm Hg
$B^0^5$	730 mm Hg

<sup>1</sup> A szoba levegőjének hőmérséklete.

<sup>2</sup> A edény vízfürdőjének hőmérséklete.

<sup>3</sup> H büretta vízköpenyének hőmérséklete.

<sup>4</sup> Leolvasott barometerállás.

<sup>5</sup> 0°-ra redukált barometerállás.

$b_{17}^1$	---	14 mm Hg
$\log 1 + a17^2$	---	0.02696
$v_{bt}^3$	---	32.57 cm <sup>3</sup>
$v_{0.760}^{0^\circ}$ <sup>4</sup>	---	28.86 cm <sup>3</sup>

$$\frac{28.86}{0.00134 \times 22394} = 0.96$$

mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 0.96 mol.  $O_2$ -t.

## II. kísérlet.

*Anyag:* Egyenlő mennyiségű híg ammoniákkal készült vér-  
oldat, mely néhány órát kb. két légköri nyomáson  $O_2$  alatt  
állott.

### *A fölösleges $O_2$ eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	403.8
Rázás után	399.6
További rázás után	387.2
További rázás után	387.2

### *$O_2$ -felszabadítás ferricyanalkáliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 387.2  
Ferricyanalkálium-oldat: 5 cm<sup>3</sup> = 0.00134 mol.  $K_3FeCy_6$ .

Első leolvasás az összerázás után	246.5
További rázás után	242.3
További rázás után	241.1
További rázás után	240.6
További rázás után	240.6

$Tl$	18° C
$Tvf$	17° C
$Tvk$	17.5° C
$B18^\circ$	732 mm Hg

<sup>1</sup> Vízgőztensio.

<sup>2</sup> A gáztérfogat hőmérséktől függő térfogatnövekedésének logaritmusa.

<sup>3</sup> A gáznak a buretta kalibrálási táblázatából kiolvasott térfogatnövekedése.

<sup>4</sup> A felszabadult gáznak  $O^\circ$ -ra és 760 mm nyomásra redukált térfogata.

$B_0^0$	— — — — —	730 mm Hg
$b^{17.5}$	— — — — —	15 mm Hg
$\log 1 + a^{17.5}$	— — — — —	0.02696
$v_{bt}$	— — — — —	33.51 cm <sup>3</sup>
$v_{760}^0$	— — — — —	29.63 cm <sup>3</sup>

$$\frac{29.63}{0.00134 \times 22394} = 0.99$$

1 mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 0.99 mol.  $O_2$ -t.

### III. kísérlet.

*Anyag:* Egyenlő mennyiségű hig ammoniákkal friss defibrinált szarvasmarhavérből készült oldat, mely néhány órát körülbelül két légköri nyomáson  $O_2$  alatt állott.

#### A fölösleges $O_2$ eltávolítása.

Első leolvasás a kathetometeren	— — —	4 óra 40' : 398.0
Rázás után	— — — — —	4 « 45' : 382.6
További rázás után	— — — — —	4 « 50' : 382.6
További rázás után	— — — — —	4 « 55' : 385.6
Többször ismételt rázás után	— — — — —	5 « 5' : 385.6

#### $O_2$ -felszabadítás ferricyankáliummal.

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt	5 óra 15' : 448.7
Ferricyankálium oldat : 5.5 cm <sup>3</sup> =0.00147 mol. $K_3FeCy_6$	
Első leolvasás az összerázás után	5 óra 21' : 341.7
További rázás után	5 « 26' : 291.8
További rázás után	5 « 30' : 280.6
További rázás után	5 « 40' : 276.4
További rázás után	5 « 44' : 276.0
További rázás után	5 « 50' : 276.0
További rázás után	5 « 55' : 276.0

$T_l$	— — — — —	18° C
$T_vf$	— — — — —	17.5° C
$T_{vk}$	— — — — —	18° C
$B^{18^0}$	— — — — —	736 mm Hg
$B_0$	— — — — —	734 mm Hg
$b^{18}$	— — — — —	15 mm Hg

$\log 1 + \alpha$	18	—	—	—	—	0·02771
$vbt$	—	—	—	—	—	39·28 cm <sup>3</sup>
$v_{760}^{0^\circ}$	—	—	—	—	—	34·86 cm <sup>3</sup>
$\frac{34\cdot86}{0\cdot00147 \times 22394} = 1\cdot06$						

1 mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 1·06 mol.  $O_2$ -t.

#### IV. kísérlet.

*Anyag:* Előző napról megmaradt, szarvasmarhavérből egyenlő mennyiségű hig ammoniákkal készült oldat, mely egész éjen át körülbelül két légköri nyomáson  $O_2$  alatt állott.

##### *A fölösleges $O_2$ eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	9 óra 15' : 439·7
Rázás után	9 « 20' : 422·3
További rázás után	9 « 25' : 422·3
További rázás után	9 « 33' : 425·1
További rázás után	9 « 40' : 426·7
További rázás után	9 « 43' : 426·7
További rázás után	9 « 46' : 426·7

##### *$O_2$ -felszabadítás ferricyankaliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt	10 óra 0' : 424·2	
Ferricyankalium-oldat: $4\cdot5$ cm <sup>3</sup> = 0·00121 mol. $K_3FeCy_6$ .		
Első leolvasás az összerázás után	10 óra 6' 295·4	
További rázás után	10 « 14' 286·8	
További rázás után	10 « 17' 286·8	
További rázás után	10 « 30' 286·8	
$Tl$	18° C	
$Tvf$	17° C	
$Tvk$	17·5° C	
$B^{18}$	737 mm Hg	
$B_0$	735 mm Hg	
$b_{17\cdot5}$	15 mm Hg	
$\log 1 + \alpha$	175	0·02696
$vbt$	—	31·47 cm <sup>3</sup>
$v_{760}^{0^\circ}$	—	28·02 cm <sup>3</sup>
$\frac{28\cdot02}{0\cdot00121 \times 22394} = 1\cdot01$		

1 mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 1·01 mol.  $O_2$ -t.

## V. kísérlet.

*Anyaj:* Ugyanaz a véroldat, mint az előbbi kísérletben, mely közvetlenül ez előtt végeztetett.

*A fölösleges O<sub>2</sub> eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	11 óra 15' : 433·4
Rázás után	11 " 17' : 399·7
További rázás után	11 " 27' : 394·9
További rázás nélkül	11 " 32' : 304·9
10 percz rázás, 5 percz várás után	11 " 47' : 405·5
8 percz rázás, 5 percz várás után	12 " 0' : 410·4

*O<sub>2</sub>-felszabadítás ferricyankáliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 12 óra 15' : 404·3  
 Ferricyankálium-oldat : 4·5 cm<sup>3</sup> = 0·00121 mol.

Első leolvasás az összerázás után	12 óra 20' : 291·0
További rázás után (5' várás)	12 " 32' : 269·8
" " " (5' várás)	12 " 40' : 268·5
" " " (5' várás)	12 " 50' : 269·4

<i>Tl</i>	18° C
<i>T<sub>v</sub>f</i>	17·5° C
<i>T<sub>v</sub>k</i>	17·5° C
<i>B<sub>18</sub></i>	737 mm Hg
<i>B<sub>0</sub></i>	735 mm Hg
<i>b<sub>17·5</sub></i>	15 mm Hg
log 1 + 17·5 α	0·02696
<i>vbt</i>	30·92 cm <sup>3</sup>
<i>v<sub>760</sub><sup>0°</sup></i>	27·53 cm <sup>3</sup>

$$\frac{27·53}{0·00121 \times 22394} = 1·02$$

1 mol. *K<sub>3</sub>F<sub>6</sub>Cy<sub>6</sub>* felszabadított 1·02 mol. O<sub>2</sub>-t.

A készülék d. u. 3 óráig magában állott. Ekkor rövid összerázás után a gázt légköri nyomásra hoztam és a kéneső felszínének állását a kathetometeren leolvastam. A 12 óra 40'-kor végzett leolvasással szemben 17·4<sup>2</sup> cm<sup>3</sup> (redukálatlan) gáz eltűnése volt megállapítható.



## VI. kísérlet.

*Anyag:* A délelőtt készült véroldat; délutánig többszöri rázás közben körülbelül két légköri nyomású  $O_2$  alatt állott.

*A fölösleges  $O_2$  eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	4 óra 15' : 431·3
Rázás után	4 " 20' : 415·3
További rázás után	4 " 25' : 414·4
További rázás után	4 " 30' : 414·4
További rázás után	4 " 40' : 415·1

 *$O_2$ -felszabadítás ferricyankáliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 4 óra 58' : 415·3  
 Ferricyankálium  $5\cdot5 \text{ cm}^3 = 0\cdot00147 \text{ mol}$ .

Első leolvasás 7' rázás 5' várakozás után	5 óra 10' : 280·6
5' " 5' " " "	5 " 20' : 274·2
5' " 5' " " "	5 " 30' : 274·2

$Tl$	18·5° C
$Tv/$	18° C
$Tvk$	18° C
$B^{18\cdot5}$	736 mm Hg
$B_0$	734 mm Hg
$b_{18}$	15 mm Hg
$\log 1 + \alpha_{18}$	0·02771
$vbt$	32·29
$v_{760}^{0\circ}$	28·66

$$\frac{28\cdot66}{0\cdot00147 \times 22394} = 0\cdot87.$$

1 mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 0·87 mol.  $O_2$ -t.

## VII. kísérlet.

Előző napról megmaradt véroldat, mely többszöri összerázás után egész éjen át körülbelül két légköri nyomáson  $O_2$  alatt állott és ezzel közvetlenül a kísérlet előtt is ismételtén összerázott.

*A fölösleges O<sub>2</sub> eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	9 óra 20' : 429.7
Rázás után	9 « 30' : 426.7
« és 3' várakozás után	9 « 40' : 426.7
5' rázás és 8' « «	9 « 53' : 429.2

*O<sub>2</sub>-felszabadítás ferricyankáliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 10 óra 10' : 427.0

Ferricyankálium-oldat: 5 cm<sup>3</sup> = 0.00134 mol. K<sub>3</sub>FeCy<sub>6</sub>.

Első leolvasás 6' rázás és 5' várakozás után 10 óra 21' : 301.2

6' rázás 6' várakozás után 10 « 33' : 302.1

<i>Tl</i>	17.5° C
<i>Tvf</i>	16.75° C
<i>Tvk</i>	16.75° C
<i>B</i> <sup>17.5</sup>	734 mm Hg
<i>B</i> <sup>o</sup>	732 mm Hg
<i>b</i> 16.75	14 mm Hg
log 1 + $\alpha$ 16.75	0.02583
<i>vbt</i>	28.67 cm <sup>3</sup>
<i>v</i> <sub>760</sub> <sup>o</sup>	25.52 cm <sup>3</sup>

$$\frac{25.52}{0.00134 \times 22394} = 0.85$$

1 mol. K<sub>3</sub>FeCy<sub>6</sub> felszabadított 0.85 mol. O<sub>2</sub>-t.

VIII. kísérlet.

*Anyag:* Friss marhavérből egyenlő mennyiségű hig ammóniákkal készült oldat, mely néhány órán át többszöri rázás közben körülbelül két légköri nyomáson O<sub>2</sub> alatt állott.

*A fölösleges O<sub>2</sub> eltávolítása.*

Első leolvasás a kathetometeren	4 óra 40' : 431.2
Rázás után	4 « 45' : 387.0
További rázás után	4 « 51' : 386.3
További rázás után	4 « 55' : 386.3

*O<sub>2</sub>-felszabadítás ferricyankaliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 5 óra 12' : 407.4.

Ferricyankalium-oldat: 5 cm<sup>3</sup> = 0.00134 mol. K<sub>3</sub>FeCy<sub>6</sub>.

12' rázás, 8' várakozás után 5 óra 32' : 272.2

5' " 7' " " 5 " 44' : 272.2

<i>Tl</i>	18° C
<i>Tvf</i>	17.5° C
<i>Tvk</i>	17.5° C
<i>B<sup>18</sup></i>	734 mm Hg
<i>B<sup>0</sup></i>	732 mm Hg
<i>b</i> 17.5°	15 mm Hg
log 1 + <i>a</i> 17.5	0.02696
<i>vbt</i>	30.94 cm <sup>3</sup>
<i>v</i> <sup>0°</sup> <sub>760</sub>	27.43 cm <sup>3</sup>

$$\frac{27.43}{0.00134 \times 22394} = 0.91$$

1 mol. K<sub>3</sub>FeCy<sub>6</sub> felszabadított 0.91 mol. O<sub>2</sub>-t.

A készülék másnap reggelig magában állott. Rövid összerázás és a kéneső felszínének egyenlő magasságra való beállítása után 19.88 cm<sup>3</sup> gáznak eltünése volt megállapítható.

## IX. kísérlet.

*Anyag:* Előző napon friss marhavérből egyenlő mennyiségű hig ammoniákkal készült és O<sub>2</sub>-vel túltelített oldatból a ferricyankalival kezeléshez pontosan lemértem 500 cm<sup>3</sup>-t, egy részletet pedig spektrophotometerrel való megvizsgálás céljából jég között félretettem.

A lemért 500 cm<sup>3</sup>-ből a fölösleges oxygent egy légköri nyomáson oxygennel rázás útján a szokott módon eltávolítottam, a tartányt a ferricyankaliumos edénynyel elláttam és a gázbürettával összekötöttem.

*O<sub>2</sub>-felszabadítás ferricyankaliummal.*

Leolvasás a kathetometeren összerázás előtt 9 óra 15' : 448.2

Ferricyankalium-oldat: 5 cm<sup>3</sup> = 0.00134 mol. K<sub>3</sub>FeCy<sub>6</sub>.

Összerázás után 9 óra 28' : 314.5

További rázás után 9 " 33' : 318.7

$Tl$	---	17.75° C
$Tvf$		17.25° C
$Tvk$	---	17.25° C
$B^{17.75}$		737 mm Hg
$B^{\circ}$		735 mm Hg
$b$	---	15 mm Hg
$\log 1 + \alpha$	17.25	0.02659
$vbt$		30.56 cm <sup>3</sup>
$v_{760}^{\circ}$		27.23 cm <sup>3</sup>

$$\frac{27.23}{0.00134 \times 22394} = 0.91.$$

1 mol.  $K_3FeCy_6$  felszabadított 0.91 mol.  $O_2$ -t.

A ferrieyanalkiummal kezelt vér egy részletét spektrophotometeres vizsgálathoz kivettem. A spectrophotometriás kísérlet eredménye és adatai a II. táblázat IX. sorában vannak felüntetve.

### X. kísérlet.

*Anyag:* Friss defibrinált szarvasmarhavérből egyenlő mennyiségű hig ammoniákkal készült oldat, mely  $O_2$ -vel két légköri nyomáson túltelített. Lemértem belőle pontosan 500 cm<sup>3</sup>-t és ezt a gázbüretta ellenőrzésével légköri nyomáson oxygeniummal addig ráztam, míg a fölösleges  $O_2$  felszabadult. A véroldat egy másik kis részét spektrophotometeres megvizsgáláshoz jég között felretettem.

#### $O_2$ -felszabadítás ferrieyanalkiummal.

Leolvasás a kathetometeren a ferrieyanalkiumos edény beillesztése után összerázás előtt	12 óra 23' : 437.6
Ferrieyanalkium-oldat 5 cm <sup>3</sup> = 0.00134 mol.	
Összerázás után	12 óra 32' : 318.5
További rázás után	12 " 41' : 304.4
További rázás után	12 " 47' : 304.4

$Tl$	17·75° C
$Tvf$	17·25° C
$Tvk$	17·25° C
$B^{17·75}$	737 mm Hg
$B^0$	735 mm Hg
$b_{17·25}$	15
$vbt$	30·50 cm <sup>3</sup>
$v_{760}^{00}$	27·18 cm <sup>3</sup>

$$\frac{27·18}{0·00134 \times 22394} = 0·91$$

1 mol.  $K_3FeCl_6$  felszabadított 0·91 mol.  $O_2$ -t.

A ferricyankáliummal kezelt vér egy részét spektrophotometeres vizsgálathoz kivettem. Ennek számadatait és eredményét a II. táblázat X. vízszintes rovata tünteti fel.

A 10 gázméréses kísérlet adatai szerint 1 mol.  $K_3FeCl_6$

I.	0·96
II.	0·99
III.	1·06
IV.	1·01
V.	1·02
VI.	0·87
VII.	0·85
VIII.	0·91
IX.	0·91
X.	0·91

középértékben 0·95 mol. vagyis kereken 1 mol.  $O_2$ -t szabadít fel a vérolatok oxyhaemoglobinjából, ha ez utóbbi fölöslegben van jelen.

### ÖSSZEFOGLALÁS.

Kísérleteim két csoportjának eredményeit egybevetve világosan látjuk, hogy 16600 g oxyhaemoglobinnak methaemoglobinná változtatásához nem két, hanem csupán egy molekula  $K_3FeCl_6$ -ra

van szükség. Minthogy pedig 16600 g az oxyhæmoglobin molekuláris mennyiségének felel meg, bebizonyítottnak tekinthetjük, hogy egy molekula oxyhæmoglobinból egy molekula ferricyankalium hatása alatt, egy molekula oxygen felszabadulása közben æquivalens mennyiségű methæmoglobin keletkezik. Azokkal a következtetésekkel, melyek ebből a tényből a methæmoglobin szerkezetét illetőleg vonhatók, e dolgozat elméleti része foglalkozik.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 febr. 17.-én tartott üléséből.)

## VIZSGÁLATOK A SÓK HATÁSÁRÓL OLDATOK FELÜLETI FESZÜLTSGÉRE.<sup>1</sup>

BERCZELLER LÁSZLÓ-tól.

TRAUBE<sup>2</sup> vizsgálataiból tudjuk, hogy bizonyos kolloid oldatok (így pl. sok festékoladat) felületi feszültségét már *igen kis* mennyiségű só hozzáadása is lényegesen megváltoztatja, még pedig úgy, hogy a midőn a kolloid oldatban csapadék képződik, a csapadék képződését megelőzőleg az oldat felületi feszültsége nő (közeledik a vízéhez) és a mikor a kicsapódás szemmel láthatóvá válik, eléri a víz felszíni feszültségét.

E jelenségeket TRAUBE<sup>3</sup> a festékrészecskék nagyságának növekedésével magyarázta, úgy mint azt kolloid fémoldatokban is észlelték már kis mennyiségű só hozzáadására.

Másrészt ismeretes, hogy kristalloidok oldhatósága sók által csökkenthető, úgy hogy a só-concentratio emelésével ki is csapódnak. Az azonban, hogy e kristalloid oldatok felszínfeszültsége e közben miképen változik, hogy van-e összefüggés az oldékonyság és a felületi feszültség változása között, az nem volt ismeretes. Ennek ismerete pedig annál kívánatosabb volt, mint-hogy HOFMEISTER<sup>4</sup> a fehérjék kisózását is az oldékonyság csökkenésével magyarázta.

Vizsgálataim czélja volt különböző kristalloidok és néhány

---

<sup>1</sup> A budapesti kir. magy. tudományegy. általános kórtani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> TRAUBE: Kolloidchem. Beihefte. 1012. IV.

<sup>3</sup> Loc. cit.

<sup>4</sup> HOFMEISTER: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. 24, 277 és 25, 1.

hydrophil kolloid oldataiban megállapítani, hogy miképen változik a felszínfeszültség sók hozzáadására. Kísérleteimhez olyan anyagokat választottam, melyek vizes oldatának a felszínfeszültsége a vizénél jelentékenyen kisebb, mert joggal feltételezhettem, hogy a sók okozta változás nagyobb és így pontosabban megállapítható lesz. A sók közül pedig olyanokat választottam, melyek tiszta oldataikban a víz felszínfeszültségét alig változtatják meg.

Az oldatok felszínfeszültségét a TRAUBE-féle stalagmometerrel mértem. A kísérleteket úgy végeztem, hogy a vizsgált anyag bizonyos koncentrációjú oldatából kiindulva, a különböző koncentrációkat ( $n/1-5_n$ ) különböző sóoldatokkal, illetőleg az ellenőrző kísérletben destillált vízzel hígítottam.

### 1. Aethylalkohol.

8·6%-es aethylalkoholból indultam ki (10 cm<sup>3</sup> destillált víz + 1 cm<sup>3</sup> 96%-es aethylalkohol). Ehhez adtam az I. táblázatban megadott sómennyiséget (pipettával lemérve). *Sók hozzáadására a felszínfeszültség csökken.* A különböző sók egyenlő koncentrációban körülbelül egyenlően hatnak. A hatás ebben az esetben aránylag kisebb, mint a többi anyagnál, legfeljebb azt emelhetem ki, hogy a natriumacetát hatása gyengébb, mint a többi sóé. Concentráltabb oldatban a csökkentő hatás nagyobb.

### 2. Phenol.

5%-os phenololdatot készítettem a gyógyszerárban használatos tiszta acidum carbolicum-ból. *A sók hatása a phenolnál sokkal nagyobb, mint az alkoholnál.*

Már régen ismeretes, hogy a phenol baktericid hatása sós oldatban sokkal erősebb, mint sókat nem tartalmazó oldatokban. Ezt azért tartom érdemesnek a megemlítésre, mert egyéb élet-tani hatásokra vonatkozólag is sok helyen sikerült TRAUBE-nak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TRAUBE: Pflügers' Archiv. 105. kötet 541. és 559. old. 1904; 123. k. 419. old.; 132. k. 511. old.; 140. k. 511. old.; Biochemische Zeitschrift. 42, 470.



I. táblázat.

Alkohol+sók. A destillált víz cseppszáma a síchőmérőben 43,8.

5n NaCl		3 n KCl oldatból		n <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> Cl		n <sub>1</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96%-os alkohol	60,0	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96%-os alkohol	60,2	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,2	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,4
+1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl old.	60,2	+1 cm <sup>3</sup> 3n KCl-ből	60,4	+2 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> NH <sub>4</sub> Cl-ből	59,4	+1 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -ból	60,4
+2 « « «	61,0	+2 « « «	60,4	+4 « « «	58,8	+3 « « «	59,4
+4 « « «	61,6	+4 « « «	60,6	+6 « « «	58,2	+6 « « «	58,4
+6 « « «	61,6	+6 « « «	60,4				
+8 « « «	61,6						

n <sub>1</sub> AgNO <sub>3</sub>		n <sub>1</sub> CH <sub>3</sub> 600 Na		az oldat cseppszáma		destillált víz		az oldat cseppszáma	
az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,4	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,4	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,4	10 cm <sup>3</sup> destillált víz + 1 « 96-os alkohol	60,4		
+1 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> AgNO <sub>3</sub> -ből	60,0	+1 cm <sup>3</sup> n Na(CH <sub>3</sub> 600)-ből	59,4		59,4				
+3 « « «	59,2	+3 « « «	58,0		58,0				
+6 « « «	58,4	+6 « « «	56,4		56,4	+6 cm <sup>3</sup> destillált víz			55,6

## II. táblázat.

Phenol+sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.

5n NaCl	az oldat cseppszáma	5n NaCl	az oldat cseppszáma	3n KCl	az oldat cseppszáma
5 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat.	67,2	5 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat	57,8	5 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat	67,0
+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	71,0	+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	59,8	+ 1 cm <sup>3</sup> 3n KCl	67,2
+ 2 " " "	72,2	+ 2 " " "	60,8	+ 3 " " "	67,2
+ 5 " " "	72,6	+ 4 " " "	61,2	+ 5 " " "	65,4
+10 " " "	70,6	+ 5 " " "	61,4	+10 " " "	63,0
+15 " " "	67,2	+10 " " "	62,0	+15 " " "	61,0
+20 " " "	66,2	+15 " " "	60,8		

n NH <sub>4</sub> Cl	az oldat cseppszáma	conc. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	az oldat cseppszáma	destillált víz	az oldat cseppszáma
5 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat	67,2	5 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat	67,2	10 cm <sup>3</sup> 5%-os phenol-oldat	67,2
+ 1 cm <sup>3</sup> n NH <sub>4</sub> Cl	66,0	+ 1 cm <sup>3</sup> conc. K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	66,4	+ 5 cm <sup>3</sup> dest. víz	57,6
+ 3 " " "	63,4	+ 3 " " "	64,8	+ 10 " " "	53,4
+ 4 " " "	61,4	+ 5 " " "	61,8	+ 15 " " "	51,4
+10 " " "	57,8	+10 " " "	58,8	+20 " " "	50,4
+15 " " "	55,4	+15 " " "	56,6		

kimutatnia, hogy azok együtt változnak az anyagnak a víz-levegő felszínfelületi feszültségét csökkentő hatásával. Ha a felületi feszültség kisebb, akkor nagyobb az élettani hatás.

## 3. Thymol.

A thymol vízben csak igen kevésbé oldódik (1 súlyrész thymol 1000 súlyrész vízben). De ilyen híg oldatokban is a felületi feszültséget csökkentő hatása *igen lényeges*. Concentrált vizes oldatból indultam ki. A sók hatására ebben az esetben

III. táblázat.

*Thymol+sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.*

5n NaCl	az oldat cseppszáma	3n KCl	az oldat cseppszáma	destillált víz	az oldat cseppszáma
tel. vizes thym.-old. 5 cm <sup>3</sup> +0 cm <sup>3</sup> NaCl	68,0	tel. vizes thym.-old. 5 cm <sup>3</sup> +0 cm <sup>3</sup> NaCl	74,2	tel. vizes thym.-old. 5 cm <sup>3</sup> +0 cm <sup>3</sup> NaCl	73,8
+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	72,6	+ 1 cm <sup>3</sup> 3n KCl	74,6	—	—
+ 2 " " "	74,2	+ 3 " " "	75,4	—	—
+ 3 " " "	74,2	+ 5 " " "	76,4	+ 5 cm <sup>3</sup> dest. víz	63,4
+ 5 " " "	74,8	+10 " " "	74,8	+10 " " "	56,4
+10 " " "	72,2	+15 " " "	72,0	—	—
+15 " " "	71,6	+20 " " "	70,2	+20 " " "	54,4
+20 " " "	69,4			+25 " " "	53,2
+25 " " "	68,2			+30 " " "	52,0
+30 " " "	67,6				

*még jobban csökken* a felszíni feszültség, mint a phenolnál. A különböző sók egyenlő koncentrációban és különböző mértékben csökkentik a felszínfeszültséget. (Erről későbbi közleményben fogok részletesen beszámolni.) A thymol egy része só hozzáadására ki is vált az oldatból. Concentráltabb phenololdatokban is észlelhető ez a jelenség, hogy sók a phenol oldékonyágát csökkentik. Erre a kérdésre vonatkozólag SPIRO<sup>1</sup> végzett kísérleteket különböző sókkal, az élettani hatás és kiszóó képesség között keresve összefüggést. Az én kísérleteimből kitűnik, hogy a kiszóó képesség együtt változik a felületi feszültséget csökkentő hatással.

4. Hydrochinon.

5%-os oldatot használtam. A só hatása sokkal kisebb, mint phenolnál és thymolnál, a felületi feszültséget csökkentő hatás is sokkal kisebb.

<sup>1</sup> SPIRO és BRUNO: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. 41. kötet, 359.

## IV. táblázat.

*Hydrochinon+sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.*

$5n$ NaCl	az oldat csepp- száma	destillált víz	az oldat csepp- száma
$5\text{ cm}^3$ 5% hydrochinon	46,0	$5\text{ cm}^3$ 5% hydrochinon	46,0
+ 1 $\text{cm}^3$ $5n$ NaCl	46,6	—	—
+ 3 " " "	47,0	—	—
+ 5 " " "	47,4	+ 5 $\text{cm}^3$ destillált víz	45,4
+10 " " "	47,2	+10 " " "	45,0

5.  $\alpha$ -Naphtol.

Az  $\alpha$ -naphtol vízben igen kevésbé oldódik; telített vizes oldatát használtam. A felületi feszültséget sokkal nagyobb mértékben csökkenti, mint a hydrochinon, egyúttal a sók hatása is nagyobb oldataiban.

## V. táblázat.

*$\alpha$  Naphtol+sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.*

$5n$ NaCl	az oldat cseppszáma	$3n$ KCl	az oldat cseppszáma	destillált víz	az oldat cseppszáma
$5\text{ cm}^3$ telített vizes $\alpha$ -naphtol	56,4	$5\text{ cm}^3$ telített vizes $\alpha$ -naphtol	56,2	$5\text{ cm}^3$ telített vizes $\alpha$ -naphtol	56,4
+ 1 $\text{cm}^3$ $5n$ NaCl	59,2	+ 1 $\text{cm}^3$ $3n$ KCl	56,4	+ 5 $\text{cm}^3$ dest. víz	49,4
+ 3 " " "	60,4	+ 3 " " "	56,4	+10 " " "	46,8
+ 5 " " "	59,6	+ 5 " " "	56,2	+15 " " "	45,6
+15 " " "	58,0	+10 " " "	54,4	+20 " " "	44,6
		+15 " " "	53,4		

## 6. Natriumglykocholat.

L. a következő lapon a VI. sz. táblázatot.

## 7. Glykocholsav.

1 rész natriumglykocholatot oldottam 2500 súlyrész vízben. Sók hatására ugyanaz a jelenség észlelhető: a felszíni

VI. táblázat.

Natriumglykocholát és glykocholsav. A destillált víz cseppszáma 43,8.

5n NaCl	az oldat cseppszáma	5n NaNO <sub>3</sub>	az oldat cseppszáma	3n KCl	az oldat cseppszáma	n <sub>1</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,2	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,0	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,2	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,0
+ 2 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	60,0	+ 2 cm <sup>3</sup> 3n NaCl	58,6	+ 2 cm <sup>3</sup> 3n KCl	58,2	+ 2 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	56,2
+ 5 " " "	63,2	+ 5 " " "	61,0	+ 5 " " "	60,2	+ 5 " " "	58,0
+ 10 " " "	64,4	+ 10 " " "	62,8	+ 10 " " "	61,6	+ 10 " " "	58,4
+ 15 " " "	65,2	+ 15 " " "	63,0	+ 15 " " "	61,4	+ 15 " " "	58,0
+ 20 " " "	65,2	+ 20 " " "	63,0	+ 5 csepp " " "	64,6	+ 25 csepp n <sub>20</sub> HCl	60,8
+ 10 csepp n <sub>20</sub> HCl	68,8	+ 5 csepp n <sub>20</sub> HCl	63,2	+ 25 " " "	64,4	+ 50 " " "	60,8
+ 25 " " "	68,6	+ 25 " " "	65,4	+ 50 " " "	64,2		
+ 100 " " "	66,4	+ 50 " " "	65,6				

n <sub>1</sub> KNO <sub>3</sub>	az oldat cseppszáma	n <sub>1</sub> BaCl <sub>2</sub>	az oldat cseppszáma	destillált víz	az oldat cseppszáma	+n <sub>20</sub> HCl	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	49,8	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,2	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,4	10 cm <sup>3</sup> 1,2500 natriumglykocholát-oldat	50,4
+ 2 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> KNO <sub>3</sub>	56,4	+ 2 cm <sup>3</sup> 5n BaCl <sub>2</sub>	59,2	+ 10 cm <sup>3</sup> destillált víz	50,2	+ 50 csepp n <sub>20</sub> HCl	59,2
+ 5 " " "	57,0	+ 5 " " "	58,4	+ 20 " " "	49,4	+ 100 " " "	58,8
+ 10 " " "	56,4	+ 10 " " "	57,6				
+ 25 csepp n <sub>20</sub> HCl	61,4	+ 25 csepp n <sub>20</sub> HCl	60,6				
+ 50 " " "	61,2	+ 50 " " "	60,4				
+ 100 " " "	60,2	+ 100 " " "	59,4				

feszültségnek lényeges csökkenése. Mivel a glykocholsav sokkal nagyobb mértékben csökkenti a víz felszíni feszültségét, mint a glykocholátok, arra lehetne gondolni, hogy ezen sók hydrolysisénél keletkező glykocholsav az, mely a felszínfeszültséget leszállítja, illetőleg, hogy a hozzáadott sók csak úgy hatnak, hogy e hydrolysis befolyásolják, ha maguk is hydrolyzálódnak. Ha ezen hydrolysis szerepelt is kísérleteimben, mégis kétségtelen, hogy nemcsak ez egyedül okozza a felszínfeszültség csökkenését. Kitünik ez abból, hogy egyrészt neutrális, nem hydrolyzáló sók ( $NaCl$ ,  $KCl$ ) ugyanígy hatnak, másrészt pedig, hogy glykocholsav oldatában is ugyanez a jelenség észlelhető.

### 8. Albumose. 9. Kasein.

Az albumose-oldatot (1%) az árubeli Witte-peptonból készítettem.

A használt kasein (1%  $n/10$   $KOH$ -ban oldva) az intézetben előállított, különösen tiszta præparatum volt. A kísérletek eredménye teljesen megegyezik az előzőkével.

\*

Vizsgálataimból tehát kitünik, hogy a chemiailag legkülönbözőbb anyagok, melyek csak annyiban egyeznek meg egymással, hogy a víz felszíni feszültségét csökkentik, megegyeznek abban a tulajdonságukban is, *hogy oldataik felszínfeszültsége még jobban csökken olyan oldott sók jelenlétében, melyek maguk a víz felszínfeszültségét nem befolyásolják.*

Az eddig felsorolt anyagok között, melyek oldatában a sók hatását vizsgáltam, csak egy sav és só van (a glykocholsav és a natriumglykocholát); lúg nincs. Mindezeket az elektrolytokat azért nem használtam, mert ki akartam kerülni azokat a komplikációkat, melyeket a sók hydrolysis, esetleg bekövetkező közömbösítés, vagy a hydrolysis megváltozása okoz, minthogy e folyamatok is megváltoztatják a felszínfeszültséget. Így pl. a capronsav vagy glykocholsav oldatainak felszínfeszültsége közömbösítéskor erősen növekedik, míg a magasabb zsírsavak közömbösítésekor, a szappa-

VII. táblázat.

Albumose (Witte-pepton)+sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.

5n NaCl	az oldat cseppszáma	5n KNO <sub>3</sub>	az oldat cseppszáma	n <sub>1</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	az oldat cseppszáma
5 cm <sup>3</sup> 1%-os alb.	54,8	5 cm <sup>3</sup> 1%-os alb.	55,8	5 cm <sup>3</sup> 1%-os albumose	55,8
+2 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	57,6	+1 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> KNO <sub>3</sub>	55,8	+1 cm <sup>3</sup> n <sub>1</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	55,2
+5 " " "	59,6	+3 " " "	56,2	+4 " " "	55,6
+7 " " "	61,0	+5 " " "	55,4	+8 " " "	55,6

Kasein+sók. (A kasein n<sub>10</sub> KOH-ban volt oldva.)

A destillált víz cseppszáma 43,8.

5n NaCl	az oldat cseppszáma	5n NaCl	az oldat cseppszáma
<sup>1</sup> / <sub>2</sub> %-os bivalykaseinoldat	51,6	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> %-os bivalykaseinoldat	51,8
+100 csepp n <sub>10</sub> KOH	49,8	—	—
+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	53,0	+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	56,4
+ 3 " " "	54,6	+ 3 " " "	57,4
+ 5 " " "	55,0	+ 5 " " "	57,2
+ 10 " " "	55,8	+10 " " "	57,0

5n NaCl	az oldat cseppszáma	destillált víz	az oldat cseppszáma
<sup>1</sup> / <sub>2</sub> %-os bivalykaseinoldat	51,8	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> %-os bivalykaseinoldat	51,8
+100 csepp n <sub>10</sub> HCl	49,2	—	—
+ 1 cm <sup>3</sup> 5n NaCl	53,2	+ 1 cm <sup>3</sup> destillált víz	51,2
+ 3 " " "	56,2	+ 3 " " "	50,0
+ 5 " " "	55,6	+ 5 " " "	49,2
+ 10 " " "	55,6	+10 " " "	47,8

nok képződésével a felszínfeszültség erősen csökken. Igen szembe-ötlően mutatkozik a hydrolysis és az ezzel járó közömbösítés az alkaloidáknál, a melyek közül a cocainnal és atropinnal végzett kísérleteimet említem fel.

Ezen alkaloidák (a cocainhydrochloridot és atropinsulfátot vizsgáltam) vizes oldatainak a felszínfeszültsége a vízénél kisebb, sók hozzáadására a felszínfeszültség kevéssel még csökken.

## VIII. táblázat.

*Alkaloidák + sók. A destillált víz cseppszáma 43,8.*

$5n$ $NaCl$	az oldat cseppszáma	$n$ $NH_4Cl$	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> 5%-os atropin sulfát	45,4	10 cm <sup>3</sup> 5%-os atropin sulfát	45,4
+1 cm <sup>3</sup> $5n$ $NaCl$	46,2	+1 cm <sup>3</sup> $n$ $NH_4Cl$	45,4
+3 " " "	47,0	+3 " " "	45,6
+5 " " "	47,2	+5 " " "	45,6

conc. $K_2SO_4$	az oldat cseppszáma	$n$ $NH_4Cl$	az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os cocainhydr.	44,6	10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os cocainhydr.	44,6
+1 cm <sup>3</sup> conc. $K_2SO_4$	45,6	+1 cm <sup>3</sup> $n$ $NH_4Cl$	45,0
+3 " " "	46,2	+3 " " "	45,2
+5 " " "	46,4	+5 " " "	45,2

Sokkal erősebben csökken azonban az oldatok felszínfeszültsége, ha, a mint már TRAUBE<sup>1</sup> kimutatta, lúgot adunk hozzájuk. Ha most ilyen lúgos alkaloida-oldathoz valamely ammoniumsó-oldatot adunk, akkor a lúgnak felszínfeszültséget csökkentő hatása megszűnik, a mint az a következő IX. táblázatból kitűnik. Az ammoniumsók ugyanis hydrolyzálódnak, ennek folytán savanyúan reagálnak, a lúgot neutralizálják.

Végül még a sók felszínfeszültséget csökkentő hatásának magyarázatáról kell szólnunk, melyet a GIBBS-THOMSON-tétel alapján adhatunk.

E tétel szerint minél jobban csökkenti egy anyag a felszínfeszültséget, annál erősebben koncentrálódik a felületi rétegben. A felszínfeszültséget csökkentő anyagok vizes oldatainknak

<sup>1</sup> TRAUBE: Bioch. Zeitschr. 42, 370.



## IX. táblázat.

Alkaloidák+ammoniumsók. A destillált víz cseppszáma 43,8.

	az oldat cseppszáma		az oldat cseppszáma		az oldat cseppszáma
10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os atropinsulfát-oldat	45,2	10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os atropinsulfát-oldat	45,2	10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os atropinsulfát-oldat	45,2
+ 5 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	53,4	+ 25 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	61,6	+ 50 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	61,6
+ 1 cm <sup>3</sup> 2 <i>n</i> NH <sub>4</sub> Cl	45,2	+ 1 cm <sup>3</sup> 2 <i>n</i> NH <sub>4</sub> Cl	45,4	+ 1 cm <sup>3</sup> 2 NH <sub>4</sub> Cl	61,4
				+ 2 " " "	45,2

	az oldat csepp- száma		az oldat csepp- száma
10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os atropin-sulfát-oldat	45,4	10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os atropin-sulfát-oldat	45,4
+ 5 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	53,4	+ 35 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	61,4
+ 1 cm <sup>3</sup> <i>n</i> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	45,6	+ 1 cm <sup>3</sup> <i>n</i> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	47,2

	az oldat csepp- száma		az oldat csepp- száma
10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os cocain. hydr.	46,2	10 cm <sup>3</sup> 0,5%-os cocain. hydr.	46,0
+ 5 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	55,8	+ 5 csepp <i>n</i> <sub>10</sub> KOH	55,6
+ 1 cm <sup>3</sup> <i>n</i> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	47,4	+ 1 cm <sup>3</sup> 2 <i>n</i> NH <sub>4</sub> Cl	46,6

legfelületesebb rétegében tehát sűrűbb oldatban vannak. Ha most még sót is adunk hozzá, ez úgy hat a felszínfeszültségre, mintha az eredeti anyag sómentes oldata koncentráltabbá lenne, vagyis mintha a hozzáadott só oldásával az illető anyag oldatából vizet vontunk volna el, melyet a só oldódásával megköt.

E feltevésünk helyességének vizsgálata további kísérletekben egyúttal azt a kérdést is el fogja dönteni, vajjon nem lehet-e majd ezen az úton a sók által megkötött víz mennyiségét is meghatározni.

Vizsgálataim tehát kiegészítik HOFMEISTER és SPIRO régebbi kísérleteit, a melyekből kitűnik, hogy a fehérjék kisózása és élettanilag hatásos anyagok — pl. phenol — hatásának fokozódása sók hozzáadására nemcsak az oldékonyság csökkenésével, hanem a felületi feszültség csökkenésével is együtt jár. Ez a kiegészítés élettani szempontból már csak azért is szükséges volt, mert az oldékonyság csökkenése egyedül a fokozott hatást nem magyarázta meg.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 február 17.-én tartott üléséből.)

# MAGÁRA HAGYOTT PONT MOZGÁSA EGY KOCZKA BELSEJÉBEN.

KÖNIG DÉNES és SZÜCS ADOLF-tól.

## I.

Mielőtt tulajdonképeni problémánk tárgyalásába belefognánk, vessük fel a megfelelő kérdést a sikra.

Valamely pont a négyzet belsejében egyenes vonalban (pl. állandó sebességgel) mozog; valahányszor azonban a négyzet határára ér, pályája megtörik és az ütközés törvényei<sup>1</sup> szerint folytatja útját, mindenkor a négyzet belsejében. Meg akarjuk vizsgálni a pályát, melyet e pont a múltban és jövőben leír.

A négyzetet az

$$x = 0; \quad x = \frac{1}{2}; \quad y = 0; \quad y = \frac{1}{2}$$

egyenesek alkossák. A négyzetoldalakat tükrökkel helyettesítve, e tükrökben végtelen sok négyzet volna látható; ezeket ( $m, n$  egész számok lévén) az

$$x = \frac{m}{2}; \quad y = \frac{n}{2}$$

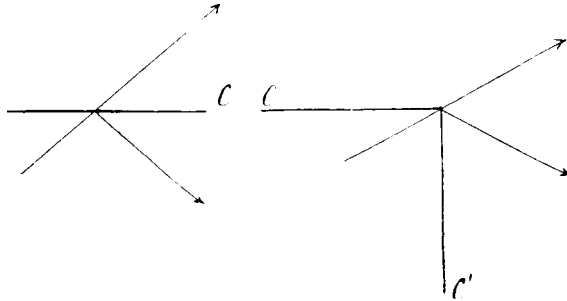
egyenesek alkotják. Eredeti négyzetünk bármely  $P(a, b)$  pontjának e négyzetek mindegyikében lesz  $egyh$  képe; és pedig négyfajta kép van:

---

<sup>1</sup> Ha az ütközés oly pontban történik, mely egyetlen négyzetoldalnak,  $C$ -nek pontja, akkor az új sebesség a réginék  $C$ -re vonatkozó tükrökképe; ha csúcspontban, a  $C$  és  $C'$  négyzetoldalak metszéspontjában történik az ütközés, akkor az új sebességet a régiből két tükrözéssel nyerjük: az egyik  $C$ -re, a másik  $C'$ -re vonatkozik, a sorrend tetszőleges lévén; ekkor tehát a pont a már befutott utat fogja ellenkező irányban leírni (1. ábra). A második törvény folytonossági megfontolásokkal következik az elsőből.

$$\begin{aligned} & (a + m, b + n), \quad (a + m, -b + n), \\ & (-a + m, b + n), \quad (-a + m, -b + n), \\ & (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots). \end{aligned}$$

Ugyanabban a négyzetben csak egyfajta képek vannak. Továbbá: e négyzetek közül bármely kettőnek pontjai symmetria-transzformációk egy sorozatával vannak egymásra vonatkoztatva, a vonatkoztatás független lévén e sorozat választásától; két négyzet közös határpontjai önmaguknak felelnek meg. Vegyük egyúttal figyelembe a mozgó pont  $P(a, b)$ -beli sebességét ábrázoló vektort, melynek iránycosinusai legyenek  $\alpha$  és  $\beta$ . A négyfajta kép sebes-



1. ábra.

ségének iránycosinusait — a képek fenti sorrendjének megfelelő  
rendben — az

$$\alpha, \beta; \quad \alpha, -\beta; \quad -\alpha, \beta; \quad -\alpha, -\beta$$

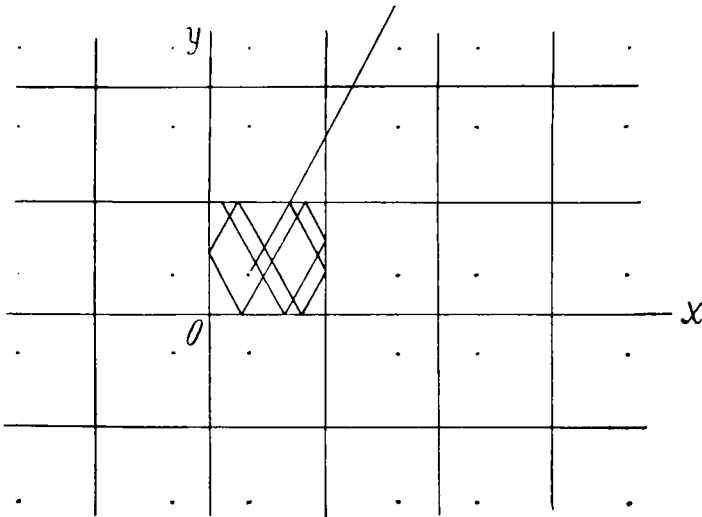
számok adják s így csupán elsőfajú (azaz  $a + m, b + n$  koordinátájú) képnek sebessége fog (az  $\alpha = 0$ , vagy  $\beta = 0$  esettől eltekintve) a mozgó pont sebességével irányra és értelemre nézve is megegyezni.

Válaszszuk kezdeti helyzetül a pálya tetszőleges  $P(a, b)$  pontját.  $P$ -ből elindulva, kezdetben a pont egy  $e$  egyenesen mozog. Az első ütközés után, az egyik kép — t. i. az, melylyel a mozgó pont az ütközés pillanatában egybeesik<sup>1</sup> — folytatja az  $e$  egye-

<sup>1</sup> Ha az ütközés csúcsban történik, a pont három képével esik egybe; ekkor is az egyik  $e$ -n halad tovább.

nesen útját, a második ütközés után egy második kép folytatja az  $e$ -n útját, stb. Négyzetes hálózatunk az  $e$  egyenest végtelen sok darabra bontja s  $e$  darabok mindegyikét egymásután egy-egy kép futja be. A kérdéses pályát most már azok a pontok alkotják, melyek  $e$  képek egyes helyzeteinek eredeti négyzetünkben megfelelnek (2. ábra).

1) Ha az  $e$  egyenes áthalad a  $P(a, b)$  pont valamely képén,



2. ábra.

$P'$ -n, akkor a mozgó pont visszatér eredeti helyére,  $P^2$ -be (3. ábra), és pedig eredeti sebességével tér ide vissza, ha  $P'$  elsőfajú kép --- és csakis akkor. Ez utóbbi esetben a mozgás tehát *periodikus* és a pálya: zárt vonal.

Ahhoz tehát, hogy az  $(a, b)$  pontból  $(\alpha, \beta)$  irányban elinduló pont periodikus mozgást végezzen, szükséges és elegendő, hogy az

$$(e) \quad x = a + \alpha t, \quad y = b + \beta t$$

egyenleteket három oly  $t, x, y$  érték elégítse ki, melyek közül az utolsó kettő

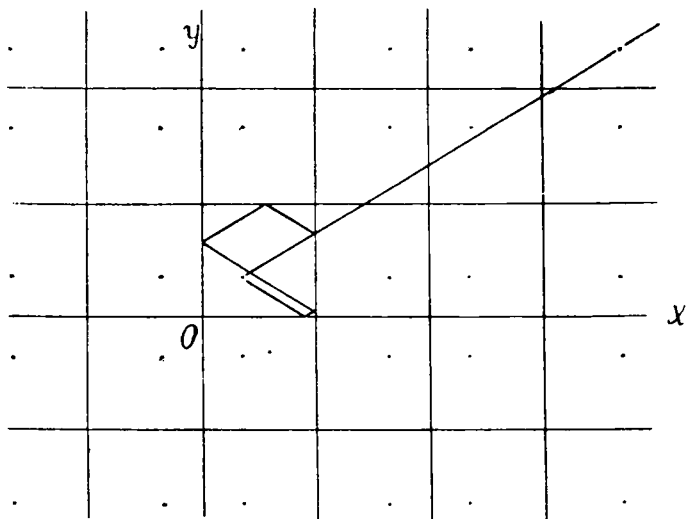
$$x = a + m, \quad y = b + n$$

alakú, hol  $m$  és  $n$  egész számok, melyeknek legalább egyike nem 0. Más szóval szükséges és elegendő, hogy

$$m = \alpha t, \quad n = \beta t,$$

azaz  $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{m}{n}$  racionális szám legyen ( $\beta = 0$  esetben is  $\frac{\alpha}{\beta}$ -t racionálisnak tekinthetjük). Eredményünk ez:

*A pálya akkor, és csak akkor zárt vonal, ha a kezdeti sebesség iránytangense racionális.*



3. ábra.

Az  $\alpha = 0$  vagy  $\beta = 0$  eseteken kívül a periodikus mozgás legegyszerűbb példáját az az eset szolgáltatja, midőn a kezdeti sebesség egy négyzetátlóval párhuzamos; a pálya ez esetben derékszögű négyzög (4. ábra). Általában a zárt pálya egy önmagát metsző polygon.

2) A nyert tételt kiegészíti a következő:

*Ha  $\frac{\alpha}{\beta}$  irracionális, akkor a mozgó pont a négyzet minden pontjához tetszőlegesen közel jut.*

Miután a symmetria-transformációk a távolságokat megőrzik, csak azt kell kimutatnunk, hogy az  $e$  egyenes a négyzet

bármely  $(\xi, \eta)$  pontjának valamely valódi  $(\xi + m, \eta + n)$  képéhez tetszőlegesen közel jut, azaz, hogy bármily pozitív szám is az  $\varepsilon$ , találhatók oly  $m, n$  egész számok és oly  $t$  szám, melyekre

$$\begin{cases} |a + at - (\xi + m)| < \varepsilon, \\ |b + \beta t - (\eta + n)| < \varepsilon. \end{cases}$$

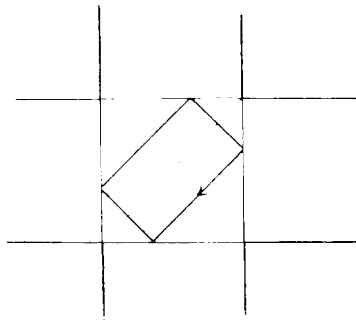
Az  $m, n$  és  $t$  számoknak a követelményeknek megfelelőleg való meghatározása czéljából válaszszuk a  $t$ -t úgy, hogy a második egyenlőtlenség helyett a

$$b + \beta t - (\eta + n) = 0$$

egyenlőséget elégítse ki. Innen :

$$t = \frac{\eta - b}{\beta} + \frac{n}{\beta}$$

( $a \neq 0, \beta \neq 0$ ), mert  $\frac{a}{\beta}$  irracionális). Most már  $m$  és  $n$  választásával csupán az első egyenlőtlenséget :



4. ábra.

$$|a + at - (\xi + m)| = \left| n \frac{a}{\beta} + \left[ a - \xi + \frac{a}{\beta}(\eta - b) \right] - m \right| < \varepsilon$$

kell kielégíteni. Már pedig — egy ismeretes tétel szerint — az  $\frac{a}{\beta}$  szám irracionális lévén, e követelménynek megfelelő  $m, n$  egész számok mindenkor találhatók.

Meggondolásaink közvetlenül átvihetők arra az esetre, midőn a négyzetet tetszőleges derékszögű négyszöggel pótoljuk. Ha ennek oldalai  $e_1$  és  $e_2$ , akkor  $a$  és  $\beta$  szerepét egyszerűen  $\frac{a}{2e_1}$  és  $\frac{\beta}{2e_2}$  veszi át: a pálya akkor és csak akkor periodikus, ha  $\frac{a}{2e_1} : \frac{\beta}{2e_2}$  racionális. Hogy periodikus mozgást kapunk-e, az ebben az általánosabb esetben is csak a kezdeti iránytól függ és független a kezdeti helyzettől. Analog megjegyzések lesznek érvényesek a tér esetére.

## II.

Síkbeli problémánk el lévén intézve, vizsgáljuk most egy koczka belsejében az ütközés törvényei<sup>1</sup> szerint mozgó magára hagyott pont pályáját.

Válasszuk a mozgó pont kezdeti helyzetétül pályájának tetszőleges  $P(a, b, c)$  pontját s legyenek  $a, \beta, \gamma$  a kezdeti sebesség iránycosinusai. A koczka élét  $\frac{1}{2}$ -nek választjuk s egy koczka-csúcsba összefutó három él alkossa a koordinatarendszert.

Az

$$x = \frac{m}{2}; \quad y = \frac{n}{2}; \quad z = \frac{p}{2}$$

$$(m, n, p = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$

síkok végtelen sok koczkát alkotnak: eredetileg felvett koczkánk képeit. E koczkák mindegyikében a  $P(a, b, c)$  pont egyetlen képe  $P'(\pm a + m, \pm b + n, \pm c + p)$  foglal helyet. E  $P$  és  $P'$  pontok megfelelekezését a symmetria-transformációk egy-egy sorozata szolgáltatja. A kezdeti sebesség  $P'$ -beli képének  $\pm a, \pm \beta, \pm \gamma$  lesznek az irány-cosinusai (ugyanaz az előjel teendő  $a$  és  $\alpha, b$  és  $\beta, c$  és  $\gamma$  elé). Elsőfajúaknak a  $P$ -nek

$$P'(a + m, \quad b + n, \quad c + p)$$

képeit nevezzük.

A pont,  $P$ -ből elindulva, kezdetben az  $e$  egyenesen mozog, melynek egyenletrendszere

$$(e) \quad x = a + \alpha t, \quad y = b + \beta t, \quad z = c + \gamma t.$$

<sup>1</sup> Itt háromféle ütközést kell megkülönböztetni, a szerint, hogy egy  $F$  koczkalap belső pontjában, egy  $A$  élnek (az  $F$  és  $F'$  lapok metszéspontjának) belső pontjában, vagy végül egy  $S$  csúcsban (három,  $F, F', F''$  koczkalap közös pontjában) történik az ütközés. Az eredeti sebességből az újat rendre egy, két vagy három tükrözéssel nyerjük, melyek az első esetben  $F$ -re, a másodikban  $F$ -re és  $F'$ -re, a harmadikban  $F$ -re,  $F'$ -re és  $F''$ -re vonatkoznak, a sorrend mindenkor tetszőleges lévén. Más fogalmazásban: az új sebesség a réginek a tükörképe az  $F$  lapra, az  $A$  élre, illetve az  $S$  csúcsra vonatkozólag. A második és harmadik esetben szereplő «singuláris ütközések» törvényét az első esetre vonatkozó törvényből folytonossági megfontolásokkal nyerhetjük.



1) Előbbi megfontolásunkat ismételve, világos, hogy a pont mozgása akkor és csak akkor lesz periodikus, ha a  $P$  valódi képeinek valamelyike rajta van az  $e$  egyenesen, azaz, ha van oly  $t$  szám, hogy  $-m, n, p$  egész számok lévén —

$$a + at = a + m, \quad b + \beta t = b + n, \quad c + \gamma t = c + p,$$

azaz, ha

$$a : \beta : \gamma = m : n : p.$$

Tehát:

*Ahhoz, hogy a pálya zárt vonal legyen, szükséges és elegendő, hogy a kezdeti sebesség három iránycosinusa közül bármely kettőnek viszonya racionális legyen.*<sup>1</sup>

Ezek szerint periodikus mozgás esetében — és csakis ekkor — az  $a, \beta, \gamma$  iránycosinusok között két egymástól független homogén, lineáris, egész-együtthetős

$$\begin{aligned} Aa + B\beta + C\gamma &= 0 \\ A'a + B'\beta + C'\gamma &= 0 \end{aligned}$$

kapcsolat áll fenn. Természetesnek látszik tehát a nem periodikus mozgásokat két kategóriába osztani, a szerint, hogy a kezdeti sebesség iránycosinusai közt van-e *egy* ily lineáris kapcsolat, vagy pedig lineárisan függetlenek-e egymástól.

2) Az első kategóriába tartozó mozgások esetében van tehát három egész szám  $A, B, C$  (nem mindhárom 0), a melyre

$$Aa + B\beta + C\gamma = 0.$$

Ilyenkor van tehát az  $e$  egyenes irányára merőleges oly irány [t. i. épen az  $(A, B, C)$  irány], a melyben elinduló pont — utolsó eredményünk szerint — periodikusan mozog. Az  $e$ -n áthaladó és ezen  $(A, B, C)$  irányra merőleges

$$(S) \quad A(x - a) + B(y - b) + C(z - c) = 0$$

$S$  sík a következőkben fontos szerepet fog játszani.

---

<sup>1</sup> E feltétel így is fogalmazható: a mozgó pontnak bármely koczkalapra való vetülete periodikusan mozog.

Minden lehető módon tükröztetve a kocka lapjaira a végtelen  $S$  síkot, majd ismét az így keletkezett síkokat s így tovább, mindezen  $S'$  síkoknak kockánk belsejébe eső darabjai egy véges számú sokszögből álló zárt  $\pi$  polyederfelületet alkotnak (melynek élei a kockafelületen vannak).

Valóban minden  $S'$  sík áthalad  $P$ -nek valamely

$$P'(\pm a + m, \pm b + n, \pm c + p)$$

képén, minthogy  $S$  áthalad  $P(a, b, c)$ -n és  $S'$  normálisának iránya  $(\pm A, \pm B, \pm C)$ , a hol  $A$  és  $a$ ,  $B$  és  $b$ ,  $C$  és  $c$  elé ugyanaz az előjel teendő. Minden  $S'$  síknak egyenlete tehát ily alakú:

$$\pm A[x - (\pm a + m)] \pm B[y - (\pm b + n)] \pm C[z - (\pm c + p)] = 0,$$

vagy az  $Aa + Bb + Cc$  állandót  $D$ -vel jelölve:

$$(\Sigma) \quad \pm Ax \pm By \pm Cz - (\pm Am \pm Bn \pm Cp + D) = 0.$$

Ha  $S'$ -nek van része a kocka belsejében, akkor a kezdőponttól való távolsága kisebb a kocka átlójánál,  $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ -nál, azaz ekkor

$$(f) \quad \frac{\pm Am \pm Bn \pm Cp + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} < \frac{1}{2}\sqrt{3}.$$

Ámde a baloldali számláló — miután  $m, n, p, A, B, C$  egész számok — csupán a

$$D, D \pm 1, D \pm 2, D \pm 3, \dots$$

értékeket veheti fel és ezek közül csak véges számúnak marad az abszolút értéke a fix  $\frac{1}{2}\sqrt{3} \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$  határ alatt. Tehát csak véges számú oly  $(\Sigma)$  egyenlet lehetséges, mely az  $(f)$  követelménynek megfelel s így egyszerűsített csak véges számú oly  $S'$  sík van, melynek van darabja a kockán belül. E darabok: sokszögek, melyeknek minden oldala két sokszögnek közös oldala (ha a sokszög merőleges egy kockalapra, duplán számítandó). E sokszögek valóban tehát egy, a kockába írt zárt  $\pi$  polyedert alkotnak, melynek lapjai általában egymást metszhetik.

Miután az  $e$  egyenes pontjainak képei mind egy  $S'$  síkon vannak és minden  $S'$ -en fekvő pontnak a koczkába eső képe rajta van a  $\pi$  felületen, azért a mozgó pont mindenkor  $e$  polyederfelületen marad és természetesen nem tölti ki mindenütt sűrűn a koczkát.

Kimutatjuk most, hogy a mozgó pont, ha csak mozgása nem periodikus, a polyederfelület minden pontjához tetszőlegesen közel jut.

Miután a  $\pi$  polyederfelület minden pontjának valamely képe az  $S$  síkon van, azért azt kell megmutatnunk, hogy  $(\xi, \eta, \zeta)$  tetszőleges pontja lévén  $(S)$ -nek, az  $e$  egyenes  $e$  pont valamely  $(\xi + m, \eta + n, \zeta + p)$  képéhez tetszőlegesen közel jut.<sup>1</sup> Feltéve tehát, hogy a  $\xi, \eta, \zeta$  számok kielégítik az

$$(S) \quad A(\xi - a) + B(\eta - b) + C(\zeta - c) = 0$$

egyenletet, úgy kell az  $m, n, p$  egész számokat és a  $t$  számot meghatározni, hogy fennálljon e három egyenlőtlenség:

$$\begin{aligned} |a + at - (\xi + m)| &< \varepsilon, \\ |b + \beta t - (\eta + n)| &< \varepsilon, \\ |c + \gamma t - (\zeta + p)| &< \varepsilon, \end{aligned}$$

hol  $\varepsilon$  előre megadott tetszőleges pozitív számot jelent. Minthogy felteszszük, hogy a mozgás nem periodikus, az  $\frac{a}{\beta}, \frac{\gamma}{\beta}, \frac{\gamma}{a}$  viszonyok valamelyike irracionális; tegyük fel, hogy ez  $\frac{a}{\beta}$ , úgy hogy  $C \neq 0$ . (Ha t. i.  $C = 0$ , akkor  $Aa + B\beta = 0$  és  $\frac{a}{\beta} = \text{racz. szám.}$ )

A síkra vonatkozó probléma elintézésénél kiderült, hogy az egész  $\mu$  és  $\nu$  és a tetszőleges  $\tau$  szám választásával,  $\frac{a}{\beta}$  irracionális lévén, kielégíthetők e feltételek:

<sup>1</sup> Látni fogjuk, hogy az  $m, n, p$  egész számokat az

$$Am + Bn + Cp = 0$$

feltételnek megfelelőleg fogjuk tudni megadni. Ennek geometriai jelentése az, hogy az  $e$  egyenes egy  $S$ -ben fekvő képhez jut tetszőlegesen közel.

$$\alpha\tau = \frac{\xi - a}{C} + \mu + \varepsilon_1,$$

$$\beta\tau = \frac{\eta - b}{C} + \nu + \varepsilon_2,$$

bármily kis pozitív határ alatt kell is  $|\varepsilon_1|$ -nek és  $|\varepsilon_2|$ -nek maradni. — Ha most már  $m, n, t$ -t így választjuk:

$$m = C\mu, \quad n = C\nu, \quad t = C\tau,$$

akkor innen:

$$(I) \quad \begin{aligned} a + at &= \xi + m + C\varepsilon_1 \\ b + \beta t &= \eta + n + C\varepsilon_2 \end{aligned}$$

s így a kielégítendő három egyenlőtlenségből az első kettő ki lesz elégtve, hacsak

$$|C\varepsilon_1| < \varepsilon \quad \text{és} \quad |C\varepsilon_2| < \varepsilon.$$

Ha ezen kívül még

$$|A\varepsilon_1 + B\varepsilon_2| < \varepsilon$$

és  $m, n, t$  fenti választását a  $p$  következő választásával egészítjük ki:

$$p = -(A\mu + B\nu),$$

akkor a harmadik egyenlőtlenségünk is ki lesz elégtve. Ha t. i. (I) két egyenletét,  $A$ -val, illetve  $B$ -vel szorozván őket, összeadjuk, valamint tekintetbe vesszük az

$$aA + bB + cC = A\xi + B\eta + C\zeta$$

és

$$Aa + B\beta + C\gamma = 0$$

kapcsolatokat, azt nyerjük, hogy

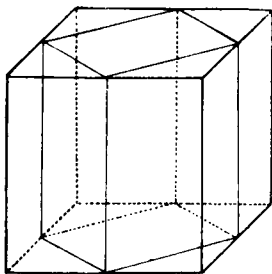
$$c + \gamma t = \zeta + p - (A\varepsilon_1 + B\varepsilon_2)$$

és a harmadik egyenlőtlenség is valóban teljesül.

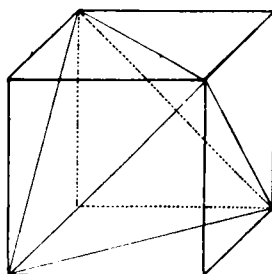
A mozgás most elintézett fajtájának — a midőn t. i. a pont véges polyederfelületen marad — legegyszerűbb példáit az az eset szolgáltatja, midőn az  $\frac{a}{\beta}$ ,  $\frac{\beta}{\gamma}$ ,  $\frac{\gamma}{a}$  viszonyok egyike, pl.  $\frac{\beta}{a}$  racionális; ilyenkor t. i.

$$Aa + B\beta + C\gamma = 0$$

alakú egész együtthatós összefüggés áll fenn  $\alpha$ ,  $\beta$  és  $\gamma$  közt; a polyederlapok mind párhuzamosak a  $z$ -tengelylyel s az  $(xy)$  síkot a pont vetületének pályájában metszik;  $\frac{\alpha}{\beta}$  racionális volta miatt e vetület t. i. — mint láttuk — periodikusan mozog. A polyederlapok összességét itt is zárt polyedernek tekinthetjük, ha valamennyiüket duplán számítjuk (5. ábra). Ha nemesak  $C=0$ , hanem pl. egyszersmind  $B=0$ , tehát  $\alpha=0$ , akkor



5. ábra.



6. ábra.

polyederünk egyetlen (duplán számítandó) négyzet alakú lapból áll s ezt a mozgó pont mindenütt sűrűn kitölti, hacsak  $\frac{\beta}{\gamma}$  irracionális.

Ezen  $C=0$  eset mellett — mely eset a síkbeli problémával tulajdonképen már el volt intézve — az

$$A = B = C = 1 \quad \text{azaz} \quad \alpha + \beta + \gamma = 0$$

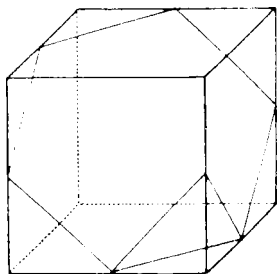
esete szolgáltatja egy véges polyederfelületen maradó pont mozgásának legegyszerűbb példáit. Ilyenkor a  $\pi$  polyedernek, mely valamely

$$\xi - a + \gamma - b + \zeta - c = 0 \tag{S}$$

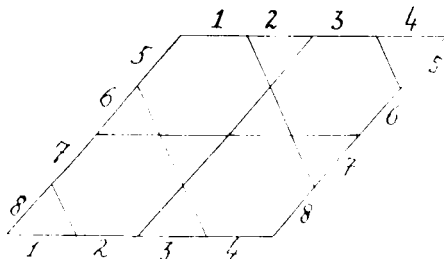
sikból tükrözésekkel keletkezik, minden lapja a nyolczféle átlóirány  $(\pm 1, \pm 1, \pm 1)$  egyikére merőleges.

A legegyszerűbb idetartozó polyedert az a két szabályos tetraéder adja, melyeket négy-négy kockacsúcs meghatároz s melyeknek élei a hat kockalap egy-egy átlója (6. ábra).

Egy másik, ugyanezen osztályba tartozó polyeder a következő módon nyerhető. Kössük össze minden lehető módon három egy csúcsba futó kockaél felezőpontjait. Így a nyolcz kockacsúcsnak megfelelőleg nyolcz szabályos háromszöget nyerünk. E háromszögek 24 oldala egyszersmind négy szabályos hatszöget határoz meg. E négy hatszög és nyolcz háromszög a kockkába írt zárt polyedert alkot, miután a polyeder minden éle közös oldala egy háromszögnek és egy hatszögnek (7. ábra).<sup>1</sup>



7. ábra.



8. ábra.

3) Hátra van még végül az az eset, midőn az  $a$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  irány-cosinusok közt semmiféle egészegyütthatós

$$Aa + B\beta + C\gamma = 0$$

összefüggés nem áll. Ez esetben a mozgó pont a kocka bármely belső vagy határpontjához tetszőlegesen közel jut.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A Möbius-féle «Kantengesetz»-czel igazolható, hogy e polyeder-felület kétoldalú; minthogy továbbá lapjainak, élleinek és csúcsainak száma rendre:

$$\alpha_0 = 12, \quad \alpha_1 = 24, \quad \alpha_2 = 12,$$

tehát  $\alpha_0 + \alpha_2 = \alpha_1$ , azért az általános EULER-féle polyeder-tételből, mely szerint,  $p$ -vel jelölván a felület nemszámát,

$$\alpha_0 + \alpha_2 = \alpha_1 + 2 - 2p,$$

következik, hogy  $p = 1$ , azaz felületünk a közönséges gyűrűfelület-tel homeomorph. Erről közvetlenül is meggyőződhetünk. Ha a 8. ábrán látható lap határait úgy forrasztjuk egybe, hogy az egyformán számozott élek egybeessenek, akkor gyűrűfelület keletkezik, melynek 3- és 6-szögei ép úgy illeszkednek egymáshoz, mint csillagpolyederünkön.

Legyen valóban  $(\xi, \eta, \zeta)$  a koczka tetszőleges pontja. Kijelentjük, hogy,  $\varepsilon$  előre választott tetszőleges pozitív szám lévén, lehet az  $m, n, p$  egész számokat  $s$  a  $t$  számot a következő egyenlőtlenségeknek megfelelőleg választani:

$$\begin{cases} |a + at - (\xi + m)| < \varepsilon, \\ |b + \beta t - (\eta + n)| < \varepsilon, \\ |c + \gamma t - (\zeta + p)| < \varepsilon. \end{cases}$$

Ha

$$t = \frac{\zeta - c}{\gamma} + \frac{p}{\gamma},$$

hol  $p$  később meghatározandó egész szám, akkor az utolsó egyenlőtlenség máris ki van elégitve ( $\gamma$  nem lehet 0, mert  $\gamma = 0$  a kizárt typushoz tartozó kapcsolat volna). E  $t$ -értéket helyettesítve, az első két egyenlőtlenség ily alakot ölt:

$$\begin{cases} \left| p \frac{a}{\gamma} + [a - \xi + \frac{a}{\gamma}(\zeta - c)] - m \right| < \varepsilon, \\ \left| p \frac{\beta}{\gamma} + [b - \eta + \frac{\beta}{\gamma}(\zeta - c)] - n \right| < \varepsilon. \end{cases}$$

E követelménynek megfelelő  $m, n, p$  egész számok létezését KRONECKER következő tétele<sup>1</sup> bizonyítja:

«Legyen  $a_1, a_2, \dots, a_\nu$   $\nu$ -számú oly valós szám, melyek közt semmiféle egészegyütthatós lineáris kapcsolat nem áll fenn,  $x_1, x_2, \dots$  és  $x_\nu$  pedig  $\nu$  tetszőleges valós szám. Mindig található oly

$$n, n_1, n_2, \dots, n_\nu$$

egész számok, hogy

$$|na_1 - x_1 - n_1| < \varepsilon, \dots, |na_\nu - x_\nu - n_\nu| < \varepsilon$$

legyen, bármily előre megadott pozitív szám is  $\varepsilon$ .»

A mi esetünkben ( $\nu = 2$ ):

$$a_1 = \frac{a}{\gamma}, \quad a_2 = \frac{\beta}{\gamma}$$

---

<sup>1</sup> Näherungsweise ganzzahlige Auflösung linearer Gleichungen, *Werke*, III, 49. l., hol a szerző általánosabban fogalmazza a tételt. Egy más bizonyítást közölt RIESZ Frigyes, *Comptes Rendus*, 139. k., 459. l.

és ezek közt valóban nem áll fenn egészgyütthatókkal

$$A \frac{\alpha}{\gamma} + B \frac{\beta}{\gamma} + C = 0$$

alakú kapcsolat, mert különben  $\alpha, \beta, \gamma$  közt homogén lineáris kapcsolat állna fenn, ugyanezen együtthatókkal.

Periodikusan mozgó pont sebességének irányát «periodikus irány»-nak nevezve, eredményeink a következő módon is kimondhatók.

*Egy irány periodikus, ha iránycosinusaik úgy viszonylanak egymáshoz, mint három egész szám.*

*Ha a kezdeti sebesség semmiféle periodikus irányra sem merőleges, akkor a pálya sűrűn tölti ki az egész kocskát. Ha a kezdeti sebesség egy periodikus irányra merőleges, akkor a pálya sűrűn tölt ki egy polyederfelületet. Ha a kezdeti sebesség két periodikus irányra merőleges, a mozgás maga is periodikus.<sup>1</sup>*

A pálya tehát rendre egy három-, két- vagy egyméretű tartományt tölt ki sűrűn. Eredményeinknek ilyenén fogalmazása már mutatja azt a módot, a hogyan tételeink tetszőleges dimenziószámú tér esetére átvihetők.

---

<sup>1</sup> Nem volna nehéz kimutatni, hogy eredményeink változatlanul érvényben maradnak akkor is, ha a mozgó pontnak csak azon helyzeteit vesszük figyelembe, melyeket egy bizonyos helyzete után foglal el. Valóban a KRONECKER tételében szereplő egyenlőtlenségek mindig pozitív  $n$  egész számmal elégíthetők ki.



## AZ EDDIG ISMERT KAGYLÓS LEVÉLLÁBÚ RÁKOK ÁTTEKINTÉSE.

Két rajztáblával.

DADAY JENŐ r. tagtól.

Több éve mult, hogy Prof. BOUVIER E. L., a párisi természetrajzi Múzeum entomológiai osztályának igazgatója felkért a felügyelete alatt álló gyűjtemény *Phyllopodáinak* tanulmányozására. A tanulmányozást a *Phyllopoda anostraca* alrenden kezdettem, az eredményeket az 1910-ben megjelent «Monographie systématique des Phyllopoetes anostracés» című munkámban foglaltam össze.

Említett tanulmányaim befejezése után hozzákezdtem a gyűjteményben levő *Phyllopoda conchostraca*-alrend fajainak tanulmányozásához, a melynek folyamán, egyfelől az irodalmi adatok szétszórtsága, másfelől és legfőképen a jóformán páratlan gazdagságú anyagon végzett vizsgálatok eredménye azt az elhatározást érlelte meg bennem, hogy mintegy az előbb említett munkám folytatásául a *Phyllopoda conchostraca*-alrendet is monographice dolgozzam fel.

Jelent meg ugyan a *Phyllopoda conchostraca*-alrendre vonatkozó négy monographikus dolgozat, még pedig 1849-ben BAIRD W. (1), 1865-ben GRUBE E. (2), 1883-ban PACKARD A. S. (3) és 1886-ban SIMON E. (4) tevékenysége folytán, de az azóta leírt fajokra vonatkozó adatokat, a melyeknek száma SARS G. O., ISHIKAWA C., SAYCE O. A., THIELE J. és mások munkássága folytán feltűnően meggyarapodott, eddig még senki sem foglalta össze.

Mindamelletts is, hogy a párisi természetrajzi Múzeum gyűj-

teményének anyaga már egymaga elég lehetett volna tervem megvalósításához, mégis a végeredmény értékének növelése érdekében néhány más Múzeum idevonatkozó gyűjteményét is bevontam vizsgálataim körébe. Rendkívül sok becses adat birtokába juttattott:

1. a berlini természetrajzi Múzeum idevonatkozó gyűjteménye, a melyet Prof. VANHÖFFEN E. szives közbenjárásával Prof. BRAUER A. igazgató a legnagyobb készséggel bocsátott rendelkezésemre;

2. a szentpétervári tud. Akadémia természetrajzi Múzeumának idevonatkozó gyűjteménye, a melyhez Prof. SKORIKOW A. igazgató szives közbenjárásával jutottam;

3. a bécsi Hofmuseum állattári osztályának idevonatkozó gyűjteménye, a melynek kezemhez jutását dr. PESTA O. custos lekötelező szivességének köszönöm;

4. a hamburgi természetrajzi Múzeum idevonatkozó gyűjteménye, a melyet Prof. KRAEPELIN C. igazgató szives előzékenysége juttatott kezeimhez;

5. a calcuttai Indian Museum idevonatkozó gyűjteménye, a melyet Prof. ANNANDALE N. superintendens a legnagyobb készséggel bocsátott rendelkezésemre;

6. a bécsi egyetem első állattani intézetének idevonatkozó gyűjteménye, a mely Prof. GROBBEN C. igazgató kegyes jóvoltából jutott kezeimhez;

7. a magyar nemzeti Múzeum állattárának majdnem kizárólag magyarországi termőhelyekről származó gyűjteménye, a melyet dr. HORVÁTH G. igazgató volt szives rendelkezésemre bocsátani.

A fajokra vonatkozó adatok számát gyarapította és munkám teljességét nagy mértékben fokozta Prof. SABS G. O., Prof. ISHIKAWA C., BEHNING A. igazgató, Prof. BORCEA J. is, a kik kérésre a legnagyobb előzékenységgel néhány oly fajt bocsátottak rendelkezésemre, a mely csupán saját gyűjteményükben volt meg; úgyszintén HABA F. középisk. tanár és NÁDAY L. tanárjelölt, kik közül az első Beregszász környékén, az utolsó Kis-Ázsiában gyűjtött részemre fajokat.

Tanulmányaim végeredménye gyanánt a vizsgálataim alap-

ján megkülönböztetett családok, nemek és az eddig részletesen ismert összes fajok meghatározására szolgáló táblázatokat állítottam össze. Szükségesnek láttam azonban, mintegy tájékoztató bevezetésül, az egész *Phyllopora conchostraca*-alrend jellemeit is röviden összefoglalni, hogy így a meghatározó táblázatok adatainak lényege felől útmutatást nyujtsak. Meg kell még jegyezni azt, hogy a családok, nemek és fajok latin leírása a szükséges rajzok kíséretében a nemsokára megjelenő «Monographie systématique des *Phylloporodes conchostracés*» című munkámban található meg.

### Alr. *Phyllopora conchostraca*.

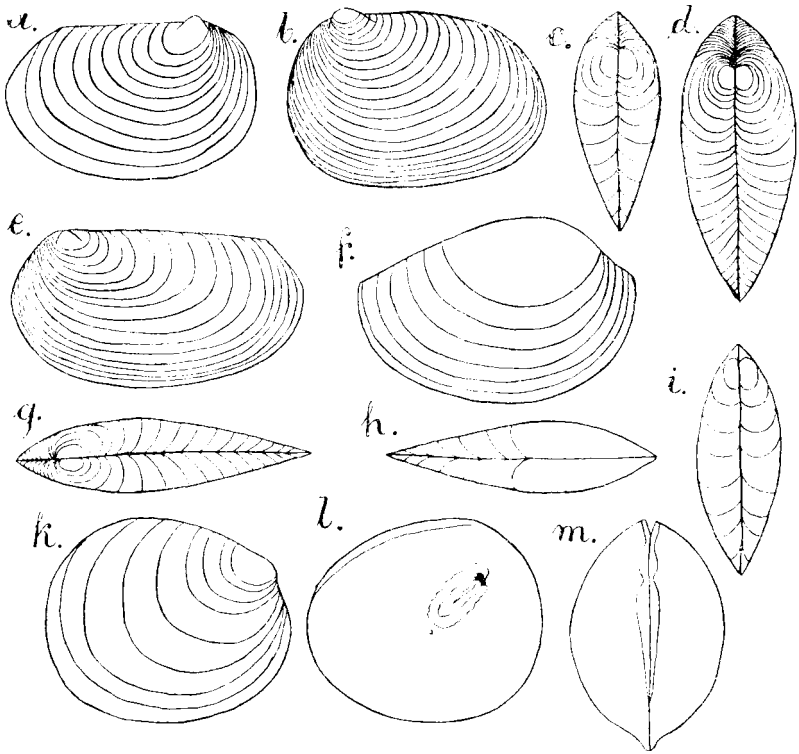
A test rövid, fejre, törzsre és utópotrohra vagy telsonra tagolódott, szarunemű két kagylótól körülfogott; szelvényei elkülönültek, a fej mögött a köpenytől és két záróizomtól a kagylók falazatához rögzített.

A kagylók többé-kevésbé oldalról összenyomottak; oldalról nézve kör-, tojás- vagy négyszögformák, máskor a *Cyclasra*, *Arcára* vagy a *Tellinára* emlékeztetők; fölülről nézve vagy tojás-, vagy többé-kevésbé orsóformák; fölületük nagy, sima, búb vagy köldök (umbo) nélkül, vagy igen különböző számú növekedési övvel, jól fejlett búbal és változatos szerkezettel; a köpenyben a záróizmok rögzülési helye közelében szembetűnő héjmirigygyel.

A fej meglehetősen mozgékony, többé-kevésbé összenyomott, oldalról nézve változó alakú, két oldalán vagy jól fejlett fornixszal, vagy csenevész fornixszal, vagy fornix nélkül. A rostrum vagy hegyes, vagy kerekített, vagy lapátforma, oldalt összenyomott, vagy vékony tüskével fegyverzett, vagy fegyverzetlen. A homlok többé-kevésbé tarajos, leggyakrabban sima, ritkábban a szemek fölött tapadószervvel.

A két összetett szem ülő, többé-kevésbé egygyé olvadt, a homlokszegélyhez közeledett; a mellékszeme festékfoltja változó alakú, az összetett szemek alatt különböző távolságban fekszik.

Az alsó vagy első csáppár a fej hasoldali szegélyének közelében ered, majd rövid, két ízű, némileg bunkós, majd megnyúlt, ízeletlen vagy több ízű, mellső szegélyén érző halmoc-



1. ábra.

a) Cyclasforma kagyló oldalról a *Caenestheriidae* családból (*Caenestheria Sahlbergi* SIM.), 1:5. — b) Tellinaforma kagyló oldalról a *Caenestheriidae* családból (*Cyzicus gihoni* BAIRD.), 1:5. — c) *Caenestheria Sahlbergi* (SIM.) kagylója fölülről. 1:5. — d) *Cyzicus gihoni* (BAIRD.) kagylója fölülről. 1:5. — e) *Arca* forma kagyló oldalról a *Leptestheriidae* családból (*Leptestheria aegyptiaca* DAD.), 1:5. — f) *Eulimnadia Garretti* (RICHT.) kagylója oldalról a *Limnadiidae* családból. 1:5. — g) *Leptestheria aegyptiaca* kagylója fölülről. 1:5. — h) *Eulimnadia Garretti* (RICHT.) kagylója fölülről. 1:5. — i) *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD.) kagylója fölülről. 1:7. — j) *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD.) kagylója oldalról a *Cyclestheriidae* családból. 1:7. — k) *Lynceus brachyurus* O. F. M. ♂ kagylója oldalról a *Lynceidae* családból. 1:10. — l) *Lynceus brachyurus* O. F. M. ♂ kagylója fölülről. 1:10.

kákkal. A felső vagy második csáppár törzsből és két ágból összetett, a fej felső részében ered. A csáptörzs hengeres, elmosódottan sokizű, sörték vagy tüskék több harántsorával fegyverzett. A csápágak végsőcsuk felé fokozatosan vékonyodnak, különbözőképen sokizűek, izeik a mellső szegélyen tüskézettek, a hátulsón hosszú evező, tollas sörtékkal fegyverzetek.

A felső ajak többé-kevésbé lapított, puha, izomzatos, hátulsó végén vagy lekerekített, vagy ujjforma, sörtés nyujtványba folytatódik.

A felső állkapcsok izeletlenek, gyengén ívesek, belső csúcsuk fogacskás, tapogatójuk nincs.

A két alsó állkapocspár izeletlen, tapogatónélküli, az első pár karomszerűen görbült, belső szegélye sörtés és tüskés; a második pár kissé csenevész, de az elsőhöz némileg hasonlít.

A törzs 10--32, lábakat viselő szelvényből összetett. A hátulsó törzsszelvények hátoldalukon vagy csupaszok, vagy különböző számú sörtével és tüskével fegyverzetek; igen ritkán a nőstény három utolsó törzsszelvénye mindkét oldalán abdominális lemezzel.

A telson vagy utópotroh oldalt összenyomott, hátoldalán két hosszú farkisörtével, ritkán a hasoldalon alfelalatti fedővel; az alfelnyílás két oldalán finoman sörtés, vagy különböző mekoraságú tüskékkel szegélyezett lemezt alkot, alsó csúcsán két erős, mozgékony csúcskarommal fegyverzett.

A lábpárok száma 10 -32; kissé változatos szerkezetűek. Valamennyi láb oldalt összenyomott, lemezszerű, hátrafelé fokozatosan kibebbednek, a leghátulsók kissé csenevészek. A nőstények 9—10, vagy még 11, 12, 13, 14, 15 lábpárján is a branchialis epipodit felső szarva petehordozóvá idomult, gyakran branchialis zacskó nélkül. A hímek első, sőt gyakran a második lábpárja is kapcsolólábakká idomult sarlóforma, erős, az exopoditból fejlődött csúcskarommal. A lábpárok csaknem valamennyiének alkotórészei:

1. a belső szegélyen az alap közelében az *állkapcsi karély* (2. ábr. o. p.—*lm*);

2. a belső szegélyen leggyakrabban karélyforma három *enlit* (2. ábr. o. *en*<sup>1</sup>—*en*<sup>3</sup>);

3. az enditák sorát bezáró, leggyakrabban karélyforma *enlo-podit* (2. ábr. o.—*ep*);

4. a hengeres, ízeletlen, vagy két-háromizű *palpus endo-poditalis* (2. ábr. 1. o.—*pe*);

5. a külső szegélyen az alap közelében a *branchialis zacskó* (2. ábr. o.—*sb*);

6. csaknem a külső oldal közepén s a *branchialis zacskó* közelében a kétszarvú *branchialis epipodit* (2. ábr. o.—*cs—ci*);

7. a külső szegély csúcsán a megnyúlt, keskeny, leizelődött *exopodit* (2. ábr. o.—*ex*).

A lábak járulékos részei a him és nőstény első lábpárján néhány genus keretén belül:

1. az *oldali epipoditalis kúp* (2. ábr. o.—*ce*);

2. him és nőstény néhány első lábpárján néhány genus körében a *háromszögletű epipoditalis lemez* (1. ábr. o.—*lt*);

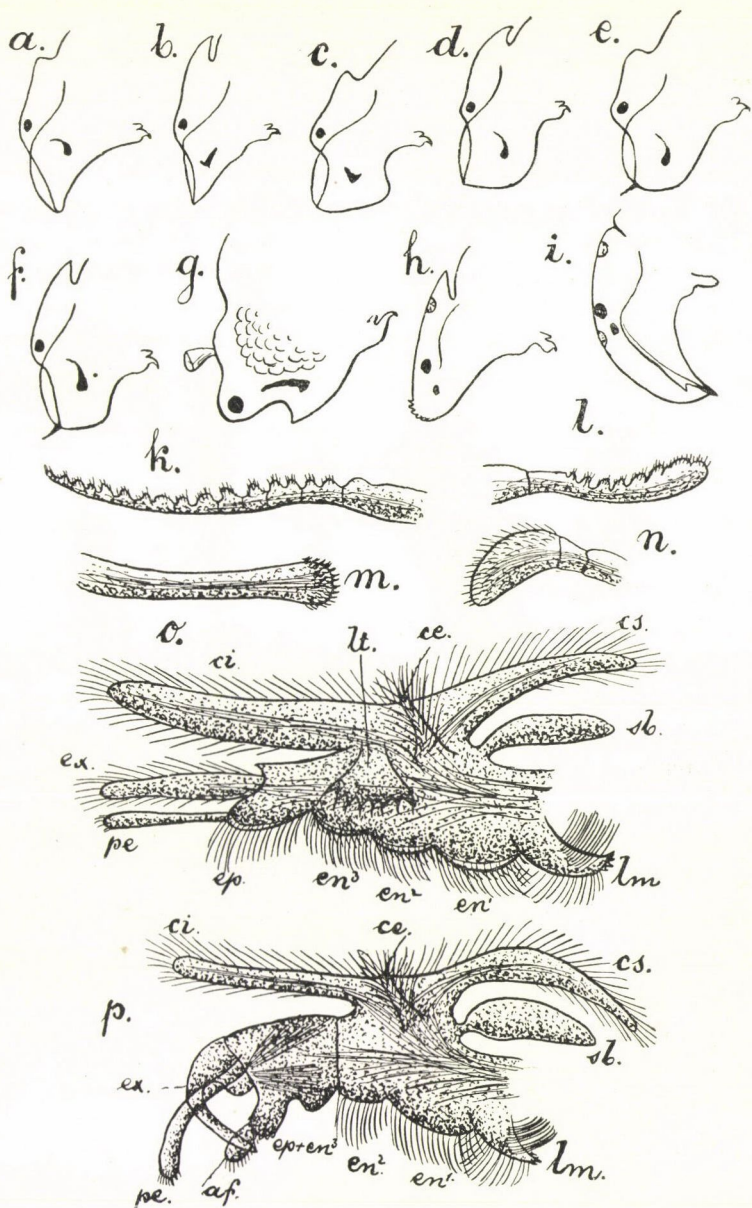
3. a hímek harmadik s a nőstények első lábpárján a harmadik endit csúcsáról néha eredő *palpus enditalis*.

A hímek kapcsoló lábain csak az állkapcsi karély s a két proximalis endit van meg önállóan, a harmadik endit egybenött az endopodittal s az ollóforma csúcsrészletet alkotja (2. ábr. p.—*ep+en<sup>3</sup>*). A kapcsoló lábak csúcsrészlete belső distalis zúgában bunkós és *levélforma függelék*et visel (2. ábra p.—*af*); az *exopodit* leggyakrabban sarlóforma *csúcskarommá* idomult (2. ábra p. *ex*); a lábak többi része a nőstényeihez hasonló.

A pete burka különböző szerkezetű. A fejlődés teljes átalakulással történik, Nauplius-lárvával kezdődik, leggyakrabban a szabadban, ritkán az anya költőüregében meg végbe.

Az alrend képviselői az egész földön tenyésznek, még pedig túlnyomóan ideiglenes, iszapos, édes vizű, ritkábban konyhasós vizű medencékben.

A *Phyllo-poda conchostraca*-alrend körébe tartozó fajokat a bűvárok az idők folyamán két, három vagy négy családba csoportosították. Legújabban Sars G. O. az *Estheriidae*-, *Limnadiidae*-, *Cyclestheriidae*- és *Limnetidae*-családot különbözteti meg. A családok megkülönböztetésénél némileg én is Sars G. O. nyomdokát követem, de a fajokat már 5 családba csoportosítom, mint az az alábbi meghatározó táblázatból is kitűnik.



2. ábra.

a) *Caenestheria Davidi* (SIM.) ♂ feje oldalról. 1:5. — b) *Caenestheriella Belfragei* (PACK.) ♂ feje oldalról. 1:5. — c) *Eocyclus latirostris* DAD. ♂ feje oldalról. 1:10. — d) *Cyzicus tetracerus* (KRYN.) ♂ feje oldalról. 1:5. — e) *Eoleptestheria ticinensis* (CRIRW.) ♂ feje oldalról. 1:5. — f) *Leptestheria dahalacensis* (RÜPP.) ♂ feje oldalról. 1:5. — g) *Limnadia lenticularis* (L.) ♀ feje oldalról. 1:10. — h) *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD.) ♀ feje oldalról. REICH. Oc. I. Obj. 0. — i) *Lynceus brachyurus* O. F. M. ♀ feje oldalról. 1:10. — k) *Caenestheriidae*-család alsó csápjja. REICH. Oc. I. Obj. 2. — l) *Limnadiidae*-család alsó csápjja. REICH. Oc. I. Obj. 2. — m) *Cyclestheriidae*-család alsó csápjja. REICH. Oc. I. Obj. 4. — n) *Lynceidae*-család alsó csápjja. REICH. Oc. I. Obj. 2. — o) *Leptestheria dahalacensis* (RÜPP.) ♀ első lába. REICH. Oc. Obj. 0. — p) *Leptestheria dahalacensis* (RÜPP.) ♂ első lába. REICH. Oc. I. Obj. 6.

*A Phyllopora conchostraca-alrend családjainak meghatározó táblázata.*

1. A kagylók kevés vagy sok növekedési övvel; a lábpárak száma 16—32; a telson többé-kevésbé megnyúlt, alfeli szégyei tüskések, két erős csúcskarommal... — — — — — 2.  
A kagylók növekedési övek nélkül; a lábpárak száma 10—12; a hím első lábpárja, ritkán az egyik második láb is, kapcsolóvá módosult; a telson megrövidült, szőrös, csúcskarmok nélkül, az alsó csáppár rövid, kétizű.

Csal. *Lynceidae* (SARS).

2. A fej homloka egyszerű, függelék nélkül; a hímek egy vagy két lába kapcsolóvá módosult... — — — — — 3.  
A fej homlokfüggelékkal; a hímek két első lábpárja kapcsolóvá módosult: 17—32 lábpár; a fej fornix nélkül

Csal. *Limnadiidae* SARS.

3. Lábpár 20—27; a hím két első lábpárja módosult; a fej jól fejlett fornix-szal; az alsó csápok izeltek, érző karélyokkal 4.  
Lábpár 16; a hím első lábpárja kapcsolóvá módosult; a fej esenevész fornix-szal; az alsó csápok izeletlenek, érző csúcsbunkóval — — — — — Csal. *Cyclestheriidae* SARS.

4. A rostrum csúcsa egyszerű; a lábak valamennyien oldali epipoditalis háromszögű lemez nélkül; a nőstényeknek csupán 9—10. lábpárján módosult a branchialis epipodit felső szarva ostorforma petehordozóvá.

Csal. *Caenestheriidae* DAD. n. fam.

5. A rostrum csúcsa vékony tüskével fegyverzett; a lábak oldali epipoditalis háromszögletű lemezzel; a nőstényeknek 9—15 lábpárja petehordozó; a 9. lábpár branchialis epipoditjának felső szarva ostorforma, a 10—15 lábpáré hengeres.

Csal. *Leptestheriidae* DAD. nov. fam.

A megelőző táblázatban feltüntetett öt család közül a *Limnadiidae*- és *Cyclestheriidae*-család megfelel a SARS G. O.-féléknek, a *Lynceidae*-család egyenlő értékű a SARS G. O. *Limnadiidae*-családjával, míg a *Caenestheriidae*- és *Leptestheriidae*-család együtt a SARS G. O.-féle *Estheriidae*-családot képviseli.



A megelőző táblázatban feltüntetett öt családból ez idő szerint 14 genus ismeretes, a melyek maguk és fajaik családonként a következő összeállítás alapján ismerhetők fel, illetőleg különböztethetők meg.

I. Csal. CAENESTHERIIDAE DAD. n. fam.

1. A him és nőtény rostruma összenyomott, keskeny, hegyes 2.  
A him rostruma összenyomott, széles, lapátforma, a nőtényé keskeny — — — — — 3.
2. A fej occipitalis csúcsa a himen és nőtényen rövid, többé-kevésbbé szélesen kerekített Nem. *Caenestheria* DAD. n. gen.  
A fej occipitalis csúcsa a himen és nőtényen megnyúlt, keskeny és hegyes — — Nem. *Caenestheriella* DAD. n. gen.
3. A fej occipitalis csúcsa mindkét ivaregyémen többé-kevésbbé szélesen kerekített, rövid — — Nem. *Eocycticus* DAD. n. gen.  
A fej occipitalis csúcsa mindkét ivaregyémen többé-kevésbbé megnyúlt, keskeny, hegyes — — — Nem. *Cyzicus* AUD.-DAD.

A «*Caenestheriidae*»-családnevet illetőleg szükségesnek látom az alábbi magyarázattal szolgálni.

A *Caenestheriidae*-család köre általános jellemvonásai tekintetében némileg egyezik a Sars G. O.-féle «*Estheriidae*» családdal, de eltér ettől első sorban abban, hogy hiányzik belőle a *Leptestheria* Sars-genus, melynek helyére más genusok lépnek; másodsorban pedig abban, hogy az *Estheria*-genus nevet a modern nomenclaturai szabályoknak megfelelőleg a *Cyzicus* AUD.-DAD. genus név helyettesíti.

Az *Estheria*-genus név hiányozását a *Caenestheriidae*-család s általában a *Phyllopora conchostraca*-alrend köréből, illetőleg ennek mindezekből való törlését szükségessé teszi az a körülmény, hogy az *Estheria*-genus nevet ROBINEAU-DESVOIDY már 1830-ban, tehát nyolcz évvel korábban, mint a hogy STRAUSS-DÜRCKHEIM leírta az *Estheria dahalacensis*-fajt, egy *Diptera*-csoport megjelölésére alkalmazta s így az a *Phyllopora conchostraca*-alrend körében genus név gyanánt nem szerepelhet.

Az «*Estheria*»-genus névnek a *Phyllopora conchostraca*-

alrend köréből való törlése természetesen involválja az «*Estheriidae*»-családnév törlését s egy új családnév alkalmazását, a mely czélből a «*Caenestheriidae*» nevet tartom a legalkalmasabbnak.

A «*Caenestheriidae*»-család nevet a *Caenestheria*-genus névből alkottam, egyfelől azért, mert e genusnak fajait fejlettségük fokára való tekintettel én a magam részéről legősibbeknek, bizonyos fokig lárvaállapoton visszamaradtaknak tekintem; másfelől pedig azért, mert ily úton mégis fenntartható a zoológiában és palaeozológiában ez ideig általánosan alkalmazott *Estheria*-név legalább módosulataiban, minő pl. a *Leptestheria*, *Cyclestheria* stb.

A «*Caenestheriidae*»-családnév alkalmazását azonban még azért is helyénvalónak vélem, mert így a fossilis fajok befogadására, ellentét gyanánt, czélszerűen felhasználhatjuk a «*Palaeestheriidae*»-családnevet, a melyet a palaeozológiában az *Estheriidae*-családnév helyettesítésére ajánlok. Ezzel kapcsolatosan a palaeozológiából is eltűnik az *Estheria*-genus és helyére a *Palaeestheria* lép.

Gen. CAENESTHERIA DAD.

1. A him és nőtény kagylóin a hátoldali és a hátulsó szegély észrevehető zúgot alkot, cyclasformák — — — — — *Cycladiformes* 2.  
A him kagylóin a hátoldali és a hátulsó szegély észrevehető zúgot alkot, a nőtényein ellenben észrevétlenül megy át egymásba — — — — — *Biformes* 9.  
A him és nőtény kagylóin a hátoldali és a hátulsó szegély észrevétlenül megy át egymásba; tellinaformák  
*Tellinaeformes* 10.
2. A nőtény első lábárja palpus enditalis nélkül — — — — — 3.  
A nőtény első lábárja palpus enditalisszal — — — — — 8.
3. A törzs 16—20 hátulsó szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével — — — — — 4.  
A törzs utolsó 5 szelvénye hátoldalán csupasz; a him 3. lábárja palpus enditalis nélkül; a him első lábárjának apicalis részletén a belső szegély a csücsbunkó alapja közelében meglehetősen mélyen öblözött — *Caenestheria Sarsi* SAYCE O. A.
4. A törzs hátulsó 17—20 szelvénye hátoldalán tüskékkel és sörtékkel fegyverzett — — — — — 5.

A törzs hátulsó 16 szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével; a kagylók falazata gyéren szemecskés

*Caenestheria siberica* DAD. n. sp.

5. A him második lábpárjának csúcsrészlete oldalán sima . . . 6.

A him második lábpárjának csúcsrészlete oldalán a csúcshüvely alapja közelében finom sörték harántsorával, a palpus endopoditalis alapján sörtepamatos halommal; a him második lábpárjának csúcsrészletén a belső szegély a csúcshüvely alapja közelében ép, az első lábpárral szembe szélesen öblös . . . . . *Caenestheria syriaca* DAD. n. sp.

6. A him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül . . . . . 7.

A him harmadik lábpárja palpus enditalisszal; a nőstény 9—10 lábpárja jól fejlett palpus endipoditalisszal; a telson anális szegélytüskéi simák; a törzs 17 hátulsó szelvénye fegyverzett . . . . . *Caenestheria consors* DAD. n. sp.

7. A him fején a rostrum hasoldali szegélye szélesen íves; a

lábak branchialis epipoditjának szegélye ép; a nőstény 9—10 lábpárja palpus endopoditalis nélkül; a telson anális szegélytüskéi érdesek: a peték burka sugaras pálczikákkal fegyverzett . . . . . *Caenestheria inopinata* DAD. n. sp.

A him fején a rostrum hasoldali szegélye egyenes; a lábak branchialis epipoditja csipkézett szegélyű; a nőstény 9—10 lábpárja palpus enditalisszal; a telson anális szegélytüskéi simák; a peteburok kis halmocskákkal fegyverzett

*Caenestheria Davidi* (SIM.).

8. A him második lábpárján a csúcsrészlet a csúcsbunkó alapja

közelében oldalt 8 finom, hosszú sörtével egy haránt sorban; a him harmadik lábpárja jól fejlett palpus enditalisszal; a kagylók falazata terecskés és szemecskés; a peteburok sima; a törzs 17 hátulsó szelvénye hátoldalán fegyverzett . . . . . *Caenestheria Immsi* DAD. n. sp.

A him második lábpárjának csúcsrészlete oldalán sima; a him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a kagylók fala durván szemecskés; a peteburok sugaras pálczikákkal; a törzs hátulsó 17 szelvénye hátoldalán fegyverzett

*Caenestheria Skorikowi* DAD. n. sp.

9. A him második lábpárján a csúcsrészlet sima; a him har-

- madik lábpárja palpus enditalisszal, úgy a nőtény első lábpárja is; a törzs 15 hátulsó szelvénye fegyverzett; a peteburok vonalas — — — — — *Caenestheria Sahlbergi* (SIM.).
10. A törzs 15, 16 vagy 18 hátulsó szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével fegyverzett — — — — — 11. A törzs 5 utolsó szelvénye hátoldalán csupasz; a him harmadik lábpárja palpus enditalisszal; a him első lábpárján a csücsrésztet belső szegélye a csücsbunkó alapja közelében elmosódottan öblös; a him második lábpárján a csücsrésztet oldalt sima — — — — — *Caenestheria lutraria* (BRADY).
11. A törzs 15 hátulsó szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével — — — — — 12. A törzs 16 hátulsó szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével — — — — — 13. A törzs 18 hátulsó szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével — — — — — 14.
12. Az occipitalis csücs széles, kerekített; a him második lábpárján a csücsrésztet oldalán sima; a him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a nőtény első lábpárja palpus enditalisszal — — — — — *Caenestheria propinqua* (SARS).
13. Az occipitalis csücs meglehetősen szélesen kerekített; a telson analis szegélytüskéi kissé különbözőek; a kagylók falazata meglehetősen tömötten hálózatos *Caenestheria elliptica* (SARS). Az occipitalis csücs némileg derékszögű; a telson analis szegélytüskéi igen különböző nagyok; a kagylók falazata «pikkelyes»? — — — — — *Caenestheria australis* (LOV).
14. A him második lábpárján a csücsrésztet oldalán sima; a him harmadik s a nőtény első lábpárja palpus enditalis nélkül; a him rostruma meglehetősen széles, csücsa kerekített; a peteburok vonalas

*Caenestheria Bowleri* DAD. n. sp.

Elégtelenül ismert faj — — — *Caenestheria dictyon* SP. ET H.

Gen. CAENESTHERIELLA DAD. n. gen.

1. A him és nőtény kagylói oldalról nézve némileg cyclasformák, hátoldali és hátulsó szegélyük észrevehető zúgot alkot — — — — — *Cycladiformes* 2.

- A him kagylóinak hátoldali és hátulsó szegélye észrevétlenül megy át egymásba, a nőstényéié ellenben észrevehető zúgot alkot — — — — — *Biformes* 16.  
 A him és nőstény kagylói oldalról nézve többé-kevésbé tellinaformák, hátoldali és hátulsó szegélyük észrevétlenül megy át egymásba — — — — — *Tellinaeformes* 17.
2. A nőstény első lábpárja palpus enditalisszal — — — — — 3.  
 A nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül — — — — — 5.
3. A nőstény rostruma hegyes, csúcsa egyszerű — — — — — 4.  
 A nőstény rostruma csúcán meglehetősen erős aláirányuló tüskével; a kagylók fiatalabb növekedési övei finoman szemecskések, keskeny, ágas, haránt irányú, átlátszó hézagokkal, szegélyükön sörtések és tüskések  
*Caenestheriella paradoxa* DAD. n. sp.
4. A him második lábpárján a csúcsrészlet oldalán a végbunkó alapja közelében harántsorban elhelyezett finom, hosszú sörtékkel; a him harmadik lábpárja rövid palpus enditalisszal; a telson analis szegélytüskéi érdesek; a kagylók falazata finoman szemecskés, szétszórt, kerek, világos foltokkal; a peteburok szemecskés — — — — — *Caenestheriella Belfragéi* (PACK.).  
 A him második lábpárján a csúcsrészlet oldalán sima; a him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a telson analis szegélytüskéi simák; a kagylók falazata finoman szemecskés, átlátszó, haránt hézagocskákkal; a peteburok vonalas — — — — — *Caenestheriella Packardii* (BRADY).
5. A kagylók falazata szétszórtan szemecskés vagy pontozott 6.  
 A kagylók falazata szétszórtan szemecskés, átlátszó, kerek terecskéekkel — — — — — 12.  
 A kagylók falazata finoman szemecskés, átlátszó, leggyakrabban ágas, haránt hézagocskákkal — — — — — 13.
6. Valamennyi láb branchialis epipoditja épszegélyű — — — — — 7.  
 Valamennyi láb branchialis epipoditja csipkés szegélyű; a nőstény 10. lábpárja orsóforma palpus endopoditalisszal; a telson analis szegélytüskéi vékonyak, érdesek  
*Caenestheriella vidua* DAD. n. sp.
7. A him első lábpárján a csúcsrészlet sima — — — — — 8.  
 A him első lábpárján a csúcsrészlet oldalán a végbunkó

közelében két hosszú sörte; belső szegélye elmosódottan, szélesen öblös; a telson szegélytüskéi érdesek

*Caenestheriella gifuensis* (ISH.).

8. A him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül — — — 9.  
A him harmadik lábpárja palpus enditalisszal; a nőstény  
10. lábpárja rövid, csenevész palpus endopoditalisszal; a  
telson analis szegélytüskéi különböző nagyok, érdesek

*Caenestheriella educta* DAD.

9. A him második lábpárján a csücsrésztlet oldala sima — 10.  
A him második lábpárján a belső szegély egyenes, a vég-  
bunkó alapja közelében harántsorban hosszú, vékony sör-  
tékkal, a palpus endopoditalis alapján sörtepatamos hal-  
mocskával; a telson analis szegélytüskéi egyenlőtlenek, érde-  
sek — — — — — *Caenestheriella Grubei* (SIM).

10. A kagylók felső-hátulsó zúga egyszerű — — — — — 11.  
A kagylók felső-hátulsó zúga megnyúlt; a him első láb-  
párján a csücsrésztlet belső szegélye a végbunkó közelében  
kivált, kiemelkedő, széles halommal; a telson analis sze-  
gélytüskéi meglehetősen vékonyak, fokozatosan növekednek,  
érdesek — — — — — *Caenestheriella Bucheti* DAD. n. sp.

11. A törzs hátulsó 15 szelvénye hátoldalán fegyverzett; a him  
első lábpárján a csücsrésztlet belső szegélyének közepén el-  
mosódott halommal, a végbunkó alapja közelében kissé szé-  
lesen öblös — — — — — *Caenestheriella Morsei* (PACK).  
A törzs hátulsó 18 szelvénye hátoldalán fegyverzett; a him  
első lábpárján a csücsrésztlet belső szegélye a végbunkó  
alapja közelében meglehetősen mélyen vajt, keskeny, erős  
bunkóval — — — — — *Caenestheriella variabilis* DAD. n. sp.

12. A kagylók falazatának idősebb növekedési övei durván szem-  
ecskések, fiatalabb övei finoman szemecskések, kerek, át-  
látszó foltocskákkal; a telson analis szegélytüskéi fokoza-  
tan nagyobbodnak, vékonyak, érdesek; a peteburok kerek  
likacskákkal — — — — — *Caenestheriella rubra* DAD. n. sp.

13. A him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül — — 14.  
A him harmadik lábpárja palpus enditalisszal; a him ros-  
truma meglehetősen széles, csúcsa kerekített; a him második  
lábpárján a csücsrésztlet belső szegélyének közepén szélesen

- kerekített halommal; a peteburok vonalas és kerek pontokkal fedett — — — — — *Caenestheriella Joubini* DAD. n. sp.
14. Valamennyi lábpár branchialis epipoditja csipkés szegélyű 15. Valamennyi lábpár branchialis epipoditja épszegélyű; a hím rostruma keskeny, hegyes; a hím második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye egyenes; a peteburok vonalas  
*Caenestheriella Ehrenbergi* DAD. n. sp.
15. A hím rostruma rövid, meglehetősen széles, hasoldali szegélye egyenes; a hím második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye szélesen öblös; a telson anális szegélytűskéi vékonyak, érdesek, fokozatosan hosszabbodnak; a peteburok szemecskés — — — — — *Caenestheriella indica* (GURN.). A hím rostruma megnyúlt, keskeny, hasoldali szegélye szélesen öblös; a hím második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye egyenes; a telson anális szegélytűskéi vékonyak, érdesek, különböző nagyok  
*Caenestheriella Annandalei* DAD. n. sp.
16. A nőtény első s a hím harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a hím első lábpárján a csücsrészlet belső szegélye elmosódottan, szélesen öblös, a peteburok vonalas és pontozott — — — — — *Caenestheriella crinita* (THIELE).
17. A kagylók falazata finoman szemecskés, különbözőképen elágazott, átlátszó, haránt hézagokkal — — — — — 18. A kagylók falazata finoman szemecskés, átlátszó, kerek foltocskákkal és szegélyoszlopocskákkal; valamennyi lábpár branchialis epipoditja épszegélyű; a telson néhány proximalis anális szegélytűskéje a többinél nagyobb, érdes  
*Caenestheriella madagascariensis* DAD. n. sp.
18. A hím rostruma rövid; a hím harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül — — — — — 19. A hím rostruma megnyúlt, keskeny, hegyes; a hím harmadik lábpárja palpus enditalissal; a telson anális szegélytűskéi különböző nagyok, érdesek; a peteburok vonalas  
*Caenestheriella Elizabethae* (SARS).
19. A hím rostruma meglehetősen széles; a hím második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye egyenes; a telson anális

szegélytüskéi egyformák, vékonyak, érdesek; a kagylók növekedési övei sima szegélyűek

*Caenestheriella donaciformis* (BAIRD).

A hím rostruma keskeny; a hím második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó közelében keskenyen és mélyen vájt; a telson analis szegélytüskéi fokozatosan növekednek, vékonyak, érdesek; a kagylók növekedési öveinek szegélye tüskés — — *Caenestheriella echinata* DAD. n. sp. Elégtelenül ismert faj — — *Caenestheriella Boysi* (BAIRD).

*Caenestheriella similis* (BAIRD).

*Caenestheriella gubernator* (KLUNZ).

Gen. EOCYZICUS DAD.

1. A hím és nőtény kagylói oldalról nézve cyclasformák, hátoldali és hátulsó szegélyük zúgot alkot — *Cycladiformes* 2. A hím és nőtény kagylói oldalról nézve elütő alakúak, vagy cyclasformák, hátoldali és hátulsó szegélyük zúgot alkot, vagy tellinaformák, hátoldali és hátulsó szegélyük észrevétlenül megy át egymásba — — — — — *Biformes* 3. A hím és nőtény kagylói oldalról nézve tellinaformák, hátoldali és hátulsó szegélyük észrevétlenül megy át egymásba *Tellinaeformes* 6.
2. A nőtény occipitalis csúcsa kissé megnyúlt, hegyesen kerekített; a nőtény rostruma keskeny, hegyes; a hím két első lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében gyengén mélyedt; a lábpárok megnyúlt, nagy branchialis zacskóval — — — — — *Eocyzicus Diqueti* (RICH.). A nőtény occipitalis csúcsa rövid, szélesen kerekített; a nőtény rostruma meglehetősen széles, elmetezett csücsű; a hím két első lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében mélyen vájt; a lábpárok branchialis zacskója keskeny, rövid — — *Eocyzicus Klunzingeri* (WOLF).
3. A hím második lábpárján a csücsrészlet oldala egyszerű 4. A hím második lábpárján a csücsrészlet oldalán a végbunkó tövén 6 vékony, hosszú sörte; a hím harmadik s a



- nőstény első lábpárja palpus enditalissal; a kagylók falazata terecskés — — — — — *Eocycticus Bouvieri* DAD. n. sp.
4. A nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül, a 10. lábpár palpus enditalissal — — — — — 5. A nőstény első lábpárja palpus enditalissal, a 10. lábpár palpus endopoditalis nélkül; a kagylók falazata csoportosan, finoman szemecskés — — *Eocycticus orientalis* DAD. n. sp.
5. A nőstény rostruma kerekített csúcsú, a hímé lapátforma, hátulsó csúcsa szélesen kerekített; a kagylók falazata csoportosan, finoman szemecskés; a peteburok sima  
*Eocycticus Vanhöfferi* DAD. n. sp.  
A nőstény rostruma hegyes csúcsú, a hímé némileg derékszögű; a kagylók falazata elszórtan, finoman szemecskés; a peték burka sugaras pálczikákkal fegyverzett  
*Eocycticus Perrieri* DAD. n. sp.
6. A kagylók falazata szétszórtan, finoman szemecskés — — 7. A kagylók falazata csoportosan, finoman szemecskés; a nőstény rostruma csúcsán szélesen kerekített; a nőstény 10. lába rövid palpus endopoditalisszal  
*Eocycticus latirostris* DAD. n. sp.
7. A nőstény rostruma keskenyen kerekített csúcsú; a hímének hátulsó zuga derékszögű; a hím két első lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében mélyen vájt; a törzs néhány középső szelvénye hátoldalán sörtékkal; a telson analis szegélytüskéi vékonyak, érdesek  
*Eocycticus irritans* (WOLF).  
A nőstény rostruma hegyes csúcsú, a hímének hátulsó zuga kerekített; a hím két első lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében elmosódottan öblös; a törzs hátulsó és néhány középső szelvénye hátoldalán egyetlen tüskével; a telson analis szegélytüskéi különböző nagyok, simák — — — — — *Eocycticus obliquus* (SARS).

Gen. CYZICUS AUD.-DAD.

1. A hím második lábpárján a csúcsrészlet a végbunkó alapja közelében hosszú, vékony sörtékkal különbözően fegyverzett  
*Trichocycticus* n. subgen. 2.

- A hím második lábpárján a csúcsrészlet oldalán hosszú sörték nélkül — — — — — *Gymnocyzicus* n. subgen. 9.
2. A hím és nőstény kagylói felső, hátulsó zúg nélkül, a hátoldali és hátulsó szegély észrevétlenül megy át egymásba  
*Tellinaeiformes* 3.  
A hím kagylói felső, hátulsó zúg nélkül, a nőstényei felső hátulsó zúggal — — — — — *Biformes* 6.  
A hím és nőstény kagylói felső, hátulsó zúggal, a hátoldali és a hátulsó szegély többé-kevésbé tompa és kiálló szöveget alkot — — — — — *Cycladiformes* 7.
3. A hím harmadik lábpárja palpus enditalissal — — — — — 4.  
A hím harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a törzs hátulsó 16 szelvénye hátoldalán változó számú tüskével és sörtével; a kagylók csaknem a középre húzódott nagy umbóval  
*Cyzicus Jonesi* (BAIRD).
4. A nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül — — — — — 5.  
A nőstény első lábpárja jól fejlett palpus enditalissal; a nőstény 10. lábpárja palpus endopoditalis nélkül  
*Cyzicus romanus* DAD. n. sp.
5. A hím második lábpárján a csúcsrészlet a végbunkó alapja közelében 4 hosszú, vékony sörtével; a nőstény 10. lábpárja palpus endopoditalis nélkül; a telson felső csúcsa tüske nélkül; a peteburok sugarasan emelkedő pálezikákkal  
*Cyzicus californicus* (PACK.).  
A hím második lábpárján a csúcsrészlet a végbunkó alapja közelében 8 hosszú, vékony sörtével; a nőstény 10. lábpárja jól fejlett palpus endopoditalissal; a telson felső csúcsa erős tüskével; a peték burka vonalas  
*Cyzicus mexicanus* (CLS.).
6. A hím második lábpárján a csúcsrészlet a végbunkó alapja közelében 4 hosszú, vékony sörtével; a hím harmadik lábpárja jól fejlett palpus enditalissal; a nőstény 10. lábpárja igen rövid palpus endopoditalissal  
*Cyzicus Borceai* DAD. n. sp.
7. A hím harmadik lábpárja jól fejlett palpus enditalissal 8.  
A hím harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a hím második lábpárján a csúcsrészlet a végbunkó alapján 10

hosszú, vékony sörtével; a nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül, a 10. lábpárja pedig jól fejlett palpus endopoditalisszal; a him második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében kiemelkedő halommal; a telson analis szegélytüskéi simák

*Cyzicus algericus* DAD. n. sp.

8. A nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül; a nőstény 10. lábpárja hosszú palpus endopoditalisszal; a him második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye egyenes, lejtős: a törzs hátulsó 20 szelvénye hátoldalán tüskés és sörtés

*Cyzicus Seuruti* DAD. n. sp.

A nőstény első lábpárja jól fejlett palpus enditalisszal; a nőstény 10. lábpárja rövid palpus endopoditalisszal; a him második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye csaknem közepén széles halommal; a törzs hátulsó 18 szelvénye hátoldalán fegyverzett

*Cyzicus hungaricus* DAD. n. sp.

9. A him és nőstény kagylói felső hátulsó zúg nélkül, hátoldali szegélyük észrevétlenül megy át a hátulsóba

*Tellinaeiformes* 10.

A nőstény kagylói felső hátulsó zúg nélkül, hátoldali és hátulsó szegélyük észrevétlenül megy át egymásba; a híméi ellenben felső hátulsó zúggal, a hátoldali és hátulsó szegély szöget alkot

*Biformes* 15.

A him és nőstény kagylói felső hátulsó zúggal, a hátoldali és hátulsó szegély észrevehető szöget alkot

*Cycladiformes* 16.

10. A him harmadik lábpárja jól fejlett palpus enditalisszal 11.

A him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül 13.

11. A nőstény első lábpárja jól fejlett palpus enditalisszal 12.

A nőstény első lábpárja palpus enditalis nélkül, a 10. lábpár palpus endopoditalis nélkül; a him két első lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében kissé kiemelkedő halommal; a telson analis szegélytüskéi simák

*Cyzicus fallax* DAD. n. sp.

12. A nőstény 10. lábpárja jól fejlett palpus endopoditalisszal; a him második lábpárján a csücsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében szélesen öblös, gyengén kiemel-

- kedő széles halommal; a nőtény kagylóinak hátoldali szegélye szélesen íves — — — — — *Cyzicus tetracerus* (KRYN.). A nőtény 10. lába palpus endopoditalis nélkül; a him második lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye egészben szélesen öblös, halom nélkül; a nőtény kagylóinak hátoldali szegélye egyenes — — — — — *Cyzicus intermedius* DAD. n. sp.
13. A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye vagy egyenes, egészben szélesen öblös, vagy a végbunkó alapja közelében mélyen öblös — — — — — 14. A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében erősen vajt, hegyes halommal; a telson analis szegélytüskéi simák  
*Cyzicus aegyptiacus* DAD. n. sp.
14. A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében mélyen öblös; a kagylók falazata finoman szemecskés; a peteburok sugarasan álló pálczikákkal  
*Cyzicus dubiosus* DAD. n. sp.  
A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye egyenes, egészben elmosódottan öblös; a kagylók falazata finoman szemecskés, keskeny, ágas, haránt, átlátszó hézagokkal; a peteburok halmocskákkal borított  
*Cyzicus sibericus* DAD. n. sp.
15. A nőtény első s a him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a nőtény 10. lábpárja palpus endopoditalisszal; a him 2. lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében többé-kevésbé öblös; a telson szegélytüskéi simák — — — — — *Cyzicus Gihoni* (BAIRD).
16. A him harmadik lábpárja jól fejlett palpus enditalisszal 17. A him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül — — 18.
18. A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében erősen vajt, éles halommal; a telson analis szegélytüskéi simák; a törzs 18 hátulsó szelvénye fegyverzett — — — — — *Cyzicus Simoni* DAD. n. sp.  
A him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében elmosódottan öblös, alacsony, széles halommal; a telson analis szegélytüskéi érdesek; a törzs hátulsó 16 szelvénye fegyverzett — *Cyzicus Chyzeri* DAD. n. sp.



1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélyén meglehetősen széles halom; a nőstény rostruma hegyes

*Eoleptestheseria ticinensis* (CRIV.).

A hím kagylói oldalról nézve arcaformák, a hátoldali és hátulsó szegély tompa zúgot alkot; a kagylók falazata terecskés, a terecskék finoman pontozottak; a hím 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye meglehetősen hegyes halommal; a nőstény rostruma kerekített csúcsú

*Eoleptestheseria chinensis* DAD. n. sp.

Gen. LEPTESTHERIA Sars-DAD.

1. A nőstény 10—11 lábpárján a branchialis epipodit felső szarva hengeres, sima, petehordozóvá módosult... .. 2.  
A nőstény 10—12 lábpárján a branchialis epipodit felső szarva hengeres, sima, petehordozóvá módosult... .. 9.  
A nőstény 10—13 lábpárján a branchialis epipodit felső szarva hengeres, sima, petehordozóvá módosult... .. 10.  
A nőstény 10—14 lábpárján a branchialis epipodit felső szarva hengeres, sima, petehordozóvá módosult... .. 11.  
A nőstény 10—15 lábpárján a branchialis epipodit felső szarva hengeres, csupasz, petehordozóvá módosult... .. 13.
2. A törzs néhány hátulsó szelvénye hátoldalán csupasz, míg néhány előttük való hátoldalán apró tüskékkel fegyverzett 3.  
A törzs négy utolsó szelvénye hátoldalán tömötten sörtés, a megelőzők változó számú tüskével fegyverzettek... .. 5.  
A törzs néhány hátulsó szelvénye hátoldalán tüskékkel vagy sörtékkel fegyverzett... .. 6.
3. A hím 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében meglehetősen öblös, kiálló halommal... .. 4.  
A hím első lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében meglehetősen öblös, kiálló halommal, a második lábpáré ellenben szélesen, gyengén öblös, halom nélkül; a hím rostruma keskeny, hegyes; a kagylók falazata terecskés, a terecskék simák

*Leptestheseria Braueri* DAD. n. sp.

4. A him rostruma keskeny, kerekített csúcsú; a nőtény homlokszegélye a szemek fölött gyengén íves; a him harmadik lábpárja palpus enditalis nélkül; a kagylók idősebb növekedési övei simák, a fiatalabbak ellenben csoportosan finoman szemecskések ... .. *Leptestheria gigantea* (WOLF). A him rostruma széles, csúcsa elmetszett; a nőtény homlokszegélye a szemek fölött legnagyobb részében szélesen íves, a szemek közelében ellenben mélyedt; a him harmadik lábpárja palpus enditalissal; a kagylók idősebb növekedési övei sima terecskékkal, a középsők és a fiatalabbak terecskéi vonalások ... .. *Leptestheria Mayeti* (SIM.).
5. A kagylók a hátoldali szegély közepe mögött púposak, falazatuk terecskés, a terecskék simák; a homlokszegély a szemek fölött szélesen íves *Leptestheria heterochaeta* DAD. n. sp.
6. A him feje többé-kevésbé háromszögű; a rostrum csúcsa hegyesen kerekített ... .. 7. A him feje oldalról nézve négyszögletű; a rostrum széles, lapátforma; a him kagylóin a hátoldali és hátulsó szegély tompa zúgot alkot, a nőtényéin ellenben észrevétlenül mennek át egymásba; a kagylók idősebb növekedési övei terecskések, a terecskék szemecskések, a fiatalabb övek ellenben szétszórtan szemecskések ... *Leptestheria Pestai* DAD. n. sp.
7. A nőtény homlokszegélye a szemek fölött felső felében gyengén íves; az alsóban ellenben gyengén öblös ... .. 8. A nőtény homlokszegélye a szemek fölött gyengén íves; a him rostruma tömötten sörtés, parányi sörtékkal; a nőtény első lábpárján a branchialis epipodit felső szarva csúcsán szélesen kerekített; a mellékszeme festékfoltja pálczikaforma ... .. *Leptestheria siliqua* SARR.
8. A kagylók hátoldali és hátulsó szegélye észrevétlenül megy át egymásba; falazatuk sima, sokszögletű terecskékkal; a mellékszeme festékfoltja üstökösforma  
*Leptestheria Vanhöffeni* DAD. n. sp.  
 A kagylók hátoldali és hátulsó szegélye zúgot alkot, falazatuk terecskés, a terecskék durván szemecskések; a mellékszeme festékfoltja némileg kúpforma  
*Leptestheria venezuelica* DAD. n. sp.

9. A kagylók hátoldali és hátulsó szegélye tompa vagy kerekített zúgot alkot; a hím rostruma széles, némileg lapátforma; a hím hátulsó három szelvénye hátoldalán csupasz; a telson analis szegélytüskéi különböző nagyok, simák; a kagylók falazata terecskés, a terecskék megnyúltak, hálózatosak

*Leptestheria compleximana* (PACK.).

10. A hím 2—4 utolsó törzsszelvénye hátoldalán sima, néhány megelőző ellenben változó számú kis tüskével fegyverzett; a telson analis szegélytüskéi csaknem egyformák, érdesek; a kagylók falazata terecskés, a terecskék tömötten hálózatosak

*Leptestheria tenuis* SARRS.

A hím 6 hátulsó törzsszelvénye a hátoldalon változó számú apró tüskével, néhány következő szelvény ellenben sörtékkel fegyverzett; a telson analis szegélytüskéi különböző nagyok, simák; a kagylók falazata terecskés, a terecskék megnyúltak, hosszirányban finoman vonalások

*Leptestheria Cortieri* DAD. n. sp.

11. A hím rostruma széles, lapátforma — — — — — 12. A hím rostruma keskeny, hasoldali szegélye szélesen kerekített; a telson analis szegélykarmai vékonyak, egyformák, érdesek — — — — — *Leptestheria rotundirostris* DAD. n. sp.

12. A nőtény homlokszegélye a szemek fölött gyengén, szélesen íves; a hím hátulsó törzsszelvényei hátoldalukon csupaszok, néhány következő ellenben csekély számú, apró tüskével fegyverzett; a kagylók idősebb növekedési övei hosszirányú, párhuzamos tarajkákkal, a fiatalabbak ellenben terecskések, a terecskék megnyúltak, hosszirányban finoman hálózatosak

*Leptestheria aegyptiaca* DAD. n. sp.

A nőtény homlokszegélye a szemek fölött felső felében gyengén íves, az alsóban ellenben gyengén öblös; a hím néhány hátulsó törzsszelvénye hátoldalán sok kis tüskével; a kagylók falazata terecskés, a terecskék rövidek, finoman hálózatosak — — — — — *Leptestheria dahalacensis* (RÜPP).

13. A hím rostruma széles, lapátforma: a lábak branchialis epipoditja csipkés szegélyű; a telson analis szegélytüskéi simák, fokozatosan nagyobbodnak, a nőtényen vékonyak, a himen kissé vastagok . . . *Leptestheria dives* DAD. n. sp.



Elégtelenül ismert faj ... *Leptestheria Macgillivrayi* (BAIRD),  
*Leptestheria Rubidgei* (BAIRD).

Gen. LEPTESTHERIELLA DAD. n. gen.

1. Csaknem valamennyi lábpár branchialis epipoditja sörtés ka-  
rélykákkal ... .. 2.  
Csaknem valamennyi lábpár branchialis epipoditja szegélyén  
ujjforma vagy ágas nyujtványokkal ... .. 4.
2. A kagylók oldalról nézve arcaformák; az occipitalis csúcs  
rövid ... .. 3.  
A kagylók oldalról nézve némileg cycelasformák; az occipi-  
talis csúcs kissé megnyúlt, hegyes; a nőstény rostruma  
meglehetősen széles, csúcsa szélesen kerekített  
*Leptestheriella Hendersoni* (SARS).
3. A him rostruma meglehetősen keskeny, kerekített csúcús; a  
kagylók falazata sokszögletű terecskékkel; a telson analis  
szegélytüskéi simák ... .. *Leptestheriella nobilis* (SARS).  
A him rostruma széles, lapátforma; a kagylók falazata fino-  
man szemecskés; a telson analis szegélytüskéi érdesek  
*Leptestheriella Sarsi* DAD. n. sp.
4. A lábpárok branchialis epipoditjának szegélye megnyúlt,  
ágas nyujtványokkal; a telson alsó vagy mellső szegélye  
egyszerű ... .. 5.  
A lábpárok branchialis epipoditjának szegélye rövid, ujj-  
forma vagy villás nyujtványokkal; a telson alsó vagy mellső  
szegélye közepe táján tüskeforma nyujtványnyal  
*Leptestheriella calcarata* (WOLF).
5. A kagylók falazata mindkét ivaregyéneken terecskés ... .. 6.  
A nőstény kagylóinak falazata terecskés, a terecskék simák,  
a himé finoman pontozott, átlátszó, haránt, ágas hézagocs-  
kákkal ... .. *Leptestheriella Thielei* DAD. n. sp.
6. A kagylók mindkét ivaregyéneken arcaformák, sima terecs-  
kéekkel; a telson analis szegélytüskéi kicsinyek, különböző  
nagyságúak; a him rostruma széles, csúcsa kerekített  
*Leptestheriella aethiopica* DAD. n. sp.  
A nőstény kagylói oldalról nézve tojás-, a himéi arcaformák,

terecskések, a tereszkék tömötten pontozottak; a telson analis szegélytüskéi egyformák, kicsinyök

*Leptestheriella villigera* (THEELE).

### III. Fam. Limnadiidae G. O. Sars.

1. A telson distalis alsó csúcsa különbözőképen kerekített 2.  
A telson distalis alsó csúcsa különböző szerkezetű nyújtványba folytatódik ..... *Eulimnadia* PACK. DAD.
2. A kagylók hátoldali szegélye sima *Limnadia* BRONGN.-DAD.  
A kagylók hátoldali szegélye különbözőképen fűrészkes  
*Limnadiopsis* SP. ET H.  
Elégtelenül ismert genus és faj *Limnadella Kitei* GIRARD.

#### Gen. LIMNADIA BRONGN.-DAD.

1. A telson csúcskarmai felső szegélyük proximalis felében simák ..... 2.  
A telson csúcskarmai felső szegélyük proximalis felében rövid tüskékkel fegyverezettek ..... 3.  
A telson csúcskarmai felső szegélyük proximalis felében tollas sörtékkel ..... 4.
2. A nőstény kagylóinak hátoldali szegélye a mellsővel tompa szöveget alkot, a hátulsó szegélybe észrevétlenül megy át; a hím kagylóin a hátoldali szegély a mellsővel és hátulsóval némileg derékszögű, vagy elmetszett zúgot alkot  
*Limnadia badia* (WOLF).
3. A kagylók oldalról nézve némileg tojásformák, hátoldali szegélyük szélesen ives, a mellső és hátulsó szegélylyel éles zúgot alkot ..... *Limnadia nipponica* ISH.  
A kagylók oldalról nézve tojásformák, hátoldali szegélyük meglehetősen szélesen ives, hátrafelé lejtős, elől többé-kevésbé feltűnő halmot alkot, a hátulsó szegélybe leggyakrabban észrevétlenül megy át. .... *Limnadia lenticularis* (L.).
4. A telson csúcskarmainak tollas sörtéi hosszúak, számosak 5.  
A telson csúcskarmainak tollas sörtéi rövidek, kisszámúak; a nőstény kagylóinak hátoldali szegélye meglehetősen maga-

san ives, a hímé ellenben egyenes, a hátulsóval éles zúgot alkot ..... *Limnadia stanleyana* (KING).

5. A hím rostruma megnyúlt, csúcsa meglehetősen hegyesen kerekített; a kagylók hátoldali szegélye a hátulsóval tompa zúgot alkot ..... 6.

A hím rostruma rövid, hegyesen kerekített csúcsú; a kagylók hátoldali szegélye észrevétlenül megy át a hátulsóba; a hím első lábpárján a csúcscrészlet oldalán, a végbunkó alapja közelében három kis, hegyes halmocska emelkedik

*Limnadia Grobbeni* DAD. n. sp.

6. A hím és nőtény kagylóin a mellső és a hátoldali szegély éles, tompa zúgot alkot; a hím második lábpárján a csúcscrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében gyengén öblös, oldalai simák ..... *Limnadia victoriensis* (SAYCE),

A nőtény kagylóin a mellső és hátoldali szegély észrevétlenül megy át egymásba; a hím második lábpárján a csúcscrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében mélyen és keskenyen vajt, éles halommal, oldalain sima

*Limnadia rivolensis* BRADY.

Gen. LIMNADIOPSIS SP. ET H.

Kagylók hossza 20 mm; lábpárok száma 32; a telson analis szegélytüskéi egyformák, számosak a kagylók falazata finoman ripacos ..... *Limnadiopsis Brichii* (BAIRD).

Kagylók hossza 15 mm; lábpárok száma 26; a telson analis szegélytüskéi különböző nagyk; a kagylók falazata gyéren ripacos ..... *Limnadiopsis Tatei* SP. ET H.

A kagylók hátoldali fogacskái meglehetősen keskenyek; a kagylók falazata szemecskés *Limnadiopsis brunneus* SP. ET H.

Gen. EULIMNADIA PACK.-DAD.

1. A nőtény első lábpárján az endopodit rövid, az exopodit félhosszát nem éri el ..... 2

A nőtény első lábpárján az endopodit megnyúlt, az exopodit félhosszát sokkal meghaladja ..... 3.

2. A lábpárok száma 18; a nőstény 14 hátulsó törzsszelvénye hátoldalán tüskés; a telson analis szegélytüskéi érdesek, kisszámúak ..... *Eulimnadia similis* Sars.  
A lábpárok száma 20; a nőstény 12 hátulsó törzsszelvénye hátoldalán sörtés; a telson analis szegélytüskéi simák, nagyszámúak ..... *Eulimnadia acutirostris* Dad. n. sp.
3. A kagylók hátoldali szegélye közepén többé-kevésbé gyengén íves ..... 4.  
A kagylók hátoldali szegélye közepén erősen íves, púpos 11.
4. A nőstény rostrumának csúcsa többé-kevésbé kerekített 5.  
A nőstény rostrumának csúcsa hegyes ..... 9.
5. A kagylók hátoldali szegélye a mellső és hátulsó szegélylyel észrevehető zúgot alkot ..... 6.  
A kagylók hátoldali szegélye a mellsőbe és hátulsóba észrevétlenül, kerekítve megy át; a törzs hátulsó 12 szelvénye hátoldalán sörtés; a telson analis szegélytüskéi kicsinyek, kisszámúak ..... *Eulimnadia antillarum* (BAIRD).
6. A lábpárok száma 18; a törzs 10—12 hátulsó szelvénye sörtés ..... 7.  
A lábpárok száma 20; a törzs hátulsó 13 szelvénye a himen, 14 pedig a nőstényen hátoldalán törtés; a him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében öblös, jól fejlett halommal *Eulimnadia Dahli* Sars.
7. A nőstény hátulsó 12 törzsszelvénye hátoldalán sörtés; a nőstény kagylóinak hátoldali szegélye meglehetősen magasan íves ..... 8.  
A nőstény hátulsó 10 törzsszelvénye hátoldalán sörtés; a nőstény kagylóinak hátoldali szegélye gyengén íves  
*Eulimnadia packardiana* Ish.
8. A him kagylóin a hátoldali szegély a mellsővel kerekített zúgot alkot; a him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a végbunkó alapja közelében keskenyen és mélyen vájt, kiálló halommal; a him második lábpárján a palpus endopoditalis háromizű ..... *Eulimnadia africana* (BRAUER).  
A him kagylóin a hátoldali szegély a mellsővel némileg derékszöget alkot; a him 1—2 lábpárján a csúcsrészlet belső szegélye a csúcsbunkó alapja közelében gyengén mélyedt,

csenevész halommal; a him második lábpárján a palpus endopoditalis kétizű — — — — — *Eulimnadia braueriana* ISH.

9. A kagylók hátoldali szegélye elmosódottan íves, csaknem egyenes — — — — — 10.

A kagylók hátoldali szegélye magasan és erősen íves, a mellső és hátulsó szegélybe leggyakrabban kerekítetten megy át; a lábpárok száma 20; a nőstény hátulsó 14 törzsszelvénye hátoldalán sörtés — *Eulimnadia mauritiana* (GUER.).

10. A nőstény kagylóin a hátoldali szegély elől és hátul egyformán lejtős; a telson distalis alsó csúcsának nyujtványa kissé duzzadt, szemölcsös; a lábpárok száma 20

*Eulimnadia subtropica* DAD. n. sp.

A nőstény kagylóin a hátoldali szegély hátulsó harmadában lejtős, elmosódottan öblös, egyebütt gyengén íves; a telson distalis alsó csúcsának nyujtványa sima; a lábpárok száma 18

*Eulimnadia minuta* DAD. n. sp.

11. A rostrum csúcsa kerekített — — — — — 12.

A rostrum csúcsa hegyes — — — — — 13.

12. A kagylók hátoldali szegélye a hátulsóba észrevétlenül, kerekítetten megy át; a rostrum csúcsa meglehetősen hegyesen kerekített; a lábpárok száma 20

*Eulimnadia dubia* DAD. n. sp.

A kagylók hátoldali szegélye a hátulsóval éles, megnyúlt, hegyes zúgot alkot; a rostrum csúcsa meglehetősen szélesen kerekített; a lábpárok száma 18

*Eulimnadia aethiopica* DAD. n. sp.

13. A kagylók hátoldali szegélye a hátulsóba észrevétlenül kerekítve megy át — — — — — 14.

A kagylók hátoldali szegélye a hátulsóval éles zúgot alkot 16.

14. A kagylók hátoldali szegélye a púp előtt öblös, a mellső szegélylyel vagy zúgot alkot, vagy pedig abba kerekítve megy át — — — — — 15.

A kagylók hátoldali szegélye a púp előtt lejtősen íves, a mellső szegélybe észrevétlenül kerekítve megy át; a lábpárok száma 18; a törzs hátulsó 14 szelvénye hátoldalán sörtés

*Eulimnadia texana* (PACK.).

15. A kagylók mellső szegélye a mellsővel észrevétlenül, többé-

kevésbé kerekített zúgot alkot; a nőstény lábpárjainak száma 20—22; a törzs hátulsó 10, 12 vagy 14 szelvénye hátoldalán sörtés ... .. *Eulimnadia Geayi* DAD. n. sp.  
A kagylók hátoldali szegélye a mellsőbe leggyakrabban szélesen kerekítetten megy át; a nőstény lábpárjainak száma 18—20; a törzs hátulsó 12 szelvénye hátoldalán sörtés

*Eulimnadia compressa* (BAIRD).

16. A nőstény kagylóin a hátoldali szegély a mellsővel kerekített vagy némileg derékszöget alkot ... .. 17.  
A nőstény kagylóin a hátoldali szegély a mellsőbe észrevétlenül megy át; a lábpárok száma mindkét ivaregységen 18; a törzs hátulsó 10 szelvénye hátoldalán sörtés

*Eulimnadia brasiliensis* SARS.

17. A kagylók hátoldali szegélye a púp előtt lejtős, egyenes 18.  
A kagylók hátoldali szegélye a púp előtt kissé öblös; a nőstény lábpárjainak száma 18—22; a törzs hátulsó 12 szelvénye hátoldalán sörtés ... .. *Eulimnadia gibba* SARS.

18. A lábpárok száma 20; a törzs hátulsó 10 szelvénye hátoldalán sörtés; a nőstény első lábpárján az endopodit keskeny, némileg törzforma *Eulimnadia Alluaudi* DAD. n. sp.  
A lábpárok száma 18; a törzs hátulsó 14 szelvénye hátoldalán sörtés; a nőstény első lábpárján az endopodit meg lehetős széles, némileg levélforma

*Eulimnadia Garrettii* (RICHT.).

Elégtelenül ismert fajok ... .. *Limnadia coriacea* HALD.

*Limnadia sordida* KING.

#### IV. Fam. CYCLESTHERIIDAE SARS.

A kagylók kevés növekedési övvel; a lábpárok száma 16; a hím első lábpárja kapcsolóvá módosult; a fej csenevész fornix-szal; az alsó csápok izeletlenek, érző bunkóval; egyetlen nem és faj ... .. *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD).

#### V. Fam. LYNCEIDAE SAYCE.

1. A hím első lábai kapcsolókká módosultak; a második lábpár az utána következőkhez hasonló ... *Lynceus* O. FR. M.

A hím első lábai s a második párból az egyik kapcsolóvá módosult, míg a másik az utána következőkhöz hasonló

*Lynceiopsis* DAD. n. gen.

Gen. LYNCEUS O. FR. M.

1. A hím és nőtény egyaránt ismeretes ..... 2.  
Csupán a nőtény ismeretes ..... 16.
2. A hím kapcsolólábai mindkét oldalon egyformák, a csúcskarom sarlóforma, többé-kevésbé keskeny  
*Lynceus* str. n. subg. 3.  
A hím kapcsolólábai mindkét oldalon más formájúak és más szerkezetűek; a csúcskarom különböző alakú, leggyakrabban széles ..... *Eulynceus* n. subg. 13.
3. A nőtény rostruma elülről nézve különbözőképen elmetszett; az opercularis lemez distalis szegélye kerekített, közepén bemélyedt vagy bemetszett s így kétkarélyos ..... 4.  
A nőtény rostruma elülről nézve hegyes, a középső csúcs a két oldalnál hosszabb; az opercularis lemez distalis szegélye kerekített, ép ..... *Lynceus brachyurus* O. FR. M.
4. A kagylók hasoldali szegélye egyszerű ..... 5.  
A kagylók hasoldali szegélye különböző szerkezetű ..... 10.
5. A hím első lábpárján az apicalis részlet hosszabb, mint széles; a csúcskarom megnyúlt, sarlóforma ..... 6.  
A hím első lábpárján a csúcsrészlet oly hosszú, mint széles; a csúcskarom rövid, sarlóforma ..... 8.
6. A hím kagylói oldalról nézve némileg körformák; a hím első lábpárján a basalis részlet a mellső oldalon törforma nyujtványnyal ..... 7.  
A hím kagylói oldalról nézve tojásformák; a hím első lábpárján a basalis részlet törforma nyujtvány nélkül, a csúcsrészlet belső szegélye íves, a csúcsrészlet kerekített zúgán a levélforma endopoditalis függelék kicsiny  
*Lynceus mandsuricus* DAD. n. sp.
7. A nőtény rostruma hegyes, a hímé elmetszett; a hím első lábpárján a kerekített zúg a csúcsrészleten levélforma, igen

széles, nagy endopoditalis függelékkel; az opercularis lemez distalis szegélyének közepén erősen bemetszett

*Lynceus bififormis* (ISH.).

A nőtény rostruma tompa, a himé meglehetősen hegyesen kerekített; a him első lábpárján a csúcsrészlet kerekített zúga keskeny, kis levélforma endopoditalis függelékkel; az opercularis lemez distalis szegélye közepén gyengén vajt

*Lynceus triangularis* (WOLF).

8. A him első lábpárján a csúcsrészlet sörtés halom nélkül 9. A him első lábpárján a csúcsrészlet sörtés halommal; a him rostruma oldalról nézve tompa, a nőtényé hegyes

*Lynceus Tatei* (BRADY).

9. A him és nőtény rostruma hegyes; a rostrum hasoldali szegélye a hímen csipkézett, a nőtényen kerekített, ép; a him első lábpárján a palpus endopoditalis keskeny, pálczikaforma — — — — — *Lynceus Jeanneli* DAD. n. sp. A nőtény rostruma hegyes, a himé tompa; a rostrum hasoldali szegélye elülről nézve a hímen kerekített, ép, a nőtényen némileg egyenes, sörtés; a him első lábpárján a palpus endopoditalis levélforma, széles

*Lynceus mackleayanus* (BRADY).

10. A nőtény rostruma különbözőképen tompított — — — — — 11. A nőtény rostruma kerekített; a kagylók hasoldali szegélye tojásforma apró terecskékkal; az opercularis lemez distalis szegélyének közepén gyengén mélyedt

*Lynceus dauricus* THIELE.

11. A két kagyló hasoldali szegélye egyforma szerkezetű; a nőtény rostruma közepén íves; a him első lábpárján a csúcskarom hosszú, sarlóforma — — — — — *Lynceus indicus* DAD. n. sp. A két kagyló hasoldali szegélye elütő szerkezetű; a nőtény rostruma közepén mélyedt, a him első lábpárján a csúcskarom rövid, némileg sarlóforma

*Lynceus Bowvieri* DAD. n. sp.

12. A kagylók hasoldali szegélye egyszerű — — — — — 13. A kagylók hasoldali szegélye különböző szerkezetű — — — — — 14. A him jobb első lábán a csúcskarom széles sarlóforma, a balé bunkós, vége felé vastagodik *Lynceus rotundus* THIELE.



- A him mindkét első lábán a csúcskarom széles, kalapácsforma — — — — — *Lynceus masšaicus* THIELE.
14. A kagylók hasoldali szegélye csíkos övvel, a csíkok hosszúság és harántirányúak — — — — — 15.  
A kagylók hasoldali szegélye rövid, íves vonalak övével; a hím jobb első lábán a csúcskarom sarlóforma, a balon kalapácsforma, függelékes *Lynceus aequatorialis* DAD. n. sp.
15. A nőtény rostruma oldalról nézve tompa, elülről nézve hasoldali szegélye háromhalmos  
*Lynceus Dovei* DAD. n. sp.  
A nőtény rostruma oldalról nézve hegyes, elülről nézve hasoldali szegélye kerekített, sima  
*Lynceus gracilicornis* (PACK.).
16. A kagylók oldalról nézve többé-kevésbé körformák, umboszerű kiemelkedés nélkül — — — — — 17.  
A kagylók oldalról nézve tojásformák, umboszerű kiemelkedéssel — — — — — *Lynceus rotundirostris* DAD. n. sp.
17. A kagylók oldalról nézve körformák, a hasoldali szegély kis csipkék övével; a rostrum kerekített; a homlokszegély ép  
*Lynceus tropicus* DAD. n. sp.  
A kagylók oldalról nézve némileg körformák; a hasoldali szegély egyszerű; a homlokszegély a szemek alatt kettéhasadt; a rostrum közepén mélyedt  
*Lynceus Whalbergi* (Lov.).  
Elégtelenül ismert fajok — — — *Lynceus brevifrons* (PACK.).  
*Lynceus coecus* (Jos.).

Gen. LYNCEIOPSIS DAD.

A hím első lábai s a második párból az egyik kapcsolóvá módosult, míg a másik az utána következőkhöz hasonló

*Lynceiopsis Perrieri* DAD.

Az előzőkben összefoglalt adatokból megállapíthatjuk azt, hogy a *Phyllopora conchostraca*-alrendből ez idő szerint összesen 155 faj ismeretes, a melyek közül azonban 17 elégtelenül ismert, tehát bizonytalan.

A fajok között találkozók néhány olyan is, a melynek köréből egy, esetleg több varietás is ismeretes, s ezek a következők:

<i>Caenestheriella Packardii</i> (BRADY)	var. typica (SP. ET H.)
“	“
“	“ cancellata (SP. ET H.)
“	“ minor (SP. ET H.)
<i>Caenestheriella Ehrenbergi</i> DAD.	“ dimorpha DAD.
“	“ Michaelseni DAD.
<i>Cyzicus hierosolymitanus</i> (FISCH.)	“ Rollei DAD.
<i>Leptestheria Vanhöffeni</i> DAD.	“ variabilis DAD.
<i>Lynceus brachyurus</i> O. FR. M.	“ typicus DAD.
“	“ Zichyi (DAD.)
“	“ aberr. isorhynchus DAD.

A *Phyllopoda conchostraca*-alrend eddig ismert fajainak földrajzi elhelyezésére vonatkozólag csupán az alábbi adatok feljegyzésére szorítkozom.

Ez ideig a föld legkülönbözőbb részeiben fekvő 364 termőhelyről ismerünk *Phyllopoda conchostraca*-fajokat. A termőhelyek, a nemek és a fajok a következőleg oszlanak meg a kontinensek között:

	Európa	Ázsia	Afrika	Észak-Amerika	Dél-Amerika	Ausztrália
Termőhely... ---	117	93	61	39	20	34
Genus... ---	8	11	10	8	5	7
Faj... ---	24 (2)	42 (4)	51 (3)	22 (6)	13 (4)	21 (2)

E táblázat adatai szerint ezideig a világrészek közül Európa területén gyűjtöttek a legtöbb termőhelyről *Phyllopoda conchostraca*-kat. A legtöbb genus Ázsia és a legtöbb faj Afrika területéről ismeretes. A legkevesebb termőhelyről gyűjtöttek Dél-Amerikából s legkevesebb genust és fajt innen, valamint Ausztráliából ismerünk.

Megjegyzem, hogy a fajok száma mellett ( ) jelben álló szám a kétes fajokat tünteti fel, de a délamerikai genus- és fajszám mellett álló ( ) jel száma az Antillákról ismeretes adatokra vonatkozik.

A genusok azonossága tekintetéből Európa, Ázsia és Afrika

alig különbözik egymástól, a genusok legtöbbje közös s csak kevés az olyan, a melyik az egyik vagy a másik világrészben tenyészik. Így a *Leptestheriella* DAD., *Cyclestheria* SARS., *Eulimnadia* PACK.-DAD. és *Lynceiopsis* DAD. Európából még eddig ismeretlen, a *Lynceiopsis* DAD. nem ismeretes Ázsiából sem, míg Afrikából az *Eoleptestheria* DAD., *Limnadia* BRONGN. az ismeretlen, nem számítva a *Limnadiopsis* SP. ET H. genus, a mely mind a három kontinensről egyaránt ismeretlen. A többi világrész faunájából már sokkal nagyobb számú genus hiányzik, így Észak-Amerikából 6, Dél-Amerikából 8, Ausztráliából 6.

A genusok között csupán egy, névszerint a *Lynceus* O. F. M. az, a melynek minden világrészben tenyészik képviselője. Ezt a genus elterjedése tekintetéből megközelíti a *Caenestheriella* DAD., *Eulimnadia* PACK.-DAD., *Cyzicus* AUD.-DAD. és *Leptestheria* SARS.-DAD., a mennyiben a két utolsó Ausztrália, a két első pedig Dél-Amerika, illetőleg Európa kivételével mindenik kontinensen tenyészik. A *Caenestheria* DAD., *Limnadia* BRONGN.-DAD. és *Cyclestheria* SARS. nagyon közel áll elterjedés tekintetéből az épen említettekhez, a mennyiben ezek két-két kontinensről hiányzanak csupán, még pedig a *Caenestheria* DAD. Észak- és Dél-Amerikából, a *Cyclestheria* SARS. Európából és Észak-Amerikából, a *Limnadia* BRONGN. pedig Afrikából és Dél-Amerikából.

Igen érdekes és egyúttal fontos eredményekhez jutunk, ha a *Phyllopora conchostraca*-fajok általános elterjedését zoogeographiai nézőpontokból s az egyes Wallace-féle zoogeographiai régiók közötti megoszlásuk tekintetéből méltatjuk figyelemre.

A *palaearkti* régióból ez idő szerint 55 faj ismeretes, ezek közül azonban a *Caenestheriella gubernator* (KLUNZ), *Cyzicus Lofti* (BAIRD), *Cyzicus melitensis* (BAIRD) és *Lynceus coecus* (JOS.) hiányosan leírt s így alig vehető számba. A genusok közül a legtöbb faj képviseli a *Cyzicus*-genust (17), utána következik a *Caenestheria* genus 9 fajjal, a *Leptestheria*-genus 7 s a *Caenestheriella*-genus 6 fajjal; míg a többi genus 2—3, legfentebb 5 fajjal szerepel.

A fajok között található néhány olyan, a mely a palæarkti régió kivül még egy vagy két más régióban is tenyészik, így a *Caenestheria propinqua* (SARS.) az orientali, a *Caenestheriella*

*Ehrenbergi* DAD. az australian, az *Eocyclus orientalis* DAD. az orientáli, a *Limmadia lenticularis* (L.) a nearkti s a *Lynceus brachyurus* O. FR. M. az orientali és nearkti régióban.

Az *aethiopiai régióból* ez idő szerint 40 *Phyllopoda conchostraca*-faj ismeretes. A genusok közül a legjellemzőbb a *Linnadiopsis* DAD., a mennyiben ez még ez ideig csupán ebből a régióból ismeretes. Egy másik jellemvonása a régióknak, hogy belőle hiányzanak a *Cyzicus* AUD.-DAD., *Eoleptestheria* DAD. és *Limmadia* BRONGN.-DAD. genusok fajai, a melyek a palæarkti régióban gyakoriak s ezek helyett megjelenik a *Leptestheriella* DAD., a mely a palæarkti régióból hiányzik, de tenyészik az orientali régióban.

Jellemző még az *aethiopiai régióra* az is, hogy területén uralkodó fajszaiban jelenik meg a *Caenestheriella* DAD., *Eocyclus* DAD., *Eulimmadia* PACK.-DAD. és *Lynceus* O. F. M. genus, a melyek a palæarkti régióban kevés fajjal szerepelnek csupán; míg a palæarkti régióval közös többi genusnak, mint a *Caenestheria* DAD., *Leptestheria* SARRS.-DAD., feltűnően kisebb itt a fajszáma.

Az *orientali régióból* még ez idő szerint aránylag kevés *Phyllopoda conchostraca* ismeretes s ezek közül is három az elégtelenül leírtak közé tartozik. Ennek a fajszegénységnek oka talán abban található, hogy még eddig csupán Kelet-India területét kutatták át részletesebben. Míg ellenben Hátsó-Indiából csak töredékes adatok állanak rendelkezésünkre.

Az ismert fajok 8 genusba tartoznak, melyek közül a *Cyzicus* és *Cyclestheria* egyetlen, a többi ellenben 2—3 fajt mutat fel. Úgy látszik különben, hogy az egész régióra a *Leptestheriella* DAD. genus fajai a legjellemzőbbek és convergensnek az *aethiopiai* régió fajjaival. Feltűnő a *Leptestheria*-fajok hiányozása.

Az *australiai régióból* ez idő szerint csupán 21 *Phyllopoda conchostraca*-faj ismeretes s ezek között is kettő elégtelenül leírt.

A genusokat illetőleg megállapíthatjuk azt, hogy a *Linnadiopsis* SP. ET H. kivételével a többi olyan, a mely több régióban tenyészik, de jellemző különösen a *Limmadia* BRONGN.-DAD. genus aránylag nagy számú (5) fajával, a melyhez csatla-

kozik azután az *Eulimnadia* PACK.-DAD. s a *Caenestheria* DAD. genus 4—4 fajjal.

Igen jellemző az australian régióra az, hogy egész területéről több oly genus hiányzik, a melynek a szomszédos orientali, æthiopiai es nearkti régióban több-kevesebb képviselője van. Ilyen hiányzó genusok az *Eocycticus* DAD., *Cyzicus* AUD.-DAD., *Eoleptestheria* DAD., *Leptestheria* SARR.-DAD. és *Leptestheriella* DAD., mely utóbbinak az orientali régióban három faja tenyészik.

A nearkti régióból ismert fajok száma az Észak-Amerika területéről ismerteknek csupán  $\frac{2}{3}$ -át teszi ki, míg a másik  $\frac{1}{3}$  már a neotropi régióba megy át.

A genusok között egyetlen olyant sem találunk, a mely a megelőző régiók valamelyikében, esetleg többjében ne tenyészne, de jellemző a *Caenestheria* DAD. genusnak a hiányozása. Hiányzanak ezenkívül az *Eoleptestheria* DAD., *Leptestheriella* DAD. és *Lynceiopsis* DAD. genus fajai is.

A fajok egy része, még pedig 5, elégtelenül leírt, más része, még pedig 7, még ez ideig csupán a nearkti régióból ismeretes, végre egy másik része, még pedig 4, más régiókban is tenyészik. A *Cyzicus mexicanus* (CLAS.) ugyanis, valamint az *Eulimnadia texana* PACK. a neotropi régióban is megvan, míg a *Limnadia lenticularis* (L.) a palæarkti, a *Lynceus brachyurus* O. F. M. pedig a palæarkti és orientali régióból is ismeretes.

Máskülönben a nearkti regio *Phyllopoda conchostracá*-i a genusok tekintetéből legközelebb áll a palæarkti régióhoz, legalább erre mutat a *Limnadia lenticularis* (L.) és a *Lynceus brachyurus* O. F. M. faj közössége.

A neotropi régióból ez ideig ismert *Phyllopoda conchostraca* fajoknak a száma, beleértve a hiányosan leírtakat is, aránylag csekély s az eddig ismert genusok közül csupán 6 mutat fel fajokat, a mennyiben a *Caenestheria* DAD., *Caenestheriella* DAD., *Eoleptestheria* DAD., *Leptestheriella* DAD., *Limnadia* BRONGN.-DAD., *Limnadiopsis* SP. ET H. és *Lynceiopsis* DAD. genusnak egyetlen képviselője sincs. Máskülönben a genusok valamennyien olyanok, a melyek két vagy több más régióban is tenyésznek, de a fajok számára való tekintettel első helyen áll a *Cyzicus* AUD.-DAD. és *Eulimnadia* PACK.-DAD. 5—5 fajjal, ezek után kö-

vetkezik a *Leptestheria* Sars.-Dad. és *Lynceus* O. F. M. 3—3 fajjal, míg az *Eocyzicus* Dad. és *Cyclestheria* Sars. csupán egy-egy fajt mutat fel.

E fajokat illetőleg megállapítható az, hogy a *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD.) s a kétes *Eulimnadia texana* PACK. kivételével az összes többi még eddig csupán a neotropi régióból ismeretes, tehát erre jellemző.

Ha már most azt nézzük, hogy az egyes genusok miként oszlanak meg a régiók között, azt találjuk, hogy közöttük találkoznak:

a) olyanok, a melyek minden régióban tenyésznek, ilyenek az *Eulimnadia* PACK.-DAD. és *Lynceus* O. F. M.;

b) olyanok, a melyek 5—5 régióban tenyésznek, ilyenek a *Caenestheriella* Dad. és *Eocyzicus* Dad.;

c) olyanok, a melyek 4—4 régióban tenyésznek, ilyenek a *Caenestheria* Dad., *Cyzicus* AUD.-DAD., *Leptestheria* Sars.-DAD. és *Cyclestheria* (BAIRD.);

d) olyan, a mely csupán 3 régióban tenyészik, ilyen a *Limnadia* BRONGN.-DAD.;

e) olyan, a mely két régióban tenyészik, ilyen a *Leptestheriella* Dad. és

f) olyanok, a melyek csupán egy-egy régióban tenyésznek, ilyenek az *Koleptestheria* Dad., *Limnadiopsis* SP. ET H. és *Lynceiopsis* Dad.

E mellett azonban megállapíthatjuk azt is, hogy:

1. a régiók között a palæarkti és æthiopiai az, a melynek területén a többi régióban is tenyésző legtöbb genusnak van képviselője;

2. a legtöbb közös genus a palæarkti, æthiopiai és orientali regio mutatja fel;

3. a legtöbb genus a palæarkti és æthiopiai, míg a legkevesebb a neotropi régiót lakja;

4. a palearkti, æthiopiai, orientali és nearkti régiók egymás között sokkal nagyobbfokú megegyezést mutatnak, mint az ausztraliai és neotropi a megelőző négy más régióval szemben.

A rendelkezésemre állott összes adatok a mellett látszanak bizonyítani, hogy a *Phyllopoda conchostraca*-fajok tenyészése,

illetőleg elterjedése szoros kapcsolatban áll a föld hőmérsékleti viszonyaival. E mellett tanuskodik az, hogy a jelenben ismert fajok a geographiai övek szerint a következő csoportokba oszthatók :

1. az északi sarkövben tenyésző fajok, ilyen van 5;
2. az északi mérsékelt, illetőleg a sarkkör és a ráktérítő közötti övben tenyésző fajok, ilyen van 79;
3. az egyenlítői övben, illetőleg a rák- és baktérítő között tenyésző fajok, ilyen van 59;
4. a déli mérsékelt, illetőleg a baktérítő és a sarkkör közötti övben tenyésző fajok, ilyen van 33.

Találkoznak azonban a fajok között olyanok is, a melyek a fent említett övek közül kettőben is tenyésznek; a legkevesebb ilyen közös fajt mutat fel az északi és déli mérsékelt öv, míg a legtöbbet az egyenlítői és déli mérsékelt öv.

A *Phyllopora conchostraca*-alrend genusai között csupán három olyan, a melyik csak egy-egy övből ismeretes, de találkozik kettő olyan, a melyik mind a négy övben otthonos, míg 4—4 genus két és három övben tenyészik. Általában legnagyobb azoknak a genusoknak a száma, a melyek az északi mérsékelt és egyenlítői övben egyaránt tenyésznek (8), valamivel kisebb az egyenlítői és déli mérsékelt övben, nemkülönb az északi és déli mérsékelt övben élőké (7). A csupán egy-egy övben tenyésző nemek az illető övre ez idő szerint jellemzőknek mondhatók.

A fajok számára való tekintettel a genusok közül a *Caenestheria* DAD. és *Cyzicus* AUD.-DAD. az északi mérsékelt, a *Leptestheriella* DAD. és *Eulimnadia* PACK.-DAD. a tropicalis, a *Limnadia* BRONGN.-DAD. és *Limnadiopsis* SP. ET H. a déli mérsékelt övre, míg a *Caenestheriella* DAD., *Eocyzicus* DAD. és *Leptestheria* SARRS.-DAD. genusok az északi mérsékelt és az egyenlítői övre egyaránt jellemzők.

A *Phyllopora conchostraca*-nemeknek és fajoknak a geographiai övekben való fentebb röviden vázolt megoszlása szoros kapcsolatban áll az egyes fajoknak a különböző isothermalis vonalak közötti tenyészésével. Ha a genusokat e tekintetből összehasonlítjuk, a következő eredményekre jutunk.

1. A genusok között csupán három olyan találkozik, név-

szerint a *Caenestheria* DAD., *Cyzicus* AUD.-DAD. és *Lynceus* O. F. M., a melynek — és + isothermalis vonalak között egyaránt tenyészik képviselője, de csupán az egyenlítő fötött; mert az egyenlítőtől délre csak + isothermalis övek között tenyésző fajai ismeretesek még eddig.

2. Találkoznak a genusok között olyanok, a melyek az északi +0 isothermalis vonaltól kezdve a +20—+30 isothermalis övig tenyésznek s ezek az *Eocyclus* DAD. és *Eoleptestheria* DAD. Az első genusnak azonban találkoznak a +16 és +20 déli isothermalis vonalak között tenyésző fajai is.

3. Találkoznak a genusok között olyanok, a melyek a +4 északi isothermalis vonaltól kezdve a +30 isothermalis övig s a +8 déli isothermalis vonaltól a +26, illetőleg +30 isothermalis övig tenyésznek s ezek a következők: *Caenestheriella* DAD., *Leptestheria* SARS.-DAD., *Leptestheriella* DAD., *Linnadia* BRONGN.-DAD., *Eulinnadia* PACK.-DAD., *Linnadiopsis* SP. ET H.

4. Találkozik végre a genusok között kettő, a mely szorosan határolt isothermalis övben tenyészik. A *Cyclestheria* SARS. nevezetesen a +24 északi és déli isothermalis vonalak közötti területen, míg a *Lynceiopsis* DAD. csupán a +30 isothermalis övben található meg.

5. Az isothermalis vonalak határain belül a legnagyobb fokú ingadozást a következő genusok mutatják: *Caenestheria* DAD., *Caenestheriella* DAD., *Eocyclus* DAD., *Cyzicus* AUD.-DAD., *Eoleptestheria* DAD., *Leptestheria* SARS.-DAD., *Eulinnadia* PACK.-DAD. és *Lynceus* O. FR. M.

A fentebbi tételek alapján végkövetkeztetés gyanánt kimondhatjuk azt, hogy a *Phyllopoda conchostraca*-genusok és fajok tenyészésére igen nagy befolyást gyakorolnak egyebek mellett a hőmérsékleti viszonyok. Igen szép bizonyítékot szolgáltat idevonatkozólag az a körülmény, hogy a *Lynceus brachyurus* O. FR. M. fajt a +10 isothermalis vonal alatt fekvő termőhelyeken már márczius, míg a —16 északi isothermalis vonal alatt fekvő termőhelyen augusztus havában gyűjtötték.

A *Phyllopoda conchostraca*-fajok időszaki megjelenését illetőleg tény gyanánt megállapítható, hogy:

1. az északi sarkövben fekvő termőhelyeken tenyésző fajok



az év folyamán sokkal későbbben jelennek meg, mint a ráktérítő és északi sarkkör, vagy a két térítő közötti egyenlítői övben élők;

2. az északi mérsékelt övben minél közelebb fekszik az illető termőhely a sarkkörhöz, annál későbbben fejlődnek ki a *Phyllopora conchostraca*-fajainak egyénei;

3. az évnél egyetlen oly hónapja sincs, a melyben a föld valamelyik pontján egy vagy két *Phyllopora conchostraca*-faj ne tenyészne kifejlődött állapotban;

4. a *Phyllopora conchostraca*-fajok tenyésztése a föld különböző pontjain fekvő termőhelyeken egytől egész tíz hónapig terjed. A túlnyomóan a mérsékelt övben tenyésző fajokat tartalmazó genusok legtöbbje három-négy hónapig él, míg a mindenik geographiai övben, vagy csupán az egyenlítői övben tenyésző fajokat tartalmazó genusok élete 9–10 hónapra terjed;

5. a *Phyllopora conchostraca*-fajok megjelenésének ideje szoros kapcsolatban áll az illető termőhely geographiai fekvésével, illetőleg évi, különösen pedig időszaki isothermájának mekkorásával. Minél közelebb fekszik valamely termőhely az egyenlítőhöz és minél magasabb évi, illetőleg időszaki isothermája, annál hamarabb megjelenik az illető faj, és minél távolabb fekszik az egyenlítőtől és közelebb a sarkkörhöz valamely faj termőhelye s illetőleg minél kisebb az évi és időszaki isothermája, annál későbbben jelenik meg az illető faj.

A *Phyllopora conchostraca*-fajoknak a földön a geographiai fokok szerint való elterjedésének mérlegelése alapján a következő tételek állapíthatók meg:

1. az egyenlítőől északra a 70°20' északi, az egyenlítőől délre a 44° déli szélességi fokig majdnem minden szélességi fok alatt tenyésznek *Phyllopora conchostraca*-fajok és közöttük északra legmagasabban a *Caenestheria Sahlbergi* (SIM.), délre pedig a legnagyobb fokban a *Caenestheriella Packardii* (BRADY) az otthonos;

2. még ez ideig csupán a 172°—180° keleti és 170°—180° nyugati hosszúsági fokok közül nem ismeretesek *Phyllopora conchostraca*-fajok. A jelenben ismert fajok közül a legnagyobb keleti és legnagyobb nyugati hosszúsági fokig a *Lynceus brachyurus* O. FR. M. terjed;

3. a fajok között csupán a *Caenestheriella crinita* (THIELE), *Caenestheriella Ehrenbergi* DAD., *Leptestheria Mayeti* (SIM.), *Eulimnadia antillarum* (BAIRD) és *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD) az, a mely északi és déli szélességi fokokban egyaránt otthonos, míg a többi faj vagy csak északi, vagy csak déli szélességi fokokban tenyészik;

4. a fajok között csak igen kevés az olyan, a mely keleti és nyugati hosszúsági fokok között egyaránt tenyészik, névszerint a következők: *Caenestheriella crinita* (THIELE); *Limnadia lenticularis* (L.), *Cyclestheria Hislopi* (BAIRD) és *Lynceus brachyurus* O. FR. M.

5. A fajok között, leszámítva a keleti és nyugati hosszúsági fokok között egyaránt élő előbbi 4 fajt, 151 olyant találunk, a mely csupán keleti, vagy csupán nyugati hosszúsági fokok között tenyészik, még pedig keleti hosszúság alatt 122, nyugati hosszúság alatt ellenben 29 faj;

6. a fajok túlnyomó többsége, még pedig leszámítva 5 kétes termőhelyű fajt, legnagyobb részében (103) csupán az északi szélességi, míg sokkal csekélyebb részben (41) a déli szélességi fokok között tenyészik.

Ha már most a *Phyllopoda conchostraca*-genusoknak a földgömb keleti és nyugati felében való tenyészését mérlegeljük, arra az eredményre jutunk, hogy közöttük vannak olyanok, a melyek csak a keleti vagy nyugati, és olyanok, melyek úgy a keleti, valamint a nyugati félgömbön egyaránt otthonosak. E nézőpontokból tekintve a genusokat, azok a következőleg oszlanak meg:

a) *Csupán a keleti félgömbön tenyésző genusok:*

*Caenestheria* DAD.

*Leptestheriella* DAD.

*Eoleptestheria* DAD.

*Limnadiopsis* SP. ET H.

*Lynceiopsis* DAD.

b) *Csupán a nyugati félgömbön tenyésző genus:*

*Limnadella* GR.

c) *A keleti és nyugati félgömbön egyaránt tenyésző genusok:*

*Caenestheriella* DAD.

*Limnadia* BRONGN.-DAD.

*Eocyclus* DAD.

*Eulimnadia* PACK.-DAD.

*Cyzicus* AUD.-DAD.

*Cyclestheria* SARS.

*Leptestheria* SARS.-DAD

*Lynceus* O. F. M.



E jegyzék adataiból, feltéve, hogy a két *Limnadella* GIR. genust nem vesszük figyelembe, megállapíthatjuk azt, hogy kizárólag a keleti féltekének vannak önálló genuszai s ezeknek száma megközelíti a két félgömb közös fajainak a számát.

A *Phyllopoda conchostraca*-családok elterjedésére vonatkozólag végre megállapítható, hogy közöttük egyetlen sincs olyan, a melynek fajai a keleti és nyugati félgömbön egyaránt ne tenyésznének, habár különböző számban is.

### Az idézett irodalom.

1. BAIRD W.: Monograph of the Family Limnadiadae, a family of Entomostracous Crustacea. Proc. Zool. Soc. of London. 1849. pag. 84. Tab. 11.
2. GRUBE E.: Über die Gattung Estheria und Limnadia und einen neuen Apus. Arch. f. Naturgesch. Bd. 31. 1865. p. 201. Tab. 8—11.
3. PACKARD A. S.: A monograph of the Phyllopod-Crustacea of North-America, with remarks on the order Phyllocardia. 1883.
4. SIMON E.: Étude sur les Crustacés du sous-ordre des Phyllopo- des. — Ann. d. l. Soc. entomol. de France. 6. Ser. Tom. 6. 1886. p. 393. Tab. 5—7.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 április 21.-én tartott üléséből.)

# MAGYARORSZÁG FÖLDRENGÉSI TÉRKÉPE.

RÉTHLY ANTAL-tól.

A XX. század első évére vezethető vissza az a komoly tudományos törekvés, a melyik többek között célul tűzte ki az egész Föld felületén észlelt földrengések egységes megfigyelését és eredményeinek tudományos feldolgozását. Földünket iparkodtak az egyes államok és a létesült nemzetközi szövetség erre a célra megfelelő obszervatoriumokkal behálózni és egyúttal a földrengésekben gazdagabb országokban rendszeres szolgálatot szervezni.<sup>1</sup> Két nagy feladat állott a kutatók előtt.

Az egyik megismerni az egész Földnek földrengési viszonyait, tanulmányozni a nagy rengések alkalmával kiváltott hullámrendszereket és követve elterjedésök módját, végső eredményben világosságot óhajtottak deríteni a Föld belsejére és a kéreg szerkezetének milyen voltára.

A második nagy feladat közvetlen tanulmányozni egyes földrengési területeket bizonyos országok határain belül, vagy bizonyos földrajzi egységeket véve szemügybe. Evvel a kérdéssel eddigelé egységesen az egész Földre kiterjedőleg F. MONTESSUS DE BALLORE foglalkozott<sup>2</sup> és nagyszabású munkájában a K á r p á t o k koszorújával, illetve annak belső területével, Magyarországgal is behatóan foglalkozik. MONTESSUS közli Magyarországnak általa szerkesztett földrengési térképét is, a mely immár a második kísérlet volt arra nézve, hogy szemléltetővé

<sup>1</sup> Prof. Dr. E. RUDOLPH: Verhandlungen der v. 11—13. April 1901 zu Strassburg abgehaltenen ersten internationalen seismologischen Konferenz. Leipzig, 1902.

<sup>2</sup> F. de MONTESSUS DE BALLORE: Tremblements de terre. Geographie séismologique. Pag. 241—246. Paris 1906.

téessék a hazánk területén fellépett földrengések földrajzi elterjedése.

Legelőször JEITTELES HENRIK<sup>1</sup> kassai főgimnáziumi tanár szerkesztett 1860-ban hazánkról földrengési térképet. Számos epicentrumot állapított meg és a főbbekre a következő megjegyzést teszi:

«Nagy földrengések azonban, azaz olyanok, melyeknek hatásai a szilárd földkéregre s az ennek felszínén lévő tárgyakra erőszakosak s melyeknek rengési hullámkörei mértföldnyi területeken nevezetes sebességgel végig rohannak, tehát nagy kiterjedésű s nagy erejű földrengések Magyar- és Erdélyországban mindig csak négy központból emelkedtek ki. Ezek a következők:

I. Az erdély-oláhországi hegylánc a Királykő (Königstein, Piatra) és Bucsestől kezdve végig a Lakocsásig az úgynevezett Bereczkei hegységben.

II. A Nagykároly, Szathmár és Szilágy-Somlyó közti térség.

III. Tatától délre a Vértes hegység.

IV. A Nyitra hegység, vagyis az úgynevezett «Veternahola», Turóc, Trencsén és Nyitra megyék határán.»

Ezt a négy szeizmikus góczpontot rengési területekkel együttesen tünteti fel JEITTELES. Térképén még fel vannak tüntetve a következő «állandó rengési középpontok»:

1. Halics, 2. Márianosztra—Vác, 3. Selmezbánya, 4. Ófalu-Lubló, 5. Eperjes, 6. Homonna, 7. Huszt, 8. Mármárossziget. 9—10. A Balaton déli vége a zalai és somogyi partokon, 11. Eszék, 12. Temesvár és említi 13. Kolozsvárt.

Szükségesnek tartottuk JEITTELES munkája főbb eredményeit ez alkalommal leszögezni, mert az 52 évvel ezelőtt szerkesztett szeizmikus térkép főbb vonásaiban fedi a miénket.

Visszatérve MONTESSUS földrengési térképére, a szerkesztés módjára a következőket kell megjegyezni. A magyar korona

<sup>1</sup> JEITTELES HENRIK: A földrengések legnevezetesebb kiindulási vagyis középpontjai Magyar- és Erdélyországban. (Természettudományi Közlöny 1860.) Pest, 1860.

országainak területéről MONTESSUS<sup>1</sup> 1903-ban (ez év június havában fejezte be alább idézett munkáját) 1439 adattal rendelkezett. Hogy hány napra és pontosan milyen időszakra terjedtek megfigyelései, megállapítanom nem lehetett, de az anyag ismerete alapján valószínűnek tartom, hogy a régi időkből csak a JETTELES-féléket, a PERREY-féle katalógust, valamint az újabb SCHAFARZIK-féle<sup>2</sup> munkákat ismerte. Ez adatokból a gyakoriságot az erősséggel kombinálva szerkesztette meg térképét, a melyen azonban a horvátországi földrengéseket is feldolgozta. KISPATIČ<sup>3</sup> már régen megírta Horvátország földrengési katalógusát és így arra a területre vonatkozó adatok elég tiszta képet nyújtanak a Dráva, Száva és az Adria közötti ország földrengési viszonyairól.

MONTESSUS térképe szerint a legnagyobb szeizmikus középpont Z á g r á b, míg Magyarországon K o m á r o m, majd Ó m o l d o v a és O r s o v a. MONTESSUS térképével a szakkörök figyelmét ide

<sup>1</sup> Le Comte de MONTESSUS DE BALLORE: Loi générale de la répartition des régions sismiques instables à la surface du globe. (RUDOLPH: Verhandlungen. 1903. Strassburg. II. internationale seismologische Konferenz. Leipzig, 1904.) Pag. 330.

<sup>2</sup> a) SCHAFARZIK FERENCZ: A magyarhoni földrengési bizottság működése 1882-ben. (Földtani Közlöny 1883.) Budapest, 1883.

b) U. a.: A földrengések Dél-Magyarországon és a szomszédos területeken (1879 X. 10—1880 III. 1.) (Földtani Közlöny 1880.) Budapest, 1880.

c) U. a.: A magyarországi földrengésekről 1883-ban. (Földtani Közlöny 1884.) Budapest, 1884.

d) U. a.: A magyarországi 1883—1884. évi földrengésekről. (Földtani Közlöny 1885.) Budapest, 1885.

e) U. a.: A magyarországi földrengésekről 1885—1886-ban. (Földtani Közlöny 1887.) Budapest, 1889.

f) U. a.: A magyarországi földrengésekről 1887—1888-ban. (Földtani Közlöny 1889.) Budapest, 1891.

g) U. a.: Az 1901 febr. 16.-i északbakonyi földrengésről. (Földtani Közlöny 1901.) Budapest, 1901.

h) U. a.: A vingai földrengésről. (Földtani Közlöny 1898.) Budapest, 1898.

<sup>3</sup> MIŠO KISPATIČ: a) Potresi u Hrvatskoj. Kronica potresá 361—1845 iz CVII. Knjige Rada jugoslavenske ak. znanosti i. umjelnosti u Zagrebu, 1891.

b) U. a. Idem 1846—1892. (Zagrebu, 1892.)

irányította, reámutatva arra, hogy a kárpáti gyűrű belső területe egy önálló és fontos szeizmikus területe a mediterrán geosynclinalisnak.

Hazánk földrengési szolgálata 1903-ban<sup>1</sup> a m. kir. orsz. meteorológiai intézet ügykörébe utaltatott. 1910-ig e sorok írója volt a szolgálat ellátásával megbízva. A földrengési szolgálatnak illetően állami kezelésbe kerültével a Magyarhoni Földtani Társulat kebelében 1881 óta fennállott Földrengési Bizottság működését beszüntette és feloszlott. SCHAFARZIK FERENCZ, a bizottság elnöke pedig a gyűjtött, de eddig fel nem dolgozott bizottsági anyagot további feldolgozásra e sorok írójának adta át.

Két feladat állott előttünk: először is a Magyar Tudományos Akadémia erkölcsi és anyagi támogatásával gyűjtött megfigyelési anyag feldolgozása és másodsor a hazai földrengések katalógusának elkészítése. A katalógusra igen nagy szükség volt, mert a nélkül a földrengések térbeli eloszlását megbízhatóan feltüntetni teljesen lehetetlen és a nélkül nem nyerünk hű képet az ország földrengési viszonyairól.

Hogy az ország természeti viszonyainak megismerésére milyen jelentősége van az észlelt földrengések kronológikus sorrendbe foglalásának, azt már 130 évvel ezelőtt felismerte P. GROSSINGER<sup>2</sup> és a katalógus elkészítését a következőkép indokolta:

«Vannak sokan, a kik azt tartják, hogy a nagyon hideg és a nagyon meleg vidékek földrengéstől legjobban látogatottak, pedig, a hogy én gondolkozom, a földrengésre sem az idő, sem a hely nem bizonyos, sőt a hidegebb helyeken épen ritka és enyhe a földrengés. Itt közlöm Magyarország 'feljegyzett földrengéseit.» Katalógusa 1040-től 1783-ig terjed.

GROSSINGER munkája alapján gr. STERNBERG<sup>3</sup> is írt egy

<sup>1</sup> Dr. DARÁNYI IGNÁCZ 1903 február 10.-én kelt 4686. sz. rendelete.

<sup>2</sup> J. B. GROSSINGER: *Dissertatio de Terræ Motibus Regni Hungariæ*. Jaurini (Győr, 1783).

<sup>3</sup> J. Graf von STERNBERG: *Versuch einer Geschichte der ungarischen Erdbeben*. (Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786.) Prag und Dresden, 1786.

katalógust, majd HOLÉCZY<sup>1</sup> az 1763—1820 közötti földrengésekkel foglalkozik. Említésre méltó HUNFALVY<sup>2</sup> kísérlete, a ki a zsolnai földrengésről írt értekezése kapcsán ad képet a régmúlt idők földrengéseiről. Nagyobb jelentőségű azonban JEITTELES HENRIK<sup>3</sup> már említett munkája, sőt hazai földrengési irodalmunknak KITAIBEL és TOMTSÁNYI munkája mellett alapvető munkája. Majd SALY<sup>4</sup> ad a komáromi földrengésekről írva egy kisebb katalógust. KOCH<sup>5</sup> és BIELZ<sup>6</sup> erdélyrészi földrengési katalógusokat szerkesztett. A legújabb korban pedig KÖVESLIGETHY RADÓ útmutatása mellett LAJOS FERENCZ<sup>7</sup> készíti el 1900-ig terjedő katalógusát. 1907-ben e sorok írójának<sup>8</sup> katalógusa már

<sup>1</sup> HOLÉCZY MIHÁLY: A komáromi földindulások. (Tudományos gyűjtemény V. 1824.) Buda, 1824.

<sup>2</sup> HUNFALVY JÁNOS: Az 1858 januárius 15.-én történt földrengés. (A kir. magy. Természettudományi Társulat Évkönyvei IV. 1857—1859.) Pag. 183—220. Pest, 1859.

<sup>3</sup> JEITTELES HENRIK: A földrengések legnevezetesebb kiindulási, vagyis középpontjai Magyar- és Erdélyországban. (Természettudományi Közöny, 1860.) Pest, 1860.

<sup>4</sup> SALY AUGUSZT: Földrengések Magyar-hazánk határain, különösen városunkban; történeti adatok és kéziratok nyomán. (A Pannonhalmi Szent-Benedekiek rév-komáromi algináziumának tizedik programja az 1859/60. évben.) Komárom, 1860.

<sup>5</sup> KOCH ANTAL: Az erdélyi földrengések összeállítása (1443—1880). (Kolozsvári Orvos-Természettudományi Társulat Értesítője. 1880.) Kolozsvár, 1880.

<sup>6</sup> E. A. BIELZ: Beitrag zur Geschichte merkwürdiger Naturbegebenheiten in Siebenbürgen. (Verhandlungen und Mittheilungen des siebenbürgischen Vereines für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. VII., VIII., XIV., XXXI., XXXII.) Nagyszeben.

<sup>7</sup> Prof. Dr. E. RUDOLPH: Verhandlungen 1911 Staßburg. Erste internationale seismologische Konferenz. Leipzig. 1902.:

a) R. v. KÖVESLIGETHY: Vorweisung des ungarischen Erdbebenkatalogs. (Pag. 151—152.)

b) FR. SCHAFARZIK: Die Erdbebenkommission in Ungarn. (Pag. 147—150.)

<sup>8</sup> A. RÉTHLY: Sur le catalogue des tremblements de terre en Hongrie. (R. de KÖVESLIGETHY: Comptes rendus des séances de la II. réunion de la commission permanente et de la I. assemblée générale de l'Association Internationale de Seismologie réunie a la Haye 21—25. IX. 1907.) Budapest, 1908. Pag. 161.



653 földrengést számlál, míg a legújabb földrengési térkép megszerkesztéséhez 350 helyről 1422 földrengés nap adatai szolgáltak.

Mindezen főbb katalógusok adatait az I. táblázatban egybeállítottuk, abból legjobban látni, hogy mily lassan, de fokozatosan gyűltek egybe 1880-ig a hazánkban észlelt földrengések rejtett megfigyelései. Megjegyezzük, hogy a RÉTHLY II-vel jelzett adatokból a horvátországi megfigyelések kiemeltettek.

I. Táblázat.

Időszak	GROSSINGER —1783	STERNBERG —1783	HUNFALVY —1858	JEITTELES —1860	LAJOS —1900	RÉTHLY	
						I. —1900	II. —1912
455—1000	—	—	—	—	—	—	1
1001—1100	9	2	—	1	1	3	3
1101—1200	—	—	—	1	1	1	1
1201—1300	—	—	—	—	—	—	—
1301—1400	2	2	1	2	2	4	4
1401—1500	2	1 <sup>1</sup>	2	2	1	4	6
1501—1600	3	3	6	24	25	46	67
1601—1700	5	4 <sup>2</sup>	5	27	30	45	57
1701—1800	15	13	22	68	74	165	184
1801—1880	—	—	49	83	150	228	542
1881—1900	—	—	—	—	156	156	149 <sup>3</sup>
1901—1910	—	—	—	—	—	—	338
1911 1912	—	—	—	—	—	—	70
Összesen	29	25	85	208	440	653	1422

Magyarország földrengési térképe a Kr. u. 455-től 1912-ig terjedő 1458 évet magába foglaló időszak földrengési adatai alapján készült. A XIII. századból eddig még nincs egyetlen adatunk, a XII.-ből is csak egy.

A főszűl természetsszerűleg a legutolsó két évszázadra esik, a mi egyrészt a komáromi, móri, jászberényi, ómol-

<sup>1 2</sup> 1490. és 1645. évi bécsi földrengéseket, a melyeket GROSSINGER felvett, mellőzte.

<sup>3</sup> Csökkenés a horvátországi földrengések elhagyása miatt.

dovai, jókeői és a kecskeméti földregési rajok, másrészt az újabb 30 év óta szervezett földregési szolgálat eredménye.

Térképünk megszerkesztéséhez az egyes helyeken a különböző időkben észlelt földregéseket egybefoglaltuk és hat csoportba foglalva a földregéses napok gyakorisága szerint a regési helyeket különböző nagyságú pontokkal tüntettük fel. A nagyságrend alapjául a mértani haladvány szerint fokozódó napok száma szolgált.

I.	rendű nagyság	216 hely, a melyen csak	1	napon észleltek földregést
II.	„	75 „	„	2—3 „
III.	„	41 „	„	4—9 „
IV.	„	11 „	„	10—27 „
V.	„	4 „	„	28—81 „
VI.	„	3 „	„	82 napnál több napon észleltek földregést.
Összesen:		350 hely		1422 földregéses nappal.

A földregési térkép alapjául szolgáló katalógusunk kézírata a következő adatok alapján gyűlt egybe:

1. Saját gyűjtésünk a 455—1880 évek közötti időszak földregéseire.<sup>1</sup>

2. A Magyarhoni Földtani Társulat Földregési Bizottsága által gyűjtött és idézett helyeken kiadott megfigyelései az 1881—1889. évekről.<sup>2</sup>

3. Nevezett Bizottságnak az 1890—1899 években gyűjtött megfigyelései.

4. A M. Kir. Orsz. Meteorológiai és Földregési Intézet földregési szolgálatából eredő megfigyelések évkönyvei és jelentései az 1900—1910. évekről.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gyűjtéseim alapján készült kéziratú földregési katalógusom.

<sup>2</sup> A Magyarhoni Földtani Társulat Földregési bizottságainak eddig publikált anyaga (1882—1889. évekről), a melyet a bizottság tagjai közül SCHAFARZIK FERENCZ és KOCH ANTAL dolgoztak fel legnagyobb részben.

<sup>3</sup> A m. kir. orsz. meteorológiai és földmágnességi intézet kiadásában megjelent évkönyvek:

a) RÉTHLY ANTAL: Az 1900., 1901. és 1902. évi magyarországi földregések. Budapest, 1909.

5. A Kir. Magy. Tudományegyetem Földren-  
gési Observatoriumának szolgálatából eredő anyag jelen-  
tései az 1911—1912. évből.<sup>1</sup>

A térkép magyarázatához a következőket kell még előre  
bocsátanunk. Egyes vidékek földren-  
gési viszonyai különböző mo-  
nografiák alapján már ismeretesek voltak és így azokon a he-  
lyeken a már eddig megállapított szeizmotektonikai vonalakat  
is feltűntethettük. Az elsőrendű törésvonalakat kettős, a másod-  
rendűeket, a melyek az előbbieket többnyire keresztezik, egyszere-  
vonalal húztuk ki. A térkép törésvonalai a legkülönbözőbb irá-  
nyúak, de főleg az ÉK—DNy, valamint az erre merőleges  
ÉNy—DK irányúak az uralkodók; a hol ezektől lényeges elté-  
rés van, ott annak magyarázatát találjuk az illető vidék már  
feltárt, megismert szerkezeti viszonyaiban, így pl. feltűnő a nyu-  
gati krassószörényi mészkőhegység nyugati törésvonala,  
a melyikkel már régebben SCHAFARZIK foglalkozott.<sup>2</sup> Hasonlókép  
a szamosvölgyi közel É—D irányú szeizmotektonikai vonal  
az illető terület geológiai viszonyaival egybevág és ezt az ered-  
ményt az 1885.-i földrengés szolgáltatta.

Nem szándékozunk részletesen fejtegetni az egyes vidékek  
földren-  
gési viszonyait, hanem utalunk a térképre, a melyet ha

---

b) U. a.: Az 1903. évi magyarországi földrengések. Budapest, 1904.

c) U. a.: Az 1904. " " " " 1905.

d) U. a.: Az 1905. " " " " 1906.

e) U. a.: Az 1906. " " " " 1907.

f) U. a.: Az 1907. " " " " 1908.

g) h) i) U. a.: Jelentés az 1908., 1909., 1910. évben Magyarországon  
észlelt földrengésekről. Avis macrosismique de Hongrie. 1908, 1909 et  
1910. Budapest.

Valamint j) U. a.: Az 1911. évben észlelt földrengések hazánkban.  
(Földtani Közlöny, 1912.) Budapest. 1912.

<sup>1</sup> *Service Sismologique Hongrie*. Observatoire Sismologique de l'Uni-  
versité de Budapest: a) Bulletin macrosismique 6. année, 1911, par A. RÉTHLY  
et G. STRÖMPL.

b) Bulletin macrosismique 7. année, 1912, par G. STRÖMPL. Budapest,  
1912—13.

<sup>2</sup> SCHAFARZIK FERENCZ: Berzászka környékén eszközölt geológiai tanul-  
mányok. (A magyar kir. földtani intézet évi jelentése 1911. évről. Pag.  
116—123.) Budapest, 1912.

egybevetünk M a g y a r o r s z á g hegységeinek geomorfologiai alapon készült beosztásával, igen jellemző képet és összefüggést nyerünk a földrengési középpontok eloszlása és a főbb szeizmotektonikai vonalaknak hegységeink peremével való egybeesését illetőleg. Térképünk az első kísérlet hazánkban a földrengések gyakoriságának eloszlására, valamint a szeizmotektonikai vonalak egységes ábrázolására. Lehetséges, hogy egyes, még eléggé nem tanulmányozott földrengések feldolgozása után a középpontok helyei némi eltolódást fognak szenvedni. A földrengések erősségére ez alkalommal nem fektetünk nagy súlyt, azonban a 8°-nál erősebb földrengéssel sújtott helyek neveit aláhúztuk, hogy már ezáltal némileg fel legyenek tüntetve az erősebb szeizmiczitással bíró vidékek. Ha kombináljuk az aláhúzott helyeket a nagy gyakorisággal, már képét kapjuk M a g y a r o r s z á g valódi földrengési tevékenységének.

Földrengési térképünk főbb területeinek ismertetését nyugaton kell megkezdenünk, mert M a g y a r o r s z á g szeizmikus tekintetben a M e d i t e r r á n geosynclinalisba tartozik. Az A l p o k rendszerének szerkezeti folytatását alkotó K á r p á t o k és annak medenczéi a mi szeizmikus területeink. Az A l p o k rendszeréhez tartozik még a L a j t a - h e g y s é g, mint annak M a g y a r o r s z á g r a előretolt nyúlványa. Földrengési tekintetben a L a j t a - h e g y s é g környéke határozottan nyugtalan terület, de különösen annak a K i s - M a g y a r - A l f ö l d felőli délkeleti lejtője: K i s m a r t o n, N a g y m a r t o n, valamint a F e r t ő melléke, C z i n f a l v a és S z e n t m a r g i t gyakran adnak magukról életjelt. A L a j t a - h e g y s é g csapásirányának mindkét oldalát főszerkezeti vonalak határolják és mint haránttörésvonalat a L a j t a u j f a l u — S o p r o n irányában lévő lehetett az eddigi észlelések alapján feltüntetni.

A D u n á n áthaladva, kezdődik a K á r p á t i gyűrű, és első részének, az É s z a k n y u g a t i K á r p á t o k n a k első szakasza földrengési tekintetben úgy a régmúlt, mint a közelmúlt időkben gazdag volt földrengésekben. Két középpont bir nagyobb jelentőséggel, az egyik P o z s o n y és közvetlen környéke a K i s - K á r p á t o k gránit magvának lábánál, a másik a B r e z o v a i - h e g y s é g b e n J ó k e ő és vidéke (S i p k ó, L a n c s á r és S z o -

molány) a mezozoos mészkőszirteket átaljáró vetődések felett. Jókeő földrengési tekintetben a legújabb időkben is működött és rengési területe 30,000 km<sup>2</sup>-t ért el, a mi hazai földrengéseink között elterjedését illetőleg a nagyobbak közé sorolja.

A Vág völgye mentén elszórtan vannak még egyes kisebb földrengési gócpontok, de Zsolna vidékén erősebb rengési középpontot találunk. Egy pillantást vetve a geológiai térképre, látjuk, hogy itt nagyobbszabású zavaroknak kell lenniök, a melyek különösen a krétakorszakra vezethetők vissza, de még a tertiárban is, annak első szakában, működésben voltak. A földrengési terület epicentrális vidéke itt is közel esik a Kis-Fátra gránit magvához, a melynek északnyugati peremén pattantak ki a középkorban és a mult század derekán az igazán nagy pusztítást végzett zsolnai földrengések.

A felvidéki dombvidék, a melyik már a Kárpáti gyűrű első övén belül esik, itt-ott színhelye volt földrengésnek. Különösen említésre méltó a Nyitra völgyében Privigye, a vízválasztón túl pedig a Turóczy-medenczében is volt földrengés, a mi arra vall, hogy belé esik még a Nyugoti Kárpátok felső részének szeizmikus területébe, bár mint a medence közepén fekvő helynek földrengése, lehet, hogy nem a hegyképző erők eredményezte tünemény.

A Közép-Kárpátok kiterjedt csoportjában több földrajzi egységet találunk, a melyeket szeizmikus szempontból is külön-külön kell szemügyre vennünk. A Magas-Tátrának hatalmas magva nyugodt terület, de kelet felé, a Késmárki medenczének a Tátrát határoló peremén több ízben pattantak ki földrengések, a melyek közül különösen a lándoki bir jelentőséggel, mert szeizmotektonikai vonala egybeesik UHLIG-nak<sup>1</sup> a Magas-Tátra eme peremén megállapított vetődésével.

A Közép-Kárpátok egyéb hegycsoportjai közül a Garam völgyénck középső része mentén az Osztrovszki és a Pojánahg., valamint a Nagy-Fátra között Zólyom-

---

<sup>1</sup> VICTOR UHLIG: Bau und Bild der Karpathen. (Pag. 72—76.) Wien, 1903.)

lipcsétől Újbányaig húzódó s mindinkább kiszélesedő völgy alluviumán épült helyek több ízben voltak földrengések színhelyei, a mi okvetlen összefügg avval is, hogy eme völgy tektonikai eredésü. Az Osztrovszki hegységben magában Selmezbánya ismételtén volt földrengések színhelye. Eddig nem volt alkalmunk megállapítani a rendelkezésre álló anyagból a selmezbányai szeizmikus tünetmények természetét.

A Szepes-Gömöri-Ércz hegységben a földrengési középpontok ritkábbak és erősebben csak Gölniczbányán jelentkeznek ezek a földalatti erők.

Kelet felé haladva vulkánológiai szempontból igen fontos vidéket érünk, az Eperjes-Tokaji-hegysort, vagy a mint LÓCZY LAJOS<sup>1</sup> legújabb felosztásában elnevezte: a Közép-Kárpátokat keletről szegélyző andezithegyeket. Ez a hegység a Hernád, valamint a Bodrog-Ondava között terül el és nyugati, de különösen keleti oldalán az Ondava völgyében: Varanno, Sztropkó és Homonna gyakran volt földrengés színhelye. Déli szegélyén Megyaszó, Tokaj és Tállya is kitűnik földrengéseivel.

Az itt lévő földrengési középpontok nemcsak az Eperjes—Tokaji hegyláncz keleti oldalán, hanem a Nagy-Magyar-Alföld egyik öblének szélén is fekszenek és itt kézenfekvő, hogy a vulkáni működést megelőző leszakadása a medenczének még ma is elvétve kisebb sülyedéseket von maga után, a mi a fiatalokú vulkáni működéssel bíró hegyek lábánál elterülő medenczék általános törvénye.

Az Északkeleti Kárpátok külső homokköve nem

<sup>1</sup> a) LÓCZY LAJOS: A magyar birodalom hegységeinek, dombvidékeinek és síkságainak csoportosítása. (Vezető a magyar kir. földtani intézet múzeumában. Pag. 56—68.) Budapest, 1909.

b) CHOLNOKY JENŐ: Magyarország hegyeinek csoportosítása. (Földrajzi Közlemények, 1910.) Budapest, 1910.

c) JANKÓ JÁNOS: Magyarország hegyvidékeinek csoportosítása. (Budapest, 1891.)

d) CHOLNOKY JENŐ: Magyarország geológiai térképe. (Budapest, 1900.)

Ezen négy munkát, illetve azoknak térképeit használtam fel a földrengési területek beosztásakor, illetve tárgyalásakor.

mutat fel szeizmikus működést, azonban a Vihorlát Gutin vulkáni hegysor délnyugati peremén annál gyakoriabbak a földrengések. Az Alföldet szegélyező hatalmas szeizmotektonikai vonalat látjuk itt, a melynek mentén Ungvár, Repede, Beregkiszalmás, Bustyaháza, Técső és Máramarossziget helyezkedik el, hogy csak a főbb középpontokat soroljuk fel. Erre a szeizmikus övre merőleges több haránttörés, a melyet a Tiszába torkoló völgyek mentén találunk. Ezek a Latorcza, a Borsava, a Nagyg, a Talabor és a Taracz völgyei, a melyek mentén helyezkednek el sorra a következő földrengési fészkek: Hársfalva, Dolha, Iza, Uglya és Nyéresháza. Jellemző erre a területre az, hogy földrengések elég gyakran lépnek itt fel, de pusztító jellegük eddig nem volt. Meg kell még jegyeznünk azt is, hogy a Keleti Kárpátok külső övének földrengési tevékenysége semmi összefüggésben sincs a belső övvel és a kárpáti homokkővonulat élesen elhatárolja a két szeizmikus területet, a melyek közül a külső ritkábban, de erősebben, a belső gyakrabban, de gyengébben működik.

A Kárpáti gyűrű eddig tárgyalt szakaszának egyes földrengéseivel LOZINSKY<sup>1</sup> is foglalkozott, reámutatva a gránitmagvak, a variscusi relictumok és a földrengési középpontok közötti összefüggésre.

Teljesen földrengésmentes területet találunk a Rodnaihavasoktól a háromszéki és a barczasági síkságig. Egyaránt nyugodt a Kárpáti övnek úgy a kristályos, mint a homokköves, valamint a vulkánikus zónája. A medenczében azonban ismét nagyon gazdag rengési területre bukkanunk. Ennek a területnek szeizmikus gazdagsága teljesen indokolt és az orográfiai viszonyok sokat megmagyaráznak. A Kárpáti gyűrű, a melyik eddig enyhe ívben vonult nyugattól északra és keleten át délnek, itt hirtelen megtörik és egyenesen nyugati irányúvá válik.<sup>2</sup> A mészkővonulat négyfelé ágazik szét, nagyszabású töré-

<sup>1</sup> W. v. LOZINSKY: Das seismische Verhalten der Karpathen und ihres Vorlandes. (Gerlands Beiträge zur Geophysik XII. 1.) Leipzig, 1912.

<sup>2</sup> CHOLNOKY JENŐ: A Föld hegyei és vizei. A Kárpátok. Pag. 500—501. (Budapest, 1906.)

sek jellemzik a területet és a Fekete-ügy, az Olt, valamint a Vargyas mentén elterülő háromszéki és barczasági síkság északnyugati és délkeleti pereme alatt erős szeizmikus működést kifejező hypocentrumok vannak, a mint arra a számos földrengési középpont utal.

Ez a medence régi időktől fogva gazdag földrengésekben, a brassói, valamint a székely feljegyzések szerint gyakran elérte a földrengés a VIII°—IX°-ot, sőt volt több eset X°-nyi erősséggel is. Fontos hely, mert ismételten itt volt a középpontja olyan földrengésnek, a melyik a Balkán félsziget nagyrészét, déli Oroszországot, Ausztria keleti tartományait és hazánk nagyrészét megremegtette. A Kárpátok vonulatának hirtelen megtörése, az a hatalmas oldalnyomás, a melyet az oláhországi tábla gyakorol arra, kétségtelenül befolyással van a feszültségek felgyülemelésére, a melyeknek kiváltódása a legkülönbözőbb okok eredménye lehet. Itt találjuk Brassót, a hol a földrengési működés hazánkban közel az első helyen áll. Jellemző törésvonalat kaptunk, a melyik Esztelektől Brassó felé vonul és hat epicentrum helyezkedik el rajta.

A felette bonyolódott szerkezetet feltüntető brassói hegy-csoporttól kiinduló kristályos palavonulat a Krassószörényi hegységig újból földrengésmentes. Északi lábánál az Erdélyi medence szélén az Olt és a Czibin völgyében van néhány rengési középpont, a melyek azonban már az Erdélyi medence tektonikájával állanak összefüggésben. A Déli Kárpátokban egyedül az Oláh-Zsil tektonikai folyóvölgye mellett Lupényban van határozott földrengési fészkek, a melynek működése szintén megerősíti a völgy szerkezeti jellegét.

A Kárpátok vonulata a Krassószörényi hegységben újból erős törést szenved és e helyütt igen sok földrengési fészünk van. A Déli-Kárpátok nyugati határán a Temes és a Cserna völgyében földrengési fészeksor helyezkedik el északról dél felé haladva és legerősebb pontja Herkulesfürdő környékén van, a hol vetődés mentén gazdag hőforrások fakadnak. A Krassószörényi hegység kristályos pala-magva ismét nyugodt terület, de a nyugati szélén újból északról délnek sorakozva a földrengési góczpontok láncolatát találjuk.



Omoldova és Orsova főszeizmikus helyek. Ezen a vidéken SCHAFARZIK FERENCZ és SCHRÉTER ZOLTÁN<sup>1</sup> újabb vizsgálatai szerint a hegyképző erők, a hatalmas oldalnyomás halmozzák fel a sok feszültséget, a melyek földrengések alakjában emitt gyakran kiváltódnak.

A Krassószörényi hegységtől nyugatra még két egyedül álló archaikus rögöt találunk, a Lokvét és a Verseczi hegyet; a mindkettő aljában lévő helyek, ú. m. Fehértemplom és Versecz, földrengésektől látogatottak.

Evvel végeztünk a Kárpáti gyűrű belső öve mentén elhelyezkedő rengési területek rövid ismertetésével. A Kárpátonkon belül szeizmikus tekintetben is geográfiai egységek a Dunai Magyar Középhegység, a Somogy-Baranyai dombvidék, a Nagy Magyar Alföld, az Erdélyi medence és a Kis-Magyar-Alföld.

A Dunai-Magyar-Középhegység a Keszthelyi hegységtől a Zempléni szigethegységig tart és a hegységet határoló vetődések mentén úgy az északnyugati, mint a délkeleti oldalán sokszor pattannak ki földrengések és egymással lánczolatos összefüggésben találjuk a rengési középpontokat. A Dunántúlon levő hegység-csoportok szeizmikus viszonyai eddig a legismertebbek. A Bakony<sup>2</sup> és a Vértes nagyrésze földrengésmentes terület, de annál inkább gazdag földrengésekben a kettőt elválasztó ÉNy—DK irányú árkos vetődés — a móri csatorna —, a melynek középponti részében a Csókahegy aljában Mórrott<sup>3</sup> egyik jelentős rengési fészünkét találjuk. Az Alföld északnyugati határvonalával párvonalasan haladó vetődésen is több fészek helyezkedik el: Balatonfüred, Székesfehérvár, a Velencei hegység gránitröge aljában Nadap, majd Buda és Pest két nagyjelentőségű szeizmo-

<sup>1</sup> SCHRÉTER ZOLTÁN: Adatok a nyugat krassószörényi mészkőhegység déli részének hegyszerkezetéhez. (A magyar kir. Földtani Intézet évi jelentése az 1910. évről. Pag. 124—158.) Budapest, 1912.

<sup>2</sup> RÉTHLY ANTAL: Földrengések a Balaton környékén. (A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I.) Budapest, 1912.

<sup>3</sup> RÉTHLY ANTAL: Az 1810 januárius 14.-i móri földrengés. (Földtani Közlöny, 1910.) Budapest, 1910.

tektonikai vonal keresztezései helyén, a budai hőforrások törési vonala felett. Tovább haladva a Mátra déli aljában Gyöngyös, majd a Bük hegység két oldalán az Alföldből benyúló öblök mellett Eger és Miskolcz számottevő helyei a földrengési működésnek. Ha a Dunai-Magyar-Középhegység északnyugati peremét vesszük figyelembe, ott is néhány jól kifejlődött földrengési fészekre valló epicentrummal találkozunk. Gicz a Bakony szélén, Szend a Vértes aljában, a Gerecse peremén Szomód és Bicolpuszta, a Pilis alatt Esztergom, a Bözsönyi hegységben Márianosztra és Szokolya, majd a Cserhátban Haláp földrengési epicentrumok, valamint a Mátrában és a Bükkben: Kazár, Mátraszele, Dédes stb.

A Magyar Középhegységet több helyütt járják át vetődések, és bizonynyal összhangba lehet hozni a földrengési térképet a geologiailag megállapított szerkezeti viszonyokkal. Ez a hegységünk szeizmikus tekintetben is egységesnek látszik, de vannak egyes földrengéses helyei, a melyeket mivel a hegységnek az Alfölddel határos peremén helyezkednek el, ép úgy lehetne a medence rengéseihez kapcsolni, mint a hogy eme rögökre bontott hegységnek különleges szerkezeti viszonyaiból eredőknek tekintjük.

A Dunántúl még a Balaton árkanak rengései is ide sorolandók, valamint az annak délnyugati végében lévő Keszthelyi hegység vidéki kisebb rengések középpontjai. A Balaton árka két aszeizmikus rögöt választ el egymástól, az egyik a már említett Bakony, a másik a somogyi dombvidék északi része. Ebbe Som egy kisebb, valami omlás okozta rengés alapján került be, de szeizmikus tekintetben ennek jelentősége nem lehet.

A Kapos és a Koppány között újból földrengési működést felmutató vidéket találunk, a mely Pinczehelytől délnyugatnak húzódva Nagyatádig ér. Gyenge a szeizmicitása ennek a területnek, de annál erősebb az északkeleti és délnyugati szélein lévő két vidéké, ú. m. Pinczehely és Nagyatád—Súr vidéke. Ettől a kis rengésű övtől délre elterülő Somogy—Baranyai dombvidék ismét mentes földrengések-





# MAGYARORSZÁG FÖLDRENGÉSI TÉRKÉPE

455—1912

Szerkesztette: Dr. Réthly Antal



VIII<sup>o</sup> erősséget elért helyek (I<sup>o</sup>—XII<sup>o</sup>)  
Aszeizmikus rögök.  
Szeizmotektonikai vonalak.

Budapest, 1913. IV.

Rajzolta: Sávoly Ferenc dr.



←  
47° é. sz.

↓ 30° k. h.



tól. Az ezt követő Mecsek és az előtte lévő ősrégi hegyrögök aljában újból találunk rengési fészkeket a Pécs—Bonyhád—Szegszárdi szeizmotektonikai vonal mentén, valamint a Bata—Bonyhádi törésvonal felett. Ezek is már részben a Nagy-Magyar-Alföld nyugati határához tartoznak és ennek a területnek szeizmikus működése összefüggésben lehet az Alföld szakaszos sülyedésével.

A Zalai dombvidék és a Dráva között ismertebb rengési területünk van Légrad, Surd—Iharosberény főbb epicentrumokkal. Főtörési vonala mintegy folytatása a horvátországi Sljeme és Kálnik<sup>1</sup> délkeleti peremét határoló, földrengésekben annyira gazdag törésvonalnak. A Dunántúl nyugati határán lévő hely földrengései is az Alpok kiágazásához tartoznak a Sopron—Vas—Zalamegyei dombvidék igen kis jelentőségű rengési központjaival.

Végül még figyelembe kell vennünk hazánk három nagy medenczjét, mert ezek birnak földrengési szempontból ránk legnagyobb jelentőséggel. Pusztító földrengéseink közül többnek középpontját ezeken a területeken találjuk.

Magyarország középső vidékét alkotja a Nagy-Magyar-Alföld, a mely Lóczy megállapítása szerint ép úgy, mint a Föld többi nagy hegyközi medenczéje — legyenek bár tenger által elborítva — lassú sülyedésben van. Alföldünk határait több helyütt élesen feltárt törésvonalak alkotják, a melyek közül legismertebb az északnyugati határát alkotó hatalmas vetődési sík, a mely már Zágrábnál kezdődik és egyes részleteiben Ungvárig követhető. Északkeleten a már említett Északkeleti Kárpátok vulkanikus hegysorozata határolja, a melynek délnyugati peremén is kimutathatók a szerkezeti vonalak, u. i. a hol a területek leszakadnak, ott első sorban tört elő a vulkánizmus és a geologiai harmadkor vulkáni működése már régen befejeződött, de a megzavart egyensúly eredményeképp eme fiatalkori vulkáni hegyek peremén folyton jelentkeznek a kisebb-nagyobb földrengések.

<sup>1</sup> KARL GORJANOVIČ-KRAMBERGER: Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit denselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen. Berlin, 1907.

Innen délnyugatnak haladva a Bihar-hegység különböző hegycsoportjai előtt is jellegzetes törésvonalakat találunk, így az Érmelléken és az Arad-hegyalján, valamint délnek fordulva, újból eljutunk a Pojána Ruszka, valamint a Krassószörényi hegységhez tartozó kristályos magokhoz, széleiken szeizmotektonikai vonalakkal.

Délen a Fruskagóra előtti vidék feltűnő módon szegény földrendésekben, csak Újvidékkel szerepel; nyugaton az Alföld mélyen benyúlik a Dunántúl vidékébe, de a Mecsek-hegység előtt a Duna hatalmas alluviumán találunk Kalocsa és Apatin között néhány rengési közép-pontot.

Az alföldi medenczét földrendési szempontból három működő és egy nagy nyugodt területre oszthatjuk. Az első a Magyar Középhegység Pilis és Cserhát csoportjától délnek Szentés, Kiskunmajsza és Kalocsa között helyezkedik el, nevezük ezt a területet a Jászberény—Gomba—Kecskeméti fészkek övének. A második terület az Alföld északkeleti szöglete aljában van, a Bükk és a Rézhegység előtt mélyen fekvő Érmellék és Ecsedi-láp vidékén, ez az Érmellék—Ecsedi súlyedési terület szeizmikus öve, a mely lenyúlik Nagyváradig. Alföldünk harmadik szeizmikus területe a Maros—Béga—Tisza között fekszik és leg-helyesebben a Bégavölgyi rengési övnek nevezhetjük. Ezeken kívül a Bihar előtt nagyobb távolságban benn az Alföldön egy észak-délrányú sávját találjuk az epicentrumoknak Füzesgyarmat és Kunágota között, valamint a Tisza jobbpartján Magyar-Pádé és Újvidék között is helyezkednek el epicentrumok.

A Jászberény—Gomba—Kecskeméti, valamint annak tükörképe, a Bégavölgyi rengési területek úgy gyakoriság, mint erősség dolgában igen számottevők. Az előbbiben főleg Kecskemét,<sup>1</sup> Gomba és Jászberény, az utóbbiban Nagytorák, Temesvár és Vinga voltak színhelyei rész-

<sup>1</sup> RÉTHLY ANTAL: A kecskeméti földrendés elemei 1911 júl. 8. (Földrajzi Közlemények, 1911.) Budapest 1911.

ben pusztító földrengéseknek. Az Alföld rengési területei, a mint már a leírásból is kilátnik, nincsenek egymással szoros összefüggésben, hanem egy hatalmas földalatti hegyhát vonul el közöttük északkelet-délnyugati irányban, a melyet bátran nevezhetünk Alföldünk aszeizmikus rögének, mert rajta földrengésnek eredő helye nem volt. Eme rög Apatin, Baja, Szentés, Tiszánána, a Nagykálló—Füzesgyarmati törésvonal, Nagylak, valamint a Magyarpádai törésvonal, illetve rengésfélszkek között fekszik és területe körülbelül 21,000 km<sup>2</sup>. Eme rögnek nagy jelentősége van Alföldünk szerkezeti viszonyaira és további beható kutatása kívánatos. Az Alföldünkről megszerkesztett szeizmotektonikai vonalakkal e helyütt bővebben nem foglalkozunk, hanem utalunk egyik azt behatóan tárgyaló dolgozatunkra.<sup>1</sup>

Az Erdélyi-medence felé fordítva figyelmünket, földrengési térképünk alapján itt főleg a medence peremének szcizmikus tevékenységét állapíthatjuk meg, míg a medence középső részein csak egyes alárendelt jelentőségű epicentrumok helyezkednek el. A medence keleti oldala jóformán teljesen nyugodt, de a nyugati részén és az arrafelé haladó két beöblösödésénél a Szamos és a Maros mentén, Szurdok és Zsibónál, van egy erősebb földrengési epicentrum, a mely egybeesik itt a Földünk öskérgét átható vetődési sikkal és az északerdélyi földrengés «a Bihar és a Máramaros közti vonulat rupturavonalára esik».<sup>2</sup>

A Gyulai-havasokat északon határoló Szamos völgyében is van földrengési tevékenység, valamint keleten az erdélyi érczhegység előtt Kolozsvár, Gerend-Kocsárd, Benedekfalú epicentrumai körben helyezkednek el. A medence főkifolyása, a Maros-völgyének eme része tektonikai eredésű folyóvölgy, a mely mellett ugyancsak találunk

<sup>1</sup> RÉTHLY ANTAL: Adatok az Alföld szerkezetéhez. (Földrajzi Közlemények 1912.) Budapest, 1912.

<sup>2</sup> SCHAFARZIK FERENCZ: Az 1885—1886 évi magyarországi földrengések. Az 1885. V. 26-i északerdélyi földrengés. (Földtani Közlöny, 1889.) Budapest, 1889.

Szántóhalma - Dévától Paulisig rengési középpontokat. Ez a szeizmikus vonal mintegy összeköti a két különálló szeizmikus vidéket s gyakran volt alkalmunk tapasztalni, hogy eme folyó völgy felette kedvez egyik vagy másik medenczében kipattanó földrengés hullámainak a szomszédos medenczébe való átvezetéséhez.

Az Erdélyi-medence nyugati oldalának főrengési középpontja Gerend tájékára esik.<sup>1</sup> Végül még az Erdélyi-medenczében elszórtan a Kisküküllő és a Hortobágy mellett is találunk egyes rengési góczpontokat, a melyeknek legerősebbje Segesvár, valamint a Hargita előtt Kőhalom. Ezek a helyek a medenczéből magasan kiemelkedő hegyvidék között bevágódott folyók mellett vannak és oly területek, a melyek a tertiár utolsó szakában mozgások színhelyei lehettek.

A Kis-Magyar-Alföld szeizmikus viszonyaival kell még megismerkednünk. Ez a terület a Lajtahegység, a Kis-Kárpátok, a Nyitrai és a Nógrádi dombvidék, a Magyar-Középhegység dunántúli szakasza, a Zala- és Sopronmegyei dombvidék közé esik. Északnyugaton két jelentős szeizmikus terület szeizmotektonikai vonalaival adhatjuk a Kis-Alföld szerkezeti határát, délnyugaton a bakonyi aszeizmikus rög elég jellegzetes határterület. Ebben a medenczében három nagyobb szeizmikus középpont helyezkedik el. A legismertebb Komárom, a második Győr és a harmadik Szombathely. Kronologiai sorrendben ugyan Szombathelyet illetné az elsőség, mert Kr. u. 455-ig kell visszamenünk, hogy megtaláljuk az erre a területre és így a hazánkra vonatkozó első földrengési feljegyzést.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> KOCH ANTAL: Az 1880 okt. 3-i közép-erdélyi földrengés. (Kolozsvári Orvos-Természettudományi Társulat Értesítője 1881.) Kolozsvár, 1881.

<sup>2</sup> a) «A Gothok uralkodási éveinek elseje, vagyis a 455. év különösen végzetes volt Savariára nézve, minthogy ekkor a város egy nagyobb-mérvű földrengés által teljesen szétromboltatott.» Dr. KUNC ADOLF: Szombathely, Savaria rend. tan. város monografiája. Pag. 60. Szombathely, 1880.

b) MOLNÁR JÓZSEF: A hévizek Buda környékén. Magyar Tud. Akad. Matematikai és Természettudományi Közlemények VII. 3. Pest, 1869.



K o m á r o m városának rengési középpontja az elsők között áll az országban Brassó és Mór mellett. Kiténik ez a terület még avval is, hogy körülötte több kisebb góczpont helyezkedik el, a melyek még a legújabb időkben is a szeizmikus működésnek többször jelét adták.

Befejezve hazánk földrengési térképének ismertetését és leírását, röviden még reá kell mutatnunk arra, hogy a földrengési működés leggyakoribb és legerősebb a medenczékben és azok peremén. A harmadkori vulkánikus működés területei egymástól igen eltérő viselkedést mutatnak, mert a míg a V i h o r l á t - G u t i n - v o n u l a t belső pereme gazdag földrengésekben, addig a H a r g i t a belső pereme előtt nincs szeizmikus működésre valló góczpont.

A hol a hegy csapásában hirtelen fordulat áll be, vagy jellegzetes törések járnak át, földrengési fészkeket találunk; az archaikus kőzetek területei és hazánk variscusi rögei maguk földrengésmentesek, de peremeiken mindenütt megtaláljuk a szeizmikus működés nyomait.

**II. táblázat.**  
**A földrengési középpontok koordinátái:**

A helység neve	λ		φ		A helység neve	λ		φ	
	o	'	o	'		o	'	o	'
Adorján	23	8	47	55	Csesztreg	16	31	46	43
Aga	21	40	45	52	Czegléd	19	48	47	10
Aknasugatag	23	56	47	47	Czinfalu	16	32	47	47
Aknaszlatina	23	52	47	57	Dédes	20	29	48	10
Alibunár	20	58	45	5	Déva	22	55	45	53
Alsójára	23	31	46	33	Dognácska	21	45	45	16
Alsókalocsa	23	41	48	26	Dolha	23	17	48	22
Alsókrivina	22	7	45	39	Dorogháza	19	54	47	59
Alsószolcsva	23	25	46	24	Dunaalmás	18	20	47	44
Alsótömös	25	37	45	35	Dunaföldvár	18	55	46	49
Angyalos	25	54	45	53	Dunaörs	18	3	47	46
Anina	21	51	45	4	Eger	20	25	47	55
Apanagyfalu	24	12	47	6	Elek	21	15	46	32
Apáti	18	36	46	13	Eperjes	21	14	49	00
Apatin	18	59	45	41	Érendréd	22	20	47	31
Arad	21	19	46	7	Érmihályfalva	22	7	47	31
Bablyuk	23	9	48	49	Érsemjén	22	5	47	29
Baja	18	57	46	11	Értarcsa	22	10	47	28
Balassagyarmat	19	18	48	5	Esztelnek	26	13	46	6
Balatonfüred	17	54	46	58	Esztergom	18	44	47	47
Bánffyhunad	23	2	46	52	Fehértelep	21	10	44	55
Baranyavár	18	37	45	48	Fehértemplom	21	25	44	54
Barcs	17	28	45	58	Feketekút	20	45	49	13
Báta	18	47	46	8	Felsőór	16	12	47	17
Bátaszék	17	44	46	11	Felsőperesény	19	5	48	36
Békéscsaba	22	5	46	41	Felsőpulya	16	31	47	30
Bélapataka	18	23	48	53	Fertő	16	41	47	45
Belecske	18	26	46	41	Fehérfalva	16	27	47	48
Benedekfalu	23	35	46	13	Fiume	14	25	45	20
Beregkisalmás	22	51	48	22	Fogaras	24	49	45	51
Beszterce	24	30	47	8	Fülöpszállás	19	14	46	49
Besztercebánya	19	9	48	14	Füzesgyarmat	21	13	47	6
Bezdnánkozora	18	55	45	52	Gebe	22	16	47	52
Bikolpuszta	18	27	47	43	Gerend	23	56	46	27
Bilke	23	8	48	19	Gicz	17	45	47	26
Bobot	18	18	48	49	Gomba	19	31	47	22
Bólya	24	17	45	58	Gödöllő	19	21	47	36
Bonyhád	18	32	46	18	Gölle	18	1	46	26
Botfalu	25	39	45	46	Gölniczbánya	20	56	48	51
Brassó	25	36	45	39	Görgényüvegsűr	24	56	46	56
Brunóc	17	51	47	41	Gyorok	21	36	46	9
Budapest	19	2	47	30	Gyömrő	19	23	47	24
Bustyháza	23	30	48	3	Gyöngyös	19	56	47	47
Bürkös	24	32	45	59	Gyöngyöshalász	19	55	47	44
Csáktornya	16	26	46	23	Győr	17	38	47	41
Csány	19	50	47	39	Gyulafehérvár	23	36	46	4
Csap	22	13	48	26					
Csatka	17	58	47	23					

A helység neve	λ		φ		A helység neve	λ		φ	
	o	'	o	'		o	'	o	'
Haláp	19	22	47	59	Lajosmizse	19	33	47	2
Halmi	23	1	47	58	Lajtapordány	16	29	47	56
Hársfalva	23	2	48	33	Lajtaufalu	16	22	47	52
Herkulesfürdő	22	25	44	53	Lancsár	17	39	48	36
Homonna	21	54	48	56	Lándok	20	22	49	14
Horváthásos	16	24	47	11	Lándor	18	8	47	48
Huszt	23	18	48	10	Légrád	16	51	46	18
					Less	21	51	46	58
Igló	20	34	48	46	Liebling	21	19	45	35
Iharosberény	17	8	46	22	Lippa	21	43	46	5
Irsa	19	38	47	15	Loesmánd	16	38	47	28
Isztimér	18	11	47	17	Lőcse	20	35	49	2
Iza	23	19	48	13	Lugos	21	54	45	41
Izsa	18	14	47	45	Lukovistye	20	2	48	30
					Lupény	23	13	45	21
Jákóhalma	19	59	47	31	Magyarbodza	26	4	45	39
Jászapáti	20	9	47	31	Magyargyerómonostor	23	5	46	47
Jászberény	19	55	47	30	Magyarláros	23	53	47	28
Jókeő	17	33	48	36	Magyaróvár	17	16	47	53
Jósza	22	6	48	49	Magyarpádé	20	10	45	50
					Naraczali	17	25	46	35
Kakucs	19	22	47	14	Márianosztra	18	52	47	52
Kalocsa	18	59	46	32	Márkusfalva	20	37	48	55
Kapnikbánya	23	51	47	40	Mármarossziget	23	53	47	56
Kaposvár	17	48	46	22	Marosillye	22	40	45	56
Kassa	21	15	48	43	Marosludas	24	6	46	29
Kazár	19	52	48	3	Mászfalu	22	55	48	22
Keekemét	19	42	46	52	Mátraszele	19	54	48	4
Kékkő	19	20	48	14	Mecsekszaboles	18	16	46	6
Kerczesora	24	35	45	44	Medgyes	24	21	46	10
Késmárk	20	26	49	10	Megyaszó	21	3	48	11
Kétegyháza	21	11	46	32	Mehádia	22	22	44	54
Kéthely	16	32	47	26	Mészkö	23	43	46	32
Kézdiszentkereszt	26	10	46	4	Mezőkövesd	20	34	47	49
Kézdivásárhely	26	9	46	00	Mezőpetri	22	22	47	36
Kiliti	17	18	47	57	Miskolc	20	47	48	6
Királykut	20	50	48	24	Mocsolyás	20	40	47	55
Kiskunfélegyháza	19	50	46	42	Módos	20	51	45	26
Kiskunmajsza	19	45	46	29	Mokrin	20	25	45	56
Kismarton	17	31	47	51	Monostorszeg	18	56	45	48
Kissármás	24	11	46	46	Mór	18	15	47	21
Kisszedres	22	26	46	36	Musa	26	25	45	58
Kolozsvár	23	35	46	46					
Koly	22	3	47	19	Nadap	18	36	47	16
Komárom	18	9	47	46	Nagyatád	17	21	46	14
Koppány	17	4	46	53	Nagybánya	23	35	47	40
Kotor	16	49	46	21	Nagybittse	18	34	49	13
Kovászna	26	10	45	51	Nagybocskó	24	1	47	58
Kőhalom	25	13	46	2	Nagyborosnyó	26	1	45	49
Körmöczbánya	18	55	48	42	Nagydisznód	24	10	45	43
Kőszegremete	23	19	47	52	Nagyecséd	22	24	47	52
Kunágota	21	3	46	26	Nagykálló	21	51	47	42

A helység neve	λ		φ		A helység neve	λ		φ	
	o	,	o	,		o	,	o	,
Nagykanizsa	17	00	46	28	Prázmár	25	47	45	43
Nagykároly	22	28	47	41	Privigye	18	37	48	46
Nagykikinda	20	28	45	50	Püspöki	21	54	47	6
Nagykostély	21	51	45	44	Rajecz	18	42	49	7
Nagykőrös	19	47	47	2	Répás	17	50	46	25
Nagylak	20	45	46	10	Repede	22	50	47	28
Nagylucska	22	34	48	25	Románkécsa	20	50	45	45
Nagymarton	16	24	47	44	Rónaszék	24	2	47	53
Nagysikarló	23	25	47	41	Rozsnyó	20	32	48	40
Nagyszeben	24	9	45	48	Rudna	21	1	45	30
Nagyszombat	17	36	48	22	Ság	21	10	45	39
Nagytorák	20	37	45	31	Sajtoskál	16	52	47	24
Nagyvárad	21	56	47	3	Sárd	17	23	46	25
Nemesvid	17	15	46	29	Sárkeresztes	18	20	47	15
Németbogsán	21	46	45	23	Sasvár	17	9	48	37
Németszentmihály	21	2	45	43	Segesvár	24	48	46	13
Nemsova	18	7	48	58	Selmeczbánya	18	54	48	28
Nőtines	19	8	47	53	Sepsiszentgyörgy	25	48	45	52
Nyágova	23	43	48	4	Sípkó	17	43	48	40
Nyáregyháza	19	30	47	16	Sistarovecz	21	44	46	1
Nyáresháza	23	46	48	8	Soborsin	22	14	46	1
Nyírbakta	22	5	48	00	Som	18	9	46	49
Nyírbátor	22	8	47	50	Somogyuszob	17	17	46	18
Nyitra	18	5	48	19	Sopron	16	35	47	41
Óbecse	20	3	45	37	Stajerlak	21	51	45	4
Óhuta	20	40	48	6	Súr	18	2	47	22
Ókéske	20	8	46	56	Surd	16	58	46	20
Ólubló	20	42	49	18	Szabadszállás	19	13	46	52
Ómoldova	21	37	44	44	Szántóhalma	22	58	45	52
Opova	20	26	45	3	Szarvaszó	23	54	47	58
Oraviczabánya	21	43	45	2	Szászabánya	21	44	44	53
Oroszmező	23	35	47	16	Szatmár	22	53	47	47
Orsova	22	24	44	42	Szegszárd	18	42	46	21
Ótáva	16	28	47	46	Székesfehérvár	18	25	47	12
Órményes	22	19	45	13	Szelese	19	12	48	16
Panyova	21	48	45	50	Szend	18	10	47	33
Pápa	17	28	47	20	Szentes	20	15	46	39
Párdány	20	48	45	32	Szentgáloskér	17	53	46	30
Paulis	21	36	46	7	Szentheléna	21	43	44	41
Pécs	18	14	46	5	Szenthubert	20	36	45	48
Perjámos	20	52	46	3	Szentivánfa	16	57	47	22
Pétefvására	20	6	48	1	Szentjobb	22	8	47	16
Pilis	19	32	47	17	Szentlőrinczkáta	19	45	47	31
Pincehely	18	17	46	41	Szentmargit	16	37	47	48
Pinkafő	16	7	47	22	Szentmártonkáta	19	42	47	27
Piskolt	22	18	47	35	Szentmihályfalva	23	45	46	33
Podolin	20	32	49	16	Szepsi	21	00	48	36
Póttoronya	19	41	49	3	Szigetszentmárton	18	57	47	14
Pozsony	17	8	48	10	Szill	18	00	46	31
Pozsonybesztercze	17	2	48	14	Szokolya	18	59	47	54
Pozsonyszentgyörgy	17	13	48	15	Szolyva	22	59	48	33

A helység neve	λ ,	φ ,	A helység neve	λ ,	φ ,
Szombathely	16 38	47 14	Ujvidék	19 51	45 16
Szomód	18 21	47 41	Ungvár	22 18	48 37
Szomolány	17 26	48 31	Vác	19 8	47 47
Szurdok	23 21	47 16	Varannó	21 41	48 53
Sztropkó	21 39	49 12	Varjas	20 57	46 1
Talaborfalu	23 36	48 7	Várpalota	18 8	47 12
Tállya	21 14	48 14	Vasad	22 16	47 31
Tápióbszék	19 41	47 22	Vaskő	21 46	45 21
Tápiószecső	19 35	47 26	Versetz	21 18	45 7
Tapolca	17 27	46 53	Verbó	17 43	48 37
Tárnok	16 46	46 42	Veszprém	17 55	47 6
Tata	18 19	47 39	Vésztő	21 15	46 56
Tavarna	21 46	48 55	Vinga	21 12	46 1
Técső	23 34	48 1	Visnyó	18 47	49 10
Temesrékás	21 30	45 48	Vöröstorony	24 16	45 38
Temesvár	21 15	45 45	Zabola	26 11	45 53
Teregova	22 17	45 9	Zalaegerszeg	16 51	46 51
Tiszanána	20 32	47 34	Zalaszentő	17 13	46 53
Tokaj	21 25	48 7	Zayugrócz	18 20	48 45
Torda	23 47	46 34	Zilah	23 4	47 11
Torja	26 4	46 1	Zólyom	19 8	48 5
Tornalja	20 19	48 25	Zólyomlipcse	19 17	48 16
Törösvár	25 16	45 27	Zsár	20 16	49 16
Trencsénhőlak	18 10	48 55	Zselickisfalud	17 44	46 16
Turócszentmárton	18 56	49 4	Zsércz	20 32	47 58
Uglya	23 38	48 10	Zsibó	23 16	47 17
Ujbánya	18 38	48 26	Zsolna	18 44	45 13

## ADATOK A CELLULÓZ RÉSZLEGES HIDROLIZISÉHEZ.

ZEMPLÉN GÉZÁ-tól.

Mióta SKRAUP és KÖNIG<sup>1</sup> a cellulóz részleges hidrolizise alkalmával a cellobióz-diszakkarid birtokába jutott, számos kutató foglalkozott ezen érdekes cukor képződésének körülményeivel és tulajdonságaival.<sup>2</sup> A hidroliziseket azonban mindig úgy végezték, hogy a cellulózt tömény kénsav és eczetsavanhydrid együttes hatásának vetették alá.

Feladatul tűztem ki annak megvizsgálását, vajjon hogyan viselkedik a cellulóz akkor, ha a két kémlőszert külön-külön alkalmazom, vagyis ha a cellulózt előbb a kénsav hatásának teszem ki s az elkülönített, részlegesen hidrolizált termékeket alakítom át acetylszármazékká. Ez utóbbi műveletnél elkerülhetetlen volt ismét a kénsav alkalmazása az eczetsavanhydrid mellett, s így a kérdés oda módosult, vajjon miféle termékeket ad a kénsavval részlegesen hidrolizált cellulóz az oktacetylcellobióz képződési körülményei között?

Az erős kénsav hatására a cellulóz molekulájában bizonyos kapcsolatok lazulnak, majd megszakadnak, s a termékek egész sorozata képződik, melyeknek első tagja az *amyloid*. Ez a ter-

---

<sup>1</sup> SKRAUP ZD. és KÖNIG J.: Monatshefte f. Chemie 22, 1011 (1901).

<sup>2</sup> MAQUENNE és GODVIN: Bulletin de la société chimique [3] 31, 854 (1907); SKRAUP ZD.: Über Stärke, Glykogen u. Cellulose; E. GENISPERGER: Monatshefte für Chemie 26, 2415 (1905); FISCHER EMIL és ZEMPLÉN GÉZA: Liebigs Annalen 365, 1 (1909); 372, 254 (1910); Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 43, 2536 (1910); SCHLIEMANN W.: Liebigs Annalen 378, 366—381 (1911); KLEIN FRIEDRICH: Zeitschr. f. angewandte Chemie 25, 1409 (1912).

mék az, mely a pergamentpapiros felületén is képződik, s melyet némely kutató a hydrocellulózzal azonosít.<sup>1</sup> A hydrocellulóz acetoliziskor épen annyi oktacetylcellobiózt ad, mint a típusos cellulóz, s így az acetolízis alkalmazásával módunkban van megállapítani, vajjon a hydrocellulóz és amyloid azonosítása jogos-e vagy sem. Vizsgálataim azt mutatják, hogy az amyloid valóban acetoliziskor oktacetylcellobiózt ad, ennek mennyisége azonban nem üti meg azt a mértéket, melyet a hydrocellulóz szolgáltat. Eszerint az amyloid nem azonos a hydrocellulózzal, hanem különféle depolymerizált termékeknek keveréke, melyek között talán a hydrocellulóz is szerepel.

A további vizsgálat tárgya két olyan készítmény volt, melyeket kénsav hosszabb (a teljes feloldás után 2, illetőleg 6 óra) hatása folytán nyertem. El voltam rá készülve, hogy ezeknek a termékeknek<sup>2</sup> az acetylezésekor már nem nyerek oktacetylcellobiózt, hanem talán semminemű kristályos terméket, vagy esetleg  $\alpha$ -pentacetylglukózt. A kísérlet azonban ellenkezőt bizonyított. Mindkét esetben nyertem oktacetylcellobiózt, még pedig majdnem olyan mennyiséget, mint a mennyi az amyloid acetoliziskor képződött.

A vizsgálat tehát azt mutatja, hogy kénsavval a cellulózból olyan termékek képződnek, melyek a sav hosszabb behatása után is hidrolizálatlan cellobiózhalmazokat tartalmaznak.

Legközelebbi feladatomban lesz a kénsav hatását még hosszabb időre kiterjeszteni, s a nyert termékeket acetolízisnek alávetni.

Még megjegyzem, hogy az acetylezés alkalmazását a polyszakkaridok részleges hydrolyzisének képződő termékek elkülönítése végett több esetben megkísérlettem a nélkül, hogy vizsgálatra érdemes kristályos anyag birtokába jutottam volna. Részleges hydrolyzisének vetettem alá a bükkfából és akáczfából származó xylánt, a *Phytelephas macrocarpa* terméséből származó mannánt, továbbá a chitint. Daczára annak, hogy a kísérleti körülményeket többféleképen változtattam, az acetolízisek nem adtak kielégítő eredményt.

<sup>1</sup> Lásd SCHWALBE C.: Die Chemie der Zellulosarten 1911—1912.

<sup>2</sup> HÖNIG MAX és SCHUBERT STANISLAU: Über Ätherschwefelsäuren einiger Kohlehydrate. Monatshefte f. Chemie 6, 708 (1885); 7, 474 (1886).

## KISÉRLETI RÉSZ.

## A vizsgálati anyag készítése.

600 cm<sup>3</sup> vízbe hűtés közben 1800 gr. tömény kénsavat kevertem, s a 20°-ra lehűtött folyadékban, állandó hűtéssel a tömeget egyenletes hőmérsékleten tartva, 250 gr. tiszta vattát kevertem el. A vatta teljes beadagolása és egyenletes tömeggé való átalakulása 1 óra 40 perczig tartott. Az amyloidnak FLECHSIG-féle eljárás<sup>1</sup> szerint való nyérése céljából 1 óra 15 perczig hagytam még a tömeget 20°-on állani, majd belőle 500 cm<sup>3</sup>-t üvegyapoton vékony sugárban keresztül szűrtem 4 liter állandóan mozgásban tartott hideg vízbe. Pelyhes fehér csapadék vált le, melyet dekantáció útján újból és újból kimostam 96%-os alkohollal, majd leszívtam, alkohollal vízfürdön a kénsav tökéletes eltávolításának céljából kétszer  $\frac{1}{2}$  óra hosszat forraltam, ismét leszívtam, alkohollal tökéletesen kimostam, és csökkentett nyomás mellett foszforpentoxyd fölött megszáritottam. A nyert amyloid súlya 52 gr. volt.

Az erősebben hydrolizált készítmények előállítása céljából a kénsavas vattaoldatot 1 óra hosszat 20°-on hagytam állni, s mivel a tömeg vízbe öntéskor már csak csekély mennyiségű csapadékot adott, belőle 500 cm<sup>3</sup>-t 3 liter 96%-os alkoholba kevertem, és épen úgy kezeltem, a mint azt az amyloid készítésénél leírtam. Phosphorpentoxyd fölött csökkentett nyomás alatt megszáritva, a termék szintelen porrá volt eldörzsölhető. Belőle 71 gr.-ot termeltem.

További 4 órai 20°-on való állás után ismét 500 cm<sup>3</sup>-t kevertem a kénsavas vattaoldatból 3 liter alkoholba s a csapadékot épen olyan kezelésben részesítettem, mint az előbbi készítményt. Termelés 54 gr.

A három készítményt a továbbiakban egyszerűség kedvéért I., II. és III. készítmény névvel jelölöm. A két utóbbi anyag megszáritás után már csak részben oldódott fel vízben.

<sup>1</sup> FLECHSIG E.: Über die Darstellung und chemische Natur des Cellulosezuckers. Zeitschr. f. physiologische Chemie 7, 523 (1883).



### Az acetolizis eredménye.

Az acetolizist két módszer szerint végeztem. Előbb az eredeti SKRAUP és KÖNIG-féle eljárásnak módosítását alkalmaztam, majd pedig KLEIN<sup>1</sup>. eljárása szerint végeztem az acetoliziseket. Utóbbi kísérleteim sokkal egyöntetűbb eredményeket szolgáltatnak, úgy, hogy a KLEIN-féle eljárás előnye a régihez viszonyítva szembeötlő.

A SKRAUP és KÖNIG-féle acetoliziseket következőképen végeztem.

A kiindulási anyag 12 gr.-ját 48 cm<sup>3</sup> eczetsavanhydridnek 6·4 cm<sup>3</sup> tömény kénsavval hűtés közben készített keverékével öntöttem le, s folytonos rázás közben a reakciót vízfürdön való óvatos melegítés közben úgy szabályoztam, hogy a folyóssá vált tömeg hőmérséklete lehetőleg gyorsan 105°-ra emelkedjék. Most a sárgásbarna reakciókeveréket kb. 60°-ra hűtöttem le és vékony sugárban 1 liternyi hideg vízbe öntöttem. A leváló csapadékot több ízben dekantálás útján hideg vízzel kimostam, mire az megmerevedett. A nyers terméket leszívtam, kimostam, 50 atmosféra nyomás alatt keményített szűrőpapiros között kiszájtoltam, és forró alkoholból kétszer egymásután átkristályosítottam. A nyert termékeket megelemeztem, olvadáspontjukat és forgatóképességüket meghatároztam, elszáppanosítottam és a képződött ezukornak oszazonját előállítottam.

- Az elszáppanosítás és oszazonképzés következőképen történt:<sup>2</sup>

Az acetyltermék 0·5 gr.-ját 40 cm<sup>3</sup> forró alkoholban szuszpendáltam, gyorsan lehűtöttem, és azonnal 1·5 cm<sup>3</sup> 33%-os káli-lúggal ráztam kb. 5 perczig, majd lassan, kis részletekben, rázás közben vizet adagoltam a keverékhez addig, a mig átlátszó oldat képződött. Így kb. 45 cm<sup>3</sup>-nyi folyadékot nyertem, melyet az elszáppanosítás tökéletesítése céljából még 24 óra hosszat hagy-

---

<sup>1</sup> KLEIN FRIEDRICH: Beiträge zur Kenntnis des acetolytischen Abbaues der Cellulose. Zeitschr. f. angewandte Chemie 25, 1409 (1912).

<sup>2</sup> ABDERHALDEN EMIL és ZEMPLÉN GÉZA: Partielle Hydrolyse der Tunicatencellulose. Bildung von Cellobiose. Zeitschr. f. physiologische Chemie 72, 58—62 (1911).

tam szobahőmérsékleten állni. Most eczetsavval semlegesítettem az oldatot, s az alkohol elűzése céljából csökkentett nyomás mellett kb. 6 cm<sup>3</sup>-re sűrítettem be. 0·5 gr. phenylhydrazinchlorhydrat hozzáadása után 1½ óra hosszat melegítettem most a próbát vízfürdön. Melegítés közben csapadék egy esetben sem képződött, *d*-glukóz nem volt tehát jelen az oldatban. Kihüléskor megkezdődött a phenylcellobioszazon kiválása.

Hogy az oktacetylcellobióz anyalúgjának összetételéről is némi tájékozást nyerjek, meghatároztam annak 250 cm<sup>3</sup>-re való feltöltés után forgatóképességét. A sűrűséget 100 cm<sup>3</sup> folyadék súlyából állapítottam meg, az oldott anyag mennyiségét pedig úgy, hogy a 100 cm<sup>3</sup>-nyi folyadékot platinaacsészében vízfürdön gyorsan bepárolgattam.

A vizsgálat eredménye a következő volt:

### I. készítmény.

50 atmosféra nyomás alatt való kisajtolás után a nyers termék mennyisége 20 gr. Az első átkristályosítás alkalmával 120 cm<sup>3</sup>, a második alkalmával 200 cm<sup>3</sup> 96%-os alkoholt használtam fel. A második átkristályosítás után 1·9 gr. terméket kaptam, mely teljesen egynemű, szintelen, vékony tüket alkotott.

225°-on kezd összeomlani és 228°-on szintelen folyadékká olvad.

0·2062 gr. adott 0·3769 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·1088 gr. H<sub>2</sub>O-t.

Oktacetylcellobiózra számított érték:

C <sub>28</sub> H <sub>38</sub> O <sub>19</sub> (676·29)	— — — — —	49·54% C,	5·65% H;
talált érték	— — — — —	49·85% C,	5·90% H.

0·2945 gr. anyag chloroformban oldva; az oldat összes súlya 13·4373 gr., fajsúlya 20°-nál 1·472; 1 dm-es csőben nátriumfényt +1·37°-kal hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 39·4^\circ$$

chloroformban.

A termék 0·06 gr. phenylcellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 195° körül olvadt meg bomlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalúg forgatóképessége :

4·138 gr. anyag alkoholos oldata; az oldat összes súlya 83·19 gr., fajsúlya 20°-nál 0·8334; 1 dm-es csőben nátriumfényt +1·55°-kal hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 37·4^\circ$$

alkoholban.

## II. készítmény.

50 atmosféra nyomás alatt való kisajtolás után a nyers-termék mennyisége 20 gr. Az első átkristályosítás 70 cm<sup>3</sup> alkoholból, a második 120 cm<sup>3</sup> alkoholból történt. Nyertem 0·94 gr.-nyi anyagot, mely kristályos volt, de a kristályhalmazok egyes egyedeit tisztán kivenni mikroszkóp alatt nem lehetett. A termék 200° körül összeomlott és 215°-on sötétsárga folyadékká olvadt.

0·2354 gr. anyag adott 0·4334 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·1242 gr. H<sub>2</sub>O-t. Oktacetylcellobiózra C<sub>28</sub>H<sub>38</sub>O<sub>19</sub> (676,29)

számított érték — — — — — 49·54% C, 5·65% H;

talált érték — — — — — 50·21% C, 5·90% H.

0·3340 gr. anyag chloroformban oldva; az oldat összes súlya 12·2847 gr., fajsúlya 1·471; 1 dm-es csőben nátriumfényt +1·55°-al hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 26·4^\circ.$$

A termék 0·05 gr. tisztátalan phenylcellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 180° körül olvadt meg omlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalúg forgatóképessége :

2·388 gr. anyag alkoholos oldata; az oldat összes súlya 82·16 gr.; fajsúlya 20°-nál 0·8231; nátriumfényt 1 dm-es csőben +0·74°-kal hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 30·9^\circ$$

alkoholban.

## III. készítmény.

50 atmosphära nyomás alatt való kisajtolás után a nyers-termék mennyisége 20 gr. Az első átkristályosítás 70 cm<sup>3</sup>, a második 120 cm<sup>3</sup> alkoholból történt. Nyertem 0·70 gr.-nyi anyagot, mely kristályhalmazokat alkotott; a kristályoknak (hosszú prizmák) különböző nagysága arra enged következtetni, hogy a készítmény nem volt teljesen egynemű. A termék 215°-on összeomlik és 281°-on gyengén sárgás folyadékká olvad.

0·1966 gr. anyag adott 0·3597 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·1029 gr. H<sub>2</sub>O-t.  
Oktacetylcellobiózra C<sub>28</sub>H<sub>38</sub>O<sub>19</sub> (676·29)

számított érték ... .. 49·54% C, 5·65% H;  
talált érték ... .. 49·90% C, 5·86% H.

0·3614 gr. anyag chloroformban oldva; az oldat összes súlya 11·9806 gr., fajsúlya 1·470; 1 dm-es csőben nátriumfényt +1·41°-kal hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 31·8^\circ$$

chloroformban.

A termék 0·05 gr. cellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 190° körül olvadt meg bomlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalúg forgatóképessége:

3·008 gr. anyag alkoholos oldata; az oldat összes súlya 83·06 gr.; fajsúlya 0·8321; nátriumfényt 1 dm-es csőben +0·81°-kal hajlított el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = + 26·9^\circ$$

alkoholban.

A kísérletek eredménye nem teljesen kielégítő. Igaz ugyan, hogy az elszappanosítás mind a három készítménynél cellobioszazonhoz vezetett; az oszazon mennyisége és tisztasági foka azonban változó volt. Legtisztábbnak bizonyult az I. készítményből előállított oktacetylcellobióz, utána következett a III., végül a II. készítményből előállított termék. Ugyanez a sorrend az acetyltermékek olvadáspontjából, forgatóképességük értékéből

és az elemzésnek a számított értékkel való megegyezéséből is kiadódik. A kísérletsorozat igazolja, hogy mindhárom esetben képződött cellobióz.

Ugyanezt megerősíti, sokkal kivehetőbben bizonyítja és a nyert termékek mennyiségi viszonyaira is világot vet a következő kísérletsorozat, melyet a KLEIN-féle kissé módosított eljárás szerint végeztem.

10 gr. kiindulási anyagot leöntöttem 50 gr. olyan keverékkel, mely 80% ecetsavanhidridből és 20% tömény kénsavból készült erős hűtés közben. A tömeg felmelegedését folytonos keverés közben hűtéssel annyira megakadályoztam, hogy a reakciókeverékbe mártott hőmérő 30° fölé nem emelkedett. A homogén folyadékká alakult próbákat beköszörült dugóval ellátott edényben közönséges hőmérsékleten hagytam állani, időnként való kevergetés közben, 10 napig. Ekkora kristályos kiválás mutatkozott mindegyik próbában s a reakciótermékek vörösbarna színű pép külsejét vették fel. Mindegyik üveg tartalmát 20 cm<sup>3</sup> jégeczettel felhígítottam és 1—1 liter vízbe öntöttem, mire csaknem fehér pelyhes csapadék vált le. Ezt dekantálás útján vízzel kimos-tam, majd leszívtam és a kisajtoló, alkoholból kétszer átkristá-lyosított terméket megvizsgáltam.

### I. készítmény.

50 atmosféra nyomás alatt való kisajtolás után a nyers termék mennyisége 10 gr. Az első átkristályosítás 200 cm<sup>3</sup>, a második 280 cm<sup>3</sup> alkoholból történt. Nyertem 2·01 gr. anyagot, mely teljesen egynemű, hosszú, hajlékony, szabad szemmel is látható tüket alkotott.

A készítmény 220°-on ömlik össze és 224°-on szintelen folyadékká olvad.

0·2102 gr. adott 0·3838 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·1094 gr. H<sub>2</sub>O-t.

Oktacetylcellobiózra (C<sub>28</sub>H<sub>38</sub>O<sub>19</sub> (676·29)

számított érték — — — — — 49·54% C, 5·65% H;

talált érték — — — — — 49·80% C, 5·82% H.

0·4189 gr. chloroformban oldva; az oldat összes súlya

13·4011 gr., fajsúlya 1·470; a nátriumfényt 1 dm-es csőben +1·92°-kal hajlítja el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +41·8^\circ$$

chlóroformban.

A termék 0·07 gr. cellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 198° körül olvadt meg bomlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalug forgatóképessége:

1·468 gr. anyag alkoholos oldata; az oldat összes súlya 81·52 gr., fajsúlya 0·8166 gr.; nátriumfényt 1 dm-es csőben +0·59°-kal hajlít el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +40·30^\circ$$

alkoholban.

## II. készítmény.

50 atmosféra nyomás alatt való kisajtolás után a nyers termék mennyisége 8 gr. Az első átkristályosítás 150 cm<sup>3</sup>, a második 250 cm<sup>3</sup> alkoholból történt. Nyertem 1·41 gr.-nyi anyagot, mely teljesen egynemű, hosszú, hajlékony, szabad szemmel is látható, szintelen tüket alkot. A készítmény 220°-on omlik össze és 225°-on szintelen folyadékká olvad.

0·2365 gr. anyag adott 0·4322 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·1266 gr. H<sub>2</sub>O-t. Oktacetylcellobiózra C<sub>28</sub>H<sub>38</sub>O<sub>19</sub> (676·29)

számított értékek	— — — — —	49·54% C,	5·65% H;
talált értékek	— — — — —	49·84% C,	5·99% H.

0·4979 gr. chloroformban oldva; az oldat összes súlya 13·1572 gr., fajsúlya 1·470; a nátriumfényt 1 dm-es csőben +2·32°-kal hajlította el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +41·7^\circ$$

chlóroformban.

A termék 0·07 gr. cellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 196° körül olvadt meg bomlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalug forgatóképessége

1·168 gr. anyag alkoholos oldata; az oldat összes súlya

81.28 gr., fajsúlya 0.8142; nátriumfényt 1 dm-es csőben +0.49°-kal hajlít el; a forgatóképessége tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +41.9^\circ$$

alkoholban.

### III. készítmény.

50 atmosphära nyomás alatt való kisajtolás után a nyers termék mennyisége 10 gr. Az első átkristályosítás 170 cm<sup>3</sup>, a második 260 cm<sup>3</sup> alkoholból történt. Nyertem 1.92 gr. anyagot, mely a II. készítmény acetyl származékával teljesen azonos külsejű és olvadáspontú.

0.2466 gr. adott 0.4508 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0.1274 gr. H<sub>2</sub>O-t,  
Oktacetylcellobiózra (C<sub>28</sub>H<sub>38</sub>O<sub>19</sub>) (676.29)

számított értékek ... 49.54% C, 5.65% H;  
talált értékek ... 49.86% C, 5.78% H,

0.3982 gr. chloroformban oldva, az oldat összes súlya 13.1722 gr., fajsúlya 1.470; a nátriumfényt 1 dm-es csőben +1.90°-kal hajlítja el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +42.7^\circ$$

chloroformban.

A termék 0.065 gr. cellobioszazont szolgáltatott, mely gyors melegítéskor 198° körül olvadt meg bomlás és gázfejlődés közben.

Az első anyalúg forgatóképessége:

1.818 gr. alkoholos oldata; az oldat összes súlya 81.40; fajsúlya 0.8155; a nátriumfényt 20°-on 1 dm-es csőben +0.77°-al hajlítja el; a forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = +42.3^\circ.$$

A cellobiózacetátok, továbbá a phenylcellobioszazon jellemző állandói a második kísérletsorozatban egymás között is, meg az irodalomban található, megbízható adatokkal is igen jó megegyezést mutatnak.

A második kísérletsorozat tehát kétségen kívül bizonyítja, hogy mindhárom készítményből cellobiózoktacetát képződött,

még pedig olyan mennyiségben, mely a normális cellulózból vagy a hydrocellulózból nyerhető cellobióz mennyiségének majdnem a felét üti meg.

Míg t. i. a vatta és a hydrocellulózok a KLEIN-féle acetolízis alkalmával 50—55% oktacetylcellobiózt eredményeznek, az én készítményeim kereken 15—20% oktacetylcellobiózt adtak a kiindulási anyagra vonatkoztatva. Feltűnő nagyon az az eredmény, hogy az amyloid és az a részlegesen hydrolyzált cellulózkészítmény, mely a kénsav leghosszabb ideig tartó (kb. 6 óra) behatásának eredménye, úgyszólván egyenlő cellobióztermelést adott. Ez a mellett szól, hogy a kénsav hydrolytos hatása az adott koncentrációk mellett nem terjed ki a cellobióz hydrolyzisére. Ezt támogatja az anyalúgoknak optikai viselkedése is, mely nem mutat még a harmadik készítménynél sem olyan magas forgatóképességet, melyből számottevő mennyiségű *d*-glükózpentacetát jelenlétére lehetne következtetni. Pedig hogyha *d*-glükóz képződnek a kénsav hatására az elsődleges cellobiózból, annak  $\alpha$ -pentacetyl-glükóz alakjában kellene a kísérleti körülmények között megjelenni. A következtetés alapjának megrögzítése czéljából külön kísérletet végeztem, a mely bizonyítja, hogy a kénsavtartalmú eczetsavanhydrid valóban a glükóz pentacetátjának  $\alpha$ -izomérját eredményezi.

5 gr. glükózt 20 cm<sup>3</sup> olyan eczetsavanhydriddal öntünk le, mely 150 cm<sup>3</sup>-ben 5 cm<sup>3</sup> tömény kénsavat tartalmaz. Az acetylező keverék a felmelegedés elkerülésével készült. A reakcióban szereplő mennyiségek úgy vannak választva, hogy az acetylezés következtében létrejött felmelegedés épen 100°-ot eredményezzen a tömegben. A teljesen oldatba jutott cukrot 150 cm<sup>3</sup> vízbe öntjük. Az olajszerű termék néhány perc múlva keverés közben hófehér kristályos tömeggé mered meg. A leszívott terméket 40 ccm forró alkoholból átkristályosítják. Termelés 4.2 gr. Olvadáspont 112°;  $[\alpha]_D^{20} = +102^\circ$  chloroformban. Ezek az állandók az  $\alpha$ -pentacetyl-glükózt jellemzik.

Ha a magas forgatóképességgel bíró  $\alpha$ -pentacetyl-glükóz nagyobb mennyiségben képződnek a termékek acetolízisekor, akkor annak a cellobióz oktacetatjának kikristályosodásakor az első anyalúgok forgatóképességében kifejezésre kellene jutni. Ámde a



nyert adatokból, melyek csaknem megegyeznek a kikristályosodott acetyltermék forgatóképességével, ezt nem lehet kivenni. Nem szabad ugyan elfelednünk, hogy a kristályos acetyltermékek optikai vizsgálatát chloroformos, az anyalúgokét pedig alkoholos oldatban végeztem; mivel azonban a kristályos acetyltermékek alkoholban túl kevésbé oldhatók ahhoz, hogy forgatóképességüket pontosan meg lehessen határozni, nem maradt más hátra, mint a kétféle oldószerben nyert eredményt hasonlítani össze. Ezzel az eljárással durva tévedésnek nem eshettem áldozatul.

.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 április 21.-én tartott üléséből.)

## TANULMÁNY A NÖVÉNYEK HIGROSKÓPOS MOZGÁSAI KÖRÉBŐL.

FUCSKÓ MIHÁLY-tól.

A Papilionaták természetfaláról szóló dolgozatomban (10) csak röviden foglalkozhattam a hüvelytermés felnyílásának mechanizmusával. Azóta a budapesti kir. m. tud. egyetemi növénytani intézetben folytatott részletes vizsgálatokat is befejezve, számos új adat merült fel, a melyeknek közlését a higroszkópos mozgások ismerete szempontjából fontosnak tartom.

A témával való behatóbb foglalkozásra két ok indított. Az egyikre már egy másik alkalommal is utaltam, a mikor hangsúlyoztam, hogy a higroszkópos mozgásokat tárgyaló munkák általában első helyen és leggyakrabban a hüvely kopácsainak torzióját emlegetik a higroszkópos mozgások legszebb példája gyanánt.

A másik indító ok a higroszkópos sajátságoknak régebbi ismeretére alapított optikai vizsgálatok eredménye volt. Ez utóbbi vizsgálatok a sejtfal duzzadó képessége és optikai sajátságai közt bizonyos törvényszerűségeket állapítottak meg, a melyek elsősorban a hüvely kopácsainak rostrétegét alkotó rostok sejtfalára vonatkoznak.

Ugyanezeket a vizsgálatokat más tárgyakra is kiterjesztették és az azokon szerzett tapasztalatokat már most a hüvely rostrétegében megállapított optikai sajátságok alapján ítélték meg, gondolván, hogy az utóbbi higroszkópos sajátságainak ismerete már annyira teljes, hogy alapvető munkálatok bázisául szolgálhat.

A tárgy megválasztásának magától értetődően így kellett megtörténnie. Az indítóokat megadta rá az a körülmény, hogy

a higroszkópos vizsgálatok gerinczét állandóan a hüvely rost-rétege képezte. A rávonatközö irodalom is a leggazdagabb.

A hüvely rostrétegének higroszkópos sajátságai már első dolgozatom alapján is lényegesen különböznek a róluk általánosan elterjedt régebbi felfogástól és így nagyon valószínűnek tartom, hogy az e sajátságokra alapított optikai viselkedés magyarázata is módosításra szorul.

Rövidség okáért nem fogom most újra fejtegetni azokat a tényezőket, a melyek a hüvelyt a felnyílásra készítetik és azokat a magyarázatokat sem fogom részletesen ismertetni, a melyek a kopácsok szétszakadásának és becsavarodásának végbemenetelére és megokolására vonatkoznak; az utóbbiakat legfeljebb csak olyan mértékben adom elő, a mennyire a saját vizsgálataim előadása kapcsán szükségesnek látszik.

\*

A kopácsok torziójának helyes magyarázata, ZIMMERMANN (2) felfogása szerint, csak a rostréteg higroszkópiájának pontos ismerete alapján adható meg. A teljes kopácsra csak másodsorban lehetünk tekintettel, csak akkor, midőn az előbbiek a tulajdonságait már teljesen tisztáztuk. Így mindenekelőtt azt kell megállapítanunk, hogy a torzióban szereplő sejtfalzsugorodások, illetve a sejtfalduzzadások maximuma és minimuma a rostrétegnek melyik részében van. Majd ezeknek a megállapítása után a torzió mibenlétének pontos megállapítása kerül sorra, a minek keresztülvitelére a részletek behatóbb ismerete szempontjából szintén súlyt kell helyezni.

E kérdések megoldására vezető legegyszerűbb mód az, ha a rostrétegből készített keskeny téglalapalakú lemezeknek a beáztatással és szárítással járó alakváltozásairól pontos följegyzéseket készítünk. E följegyzések összehasonlítása révén fognak tisztázódni a fenntebb már hangoztatott kérdések, a melyeknek részletes elemzéséről az alábbi három fejezetben fogok beszámolni. Ugyanott fogom leírni a kísérletek végzésére alkalmas rostréteg-lemezek elkészítésének módját is.

## I.

A rostok «haránt» irányú legnagyobb és legkisebb zsugorodó-, illetve duzzadóképességének helye a rostrétegben.

A kísérletekre használt lemezek 0.25—1.00 mm szélesek. Hosszúságuk a kopács szélességétől függ. Az utóbbinak teljes szélességét nem lehetett kihasználnom, mert a rostok iránya a kopácsszélek közelében meggömbül és pedig a hasi varrat mentén előre, a háti varrat mentén pedig hátrafelé. A rostréteg feldarabolásakor tehát arra kellett ügyelnem, hogy a varratok közelébe eső részek a lemezekből kimaradjanak. A rostoknak a pontosan kivágott lemezekben a lemezek két rövidebb oldalával párhuzamosan kell haladniuk, míg a két hosszú oldallal minden ponton derékszögben kell állaniuk. Az ilyen lemezeket, mint-hogy hosszabbik oldalukkal a rostok irányát keresztelik, rövidség okáért *haránt lemezeknek* nevezem. Az első fejezet keretébe eső összes megfigyelések a haránt lemezekre vonatkoznak.

A lemezek alakváltozásait a duzzadtsági állapotnak két határa között végigfigyeltem. Az egyik határt a teljes kiszáritás, a másikat a forró vízben való teljes átáztatás jelzi.

E kísérletek már régi keletűek. ZIMMERMANN (2) és STEINBRINCK-től (1, 3) erednek. ZIMMERMANN is a harántos lemezek segítségével állapította meg azt a tételét, hogy a rostok keresztirányú összehúzódása kívülről befelé növekedik (2 p. 566.), vagy más szavakkal kifejezve, hogy a rostréteg belső oldalán lévő rostoknak keresztirányban való összehúzódó képessége nagyobb, mint a külsőkének. Ez a tétel a haránt lemezeknek a száradás-kor végbemenő görbüléséből következik, mert a görbülés olyan, hogy homorú oldalát a lemez belső lapja és domború oldalát a lemez külső lapja foglalja el.

STEINBRINCK úgy értelmezte ZIMMERMANN magyarázatát, hogy a rostréteg belső fele az aktív összehúzódó és külső fele a passzív ellenálló szövet. E föltevés értelmében, ha a két fél részt egymástól elválasztjuk, a görbülésnek egyik részen sem szabad bekövetkeznie. E végből STEINBRINCK két egyenlő félre osztotta a rostréteget, egy külső meg egy belső félre és azután

e fél vastagságú részekből vágta ki haránt lemezeit. A felezést olyan módon végezte, hogy a rostrétegnek a külső, majd a belső felét kaparta le éles skalpellyal.<sup>1</sup> Az ilyen módon készült lemezek is, ZIMMERMANN vastag lemezeivel egyértelműen, befelé görbülnek, csak hogy a külsők erősebben, a belsők gyengébb mértékben. Így találta STEINBRINCK. Már most a ZIMMERMANN-féle tételt is módosítania kell, mert nem bizonyult valónak a belőle vont ama következtetése, hogy a rostréteg külső fele a passzív ellenálló és a belső fele az aktív összehúzódó rész. Kimondja tehát világosabban, mint ZIMMERMANN, hogy *a rostréteg rostjainak keresztirányú összehúzódóképessége kívülről befelé fokozatosan növekedik* (3 p. 274.). *A legerősebben összehúzódó rostok a rostréteg legbelső sejtrétegében sorakoznak.*

STEINBRINCK tétele általánosan elfogadtatott. Kritika tárgyává senki sem tette, pedig a kísérlet e leírásából könnyen fel lehet ismerni következtetéseinek hibáját. A hiba abban rejlik, hogy STEINBRINCK a haránt lemezek higroszkópos viselkedésének elbírálásában, ha nem is kifejezetten, mégis teljes biztossággal kiérezhető módon, képzeletében egy normál-alakot állít fel és azután minden görbülést erre a képzelt normálalakra vonatkoztat, a mely az ő okoskodásának értelme szerint nem lehet más, mint az egyenes vonal, pedig könnyen belátható, hogy ez az egyenes legfeljebb csak egy stádiumát jelezhetné a görbületi változások amplitudójának. Az ő lemezein a görbülési amplitudóknak mindkét határa a felvett normálalaknak egy oldalára esvén, még annak a lehetősége is megszűnik, hogy az említett egyenes vonal a görbüléssel járó alakváltozások sorozatába beilleszthető volna. Más szavakkal élve, STEINBRINCK normálja kívül esik a görbülés amplitudóján és így az ő tétele következtetéseivel egyetemben hibás.

A görbülések mértékének megítélése csak úgy vezethet az igazságnak megfelelő következtetésre, ha a szóbanforgó leme-

---

<sup>1</sup> A skalpellyumot a rostréteg vékonyítására nem tartom alkalmasnak, különösen olyan esetekben nem, mikor az egész rostréteg vastagságát kaparással  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ -re kell redukálnunk. Sokkal inkább beválnak e célra vékonyabb tárgylemezből lepattantott üvegdarabkák.

zek higroszkópos alakváltozásaiban mindenekelőtt két határértéket állapítottunk meg. Más szóval ki kell jelölnünk a görbülés amplitudóját. Az egyik határértéket a teljes kiszáradáskor észlelt görbület mértéke adja, a másik meg a forró vízzel való duzzasztás hatására beálló görbületről olvasható le.

A két határérték megjelölése STEINBRINCK kísérleteiben különösen kívánatos lett volna, mert ott a rostréteg belső feléből készített lemezek görbülésének amplitudója nagyon kicsiny. Az esetek legtöbbszörében tetemesen nagyobb és két határpontja többnyire olyan távol esik egymástól, hogy az amplitudo még STEINBRINCK egyenes normálját is magába zárja. Az ilyen esetekben nem is szükséges, hogy a görbülések határértékeit pontosan ismerjük; az is elég, ha a görbüléseket a STEINBRINCK-féle normálalakra vonatkoztatjuk és következtetésünk még így is a valóságot adja vissza. Az utóbbi esetek kiválóan alkalmasak annak a demonstrálására, hogy STEINBRINCK magyarázata tévedésen alapul.

Vizsgálataim során a következő fajok termésére voltam tekintettel:

*Lathyrus rotundifolius* WILLD.; — *plathyphyllus* RETZ;  
— *hirsutus* L.; — *versicolor* (GMEL.) BECK.; — *vernus* BERNH.  
(= *Orobus vernus*); — *niger* BERNH.; — *ochroleucus* HOOK.;  
*Vicia sativa* L.; — *sordida* W. et K.; — *hirsuta* FISCH.; —  
*Cracca* L.; — *segetalis* THUILL.; *Caragana arborescens* L.;  
*Lupinus*; *Dolichos* és *Phaseolus* genusz számos faja.

Most csak a *Vicia segetalis* rostrétegének higroszkópiáját ismertelem részletesen, mert a legelső kísérleteimet is ezzel végeztem.

A rostrétegből STEINBRINCK eljárása szerint olyan haránt lemezeket készítettem, a melyek a rostrétegnek csak a külső, illetőleg csak a belső felét tartalmazták.

A külső oldali félrész lemezei szárításkor, úgy a mint STEINBRINCK is feljegyezte, erősen befelé görbülnek. A lemezek másik csoportjának minden egyes tagja, a melyeket a rostréteg belső feléből daraboltam ki, az előbbiekkal ellentétes irányban, vagy más szóval kifelé görbül olyan módon, hogy a görbület domború oldalára a lemez belső lapja kerül.

A kétféle lemeznek ilyen élesen különböző viselkedése bizonyára már STEINBRINCK figyelmét sem kerülte volna ki. Az ellentét azonban nemcsak itt, de még ott is megtalálható, a hol a görbülés amplitudója olyan csekély, hogy a két határa egy oldalra esik.

Az elhangzott jellemzés tehát nemcsak a *Vicia segetalis*-ra érvényes. A felsorolt fajok száma alapján, gondolom, jogosan általánosíthatom és ugyanilyen joggal STEINBRINCK ismeretes tételének tarthatatlanságát is kimondhatom. Helyébe a következő tételt állítom:

*A hüvely rostrétegében a rostok keresztirányú zsugorodó-, illetve duzzadóképesége kívülről befelé egy bizonyos vastagságban növekedik, majd a középtájon a maximumot elérve, újból kisebbedik. A maximum helye tehát nem a rostréteg legbelső sejtsorában, hanem ettől kifelé a középső sorok valamelyikében van.*

A rostrétegnek erre a sajátására idézett dolgozatomban rámutattam már a nélkül, hogy kellő mértékben meg is világíthattam volna.

A további részletezést megelőzően, közbevetve még csak egy dologra vonatkozóan óhajtánék néhány megjegyzést tenni.

A higroszkópos vizsgálatokra csak a teljesen érett és jól fejlett termések alkalmasak. Az éretlen és a fejlődésben bármi ok miatt visszamaradt termésekben a rostréteg elfásodása nem teljes. Különösen a belső oldala közelében gyakori ez a jelenség, a minek magyarázatára tudnunk kell, hogy a rostréteg fásodása a termés fejlődésének folyama alatt centripetalis irányban halad előbbre. A fásodás befejezte előtt a sejtfal micellás strukturája még nem lehet véglegesen kialakulva és így mindaz, a mi ebből már a priori következtethető, a kísérletek révén a posteriori mindig beigazolódik.

Visszatérve a tárgyalás fonalára, foglalkoznom kell még a zsugorodó- és duzzadóképeség skálájának megállapításával. Az eredmény előreláthatóan csak megközelítő és relatív értékeket fog tartalmazni.

Annyi már a fentebbi kísérletekből is megállapítható, hogy ez a skála nem egyenletes és nem folytonos. Bizonyos,

hogy kezdetben emelkedő, majd a tetőponttól kezdve eső, de az emelkedés és esés fokai tisztán még nem láthatók és erre való tekintettel kimondhatom, hogy a rostrétegnek két egyenlő, egy külső és egy belső félre való osztása még nem nyújt kellő alapot a feladat megoldására. Szükséges lesz a vastagságot több fokozatban is előállítani és e végből a haránt lemezeknek két sorozatát állítottam össze, a mely sorozatokban minden lemez a vastagságnak megfelelő helyre került. Mindkét sorozatban első helyre állítottam a teljes vastagságú lemezt, az utána következő tagok fokozatosan vékonyabbak (1. kép). Az I. sorozatban lévő lemezek a rostrétegnek a külső oldalon való fokozatos vékonyodását tüntetik fel, a II. sorozat ellenben a belső oldalon kaparással fokozatosan vékonyított rostrétegből állított össze. A lemezek viszonylagos vastagságát az egyes tagok alá írt törtszám fejezi ki.

Az I. sorozat 2. tagja a rostréteg teljes vastagságának körülbelül  $\frac{2}{3}$ -a, a 3. tag  $\frac{1}{2}$ -e, a 4. tag pedig  $\frac{1}{3}$ -a. A II. sorozat 2. tagja a teljes rostrétegnek  $\frac{4}{5}$ -e, a 3. tag  $\frac{2}{3}$ -a és a 4. tag  $\frac{1}{4}$ -e.

A zsugorodó- és duzzadóképeség skálája a görbülések amplitudójának ismerete alapján határozható meg. Az amplitudo meghatározására első feladat a forró vízbe aztatott lemez görbületének a lerajzolása. Az utána következő szárítás a lemez görbülésében ellentétes irányú elhajlást vált ki. A száradás tetőfokán látható alak szintén pontosan lerajzolandó. Ha az ily módon kijelölt amplitudók nem elég nagyok arra, hogy belőlük a skála természetére világos következtetést vonhatnánk, a duzzasztást a forró víz alkalmazása után kálilúg vizes oldatával kell fokoznunk, melynek hatása révén a vízben észlelhető alakváltozás fokozottabb mérvben jut kifejezésre.

Az 1. sz. képen az előbb leírt két sorozat összes tagjaira vonatkoztatva felrajzoltam úgy a zsugorodással, mint a (vízben való) duzzadással járó görbüléseknek határértékeit. A görbületeket megfelelő sugarú körívvel jelöltem, a melyekről a görbületi sugár minden esetben könnyen lemérhető. A görbületi sugár ismerete alapján a görbületek viszonylagos erőssége a következő  $g = \frac{1}{r}$  képlet alapján könnyen kiszámítható. A kép-

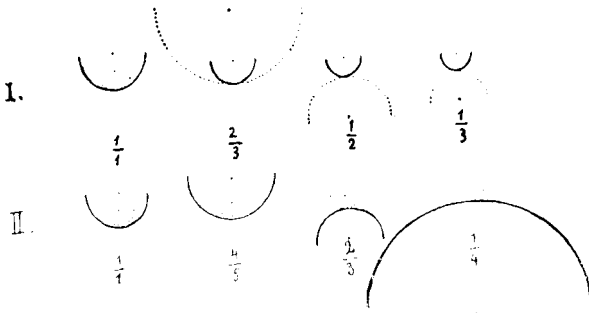


letben  $g$  jelenti a görbület erősségét,  $r$  pedig a görbület sugarát.

Ha nem vesszük szorosán a dolgot, czélunknak teljesen megfelel, ha e matematikai képlet mellőzésével pusztán a rajzoknak összehasonlításából indulunk ki, mert az alábbiak során kifejtendő törvényszerűségek a görbülések rajzairól is leolvashatók.

Melyek ezen törvényszerűségek?

Az első lemez-sorozat (1. kép I.) teljes vastagságú lemeze a forró víz hatására mérsékelt hajlású görbe alakot nyer, a melyen a homorú oldal a rostréteg belső lapjának felel meg.



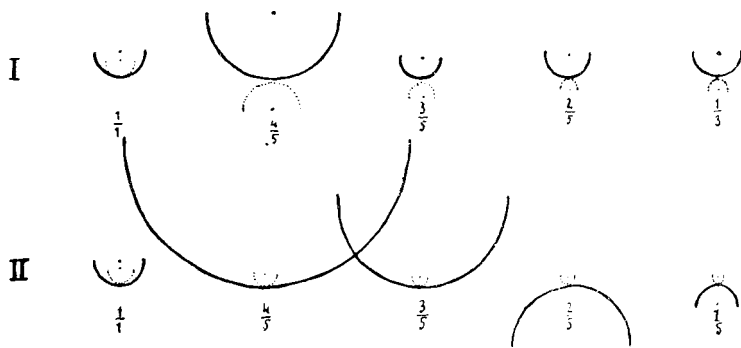
1. kép. Haránt lemezek görbülései (a *Vicia segetalis* rostrétegéből). --- A nedves és száraz állapot görbüléte egymásra rajzolva látható. A folytonos vonallal jelölt görbületek a nedves állapotot tüntetik fel, míg a szaggatott vonalak a száradás görbüléteit ábrázolják. A görbületek alá írt törtszámok a lemezek viszonylagos vastagságát jelölik.

A száradás révén beálló új alakváltozás a befelé való továbbgörbülésben jut kifejezésre, vagy más szóval száradáskor a görbületi sugar kisebbedik, a mivel egyértelmű a görbület erősödése. A második tag, a mely körülbelöl csak  $\frac{2}{3}$ -nyi vastagságú, beáztatott állapotban jobban meggörbül, mint az előbbi. A főkülönbség pedig abban mutatkozik, hogy a száradás hatása alatt a görbületi sugar nagyobb lesz. Az utóbbi körülmény a görbület gyengülésével egyértelmű.

A két lemez görbülésében már eddig is jól látszik az az ellentét, a mely a további vékonyítással még élesebbé lesz. A 3. és 4. számú lemez a vízben még az eddigieknél is erősebben fog befelé görbülni és ezzel a sajátosságával kapcsolatosan

a száradásával járó görbülése közben a görbületi sugárnak szintén fokozatos nagyobbodása látható, a mely nagyobbodás annyira mehet, hogy a lemez végre is teljesen kiegyenesedik, sőt utoljára is további görbüléssel az ellenkező oldalra csap át.

A második lemez-sorozat (1. kép II.) első tagja az első sorozat első tagjával azonos; a görbülései is azonosak. De már a második tagtól kezdve éles ellentét mutatkozik. A míg ugyanis az I. sorozat 2., 3. és 4. tagja a szárítás folyamán kifelé



2. kép. Haránt lemezek görbülései (*Lathyrus plathyphyllus* rostrétégéből). — A folytonos vonalakkal rajzolt görbületek a nedves állapotot és a szaggatott vonalak a száraz állapot görbületeit ábrázolják. — A görbületek alá írt törtszámok a lemezek viszonylagos vastagságát jelölik.

irányuló mozgással változtatta meg görbületét, addig a II. sorozat hasonló számú tagjai szárításkor befelé irányuló mozgással közelednek a görbületi amplitudo másik határa felé. (A 2. sz. képen a *Lathyrus plathyphyllus* haránt lemezeinek görbülései láthatók, a melyek megegyeznek a *Vicia segetalis* lemezein leírt görbülésekkel).

A két sorozat tagjainak további összehasonlítása révén a következőket lehet még megállapítani:

A különböző rendű és vastagságú lemezek görbülési határai sohasem esnek egybe; minden lemeznek sajátos mozgási tere van, a melyet a bennük levő rostok keresztirányú duzzadó-képességének eloszlása szab ki. Már e tény is elegendő annak a

bizonyosságára, hogy a keresztirányú duzzadóképeség nem növekedhetik egyenletesen befelé, hanem valami más módon van elosztva.

Az elmondottakat és a velök kapcsolatos rajzokat (1. és 2. kép) egybevetve, két szabályt lehet felállítani:

1. *A görbülésre való törekvés a rostréteg külső és belső részében ellentétes irányú;*

2. *a külső részben a görbületi változások amplitudói nagyobbak, mint a belső részben.*

Az amplitudo nagyságában mutatkozó eltérések, a mint már említém, a rostok keresztirányú duzzadó-, illetve zsugorodóképességének differenciáit fejezik ki. Ezen az alapon a második szabály értelme a következő:

*A rostok keresztirányú összehúzódóképessége a rostréteg külső részétől hirtelen emelkedéssel nyomul a középső részig, a hol a maximumra jutva befelé haladtában újból csökkenni kezd. De ez az esés már nem olyan gyors, mint az emelkedés, úgy hogy ennek következtében a legbelső rostok keresztirányú összehúzódó képessége valamivel nagyobb, mint a legkülső rostoké.*

Az első szabályt sem szabad mellőzni, mert a maximális duzzadó- és zsugorodóképesség helye csak ennek alapján állapítható meg. STEINBRINCK következtetéseinek hibás volta tisztán e szabály mellőzésének tudható be. Nem lesz tehát felesleges, ha ennek az értelmét is megvilágítom.

A görbületek rajzaiból leolvasható, hogy a rostréteg külső  $\frac{2}{3}$ -ából vágott lemeznek (1. kép II. 3.) a szárításkor jelentkező befelé hajló görbülete a vízben való áztatás folyamán kifelé irányuló mozgással lassanként az ellenkező oldalra hajló görbületbe megy át. Ezzel szemben a rostréteg belső részét tartalmazó lemezek (1. kép I. 2., 3., 4.) a szárítást követő beáztatás alkalmával végeikkel minden esetben a belső oldal felé mozognak, tekintet nélkül arra, hogy a kiindulási görbület kifelé avagy befelé hajló volt-e, mert ez utóbbi sajátság tisztán csak attól függ, hogy mekkora a duzzadóképeség különbsége a lemez két oldalán. Ha nagy a különbség (*Vicia segretalis*), a görbületi amplitudo is nagy és a száradási görbület kifelé

tekintő lesz, az áztatási görbület pedig befelé hajló. Ha kicsiny a különbség (mint STEINBRINCK *Lathyrus odoratus*-án, vagy némelykor elvétve némely *Lathyrus*-on és a *Caragana arborescens*-en), a görbületi amplitudók is kicsinyek és a görbületek mindkét határa egy oldalra esik, tehát nemcsak az áztatási, hanem a száradási görbület is befelé tekintő lesz. Az utóbbival teljesen megegyező eset a *Vicia segetalis* görbületi sorozatában is látható (1. kép. I.) a  $\frac{2}{3}$  vastagságú lemezen.

A teljes vastagságú lemez görbületei a külső és belső rész görbületeiből adódnak. A két fél ellentétes hatása folytán nyilvánvaló, hogy az egyik a másiknak hatását gyengíteni fogja, miért is a rezultáns amplitudo nagysága a komponens amplitudók értéke között fekszik. És minthogy az utóbbiak közül általában mindenütt a külső rész amplitudói a nagyobbak, érthető, hogy a teljes vastagságú lemez görbülései minden esetben a külső rész görbüléseivel megegyező értelemben történnek. Különbség csak a görbületek erősségében van.

Ha a két komponens egyikének vagy másikának hatását a teljes vastagságú lemez külső vagy belső oldalán való bármilyen kismértékű kaparással is gyengítjük, a görbületen változás fog beállani. A változás mindig a vékonyított oldal hatásának rovására történik.

Az egyoldalú vékonyítással végre is olyan állapothoz jutunk, a melyben a görbületi amplitudo eléri a maximumot. Az amplitudo maximuma biztos jel arra nézve, hogy az ellenkező oldal hatása eliminálva lett.

Mindezekből a tapasztalatokból az következik, hogy a rost-rétegben végbemenő haránt görbülést két ellentétes irány felé ható feszültség váltja ki. A görbülés azonban a feszültséget nem közömbösíti, hanem csak egyensúlyba állítja, mert mihelyt valami beavatkozásra az egyensúly felbomlik, a görbületen is változás áll be.

\*

Hátra van még, hogy STEINBRINCK elméletének az irodalomban viselt szerepéről megemlékezzem. Ez az első tekintetre feles-

legesnek tetsző visszapillantás több tekintetben fontos, mert oly kérdéseket érint, a melyek a STEINBRINCK-féle magyarázatra vannak alapítva.

ZIMMERMANN, midőn a sejttal duzzadóképesége és az optikai jelenségek közötti összefüggés törvényszerűségét felfedezte, tanulmánya alapjául olyan tárgyakat választott ki, a melyeknek higroszkópos sajátságai már minden oldalról kellően megvilágítottak (4. p. 535), a melyeknek ismerete tehát, ha szabad ezt a kifejezést használnom, minden tekintetben tökéletes. Ilyenek tekintette a hüvelytermésnek rostrétegét is (*Lotus corniculatus*, *Curugana*), a melynek higroszkópos mechanizmusát előbb már ő maga is tanulmányozta, de a melyet részben vele szemben STEINBRINCK állapított meg. Az optikai vizsgálatának adatait azután teljesen STEINBRINCK elmélete alapján értelmezi.

Újabban STEINBRINCK maga is foglalkozott ilyenmű vizsgálatokkal (9.) a *Jericho-rózsa* higroszkópos sajátságainak tanulmányozása kapcsán. Minden egyes esetre igyekszik kimutatni az összefüggést a rostok gödörkéinek iránya és a különböző interferenciás színek között. A bizonyításban nála is szerepel a hüvely rostrétegében észlelt fokozatosság (9. p. 483.), a melyet nemcsak a keresztirányú összehúzódásra, hanem a résalakú gödörkéek irányának változásaira is már régen (3. p. 274.) megállapított. Ezekre a tapasztalatokra építve, véli megállapíthatni a fokozatosságot a poláros mikroszkópban jelentkező addicziós és szubtrakeziós színek között, a mit azután a *Carlina acaulis* fészkepikkelyeire is alkalmazni akar.

Az optikai sajátságok vizsgálatával nem foglalkoztam. Ellegendőnek tartom, ha az elhangzottak után kimondjuk, hogy az optikai sajátságok tanulmánya alapos revízióra szorul.

Nem ilyen jelentős, de szintén figyelemreméltó a rostréteg befelé haladó fokozatos duzzadóképesége elvének az a szerepe, a melylyel STEINBRINCKnek egy másik dolgozatában találkozunk (6. p. 402.), a hol LECLERC DU SABLONNAK (5. p. 97.) azt a tételét czáfolja, hogy a sejttal vastagsága egyenes arányban áll a duzzadóképeséggel. Ennek a tételnek czáfolatára hozza fel a *Lathyrus odoratus* hüvelyének rostrétegét, a melyre nézve ő egy fenntebb idézett dolgozatában (3. p. 272.) kimutatta, hogy a rostok

fala befelé fokozatosan vékonyodik és ezzel kapcsolatban a keresztirányú duzzadóképeség befelé fokozatosan növekedik.

E czáfolatnak az a része, mely a vastagságra vonatkozó megfigyelést tartalmazza, a valóságnak megfelel, de az utóbbi része, a mint már fentebb kimutattam, nem való, úgy hogy ennek következtében nem sikerült vele LECLERC DU SABLON állításának egészen az ellenkezőjét bebizonyítania.

## II.

**A rostok «hosszanti» irányú legnagyobb és legkisebb zsugorodó-, illetve duzzadóképeségének helye a rost-rétegben.**

A rostok hosszában nyilvánuló zsugorodó- és duzzadóképeség eloszlása sem egyenletes. A maximum helyét STEINBRINCK (8. p. 389.) a rostréteg külső oldalán lévő rostokban találta. Befelé e képeség szerinte fokozatosan kisebbedik.

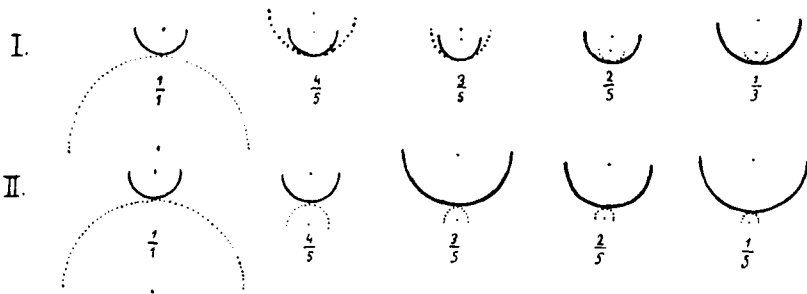
Tanulmányozására a rostokkal párhuzamosan vágott lemezek, az ú. n. *hosszanti lemezek* alkalmasak, a melyeket ugyanúgy, mint a haránt lemezeket, külön-külön oldalról vékonyítunk.

A 3. sz. kép az ily módon készült lemezek két sorozatának görbületeit ábrázolja. Mind a két sorozatnak első tagja a teljes vastagságú lemez görbületeit fejezi ki. Utána következnek az I. sorozatban a külső oldalukon vékonyított lemezek, a II. sorozatban pedig azok, a melyek a belső oldalukon vékonyítottak meg. Mind a két sorozat tagjai alá a lemezek viszonylagos vastagságát jelző törtszámot írtam. A következő fejezet részére fentartott megokolásra való hivatkozással már itt megemlítem, hogy a tanulmány alapjául használt hosszanti lemezek két sorozatának a termés ugyanazon oldali kopácsaiból kell készülnie, mert a mint a következő fejezetben ismertetni fogom, a két oldal között lényeges különbségek mutatkoznak. Ehhez képest a 3. sz. képen bemutatott két sorozat valamennyi tagját a jobboldali kopácsok rostrétegéből állítottam elő.

A görbülésekre vonatkozó általános megjegyzéseket a haránt lemezek tárgyalásakor kimerítően elmondottam és e miatt azoknak újból való elmondását feleslegesnek tartom. Úgyszintén

a görbülések részletes leírását is mellőzöm, mert ezeken a 3. sz. kép alapján könnyen eligazodhatunk. E szerint nem marad más hátra, mint hogy pusztán az eredményekkel számoljak be.

A szárítás és nedvesítés alkalmával mutatkozó görbületekből világosan kitűnik, hogy a hosszanti duzzadóképeség eloszlása nem egyenletes. A teljes vastagságú lemez a vízben gyengén befelé görbül, a mely görbület a szárítás folyamán fokozatosan gyengül és végre az egyenesen keresztül az ellenkező oldalra csap át. Összehasonlítva ezzel a többi lemezt, látni



3. kép. A hosszanti lemezek görbülései (*Lathyrus plathyphyllus* rostrétegéből). — A folytonos vonallal rajzolt görbületek a nedves állapotot és a szaggatott vonalak a száraz állapot görbületeit ábrázolják. — A görbületek alá írt törtszámok a lemezek viszonylagos vastagságát jelölik.

fogjuk, hogy az I. sorozatban kisebbek, a II.-ban nagyobbak a görbülések amplitudói és általában mind a két sorozatban kisebbek, mint a haránt lemezek görbülési amplitudói.

Az utóbbi összehasonlításból következik, hogy a hosszanti duzzadóképeség legnagyobb és legkisebb értéke közötti különbség kisebb, mint a mekkorát keresztirányban észleltünk.

Az eloszlás módja is más. A minimum a rostréteg közepe tájára jut, a maximum a rostréteg külső oldalán helyezkedik el. Azaz a maximális keresztirányú összehúzódás helye (ha nem is teljes pontossággal) a minimális hosszanti összehúzódás helyével esik egybe. Úgyszintén a minimális keresztirányú összehúzódás arra a helyre kerül, a hol a maximalis hosszanti összehúzódás van.

A duzzadóképeség skálája tehát a rostok hosszanti irányában a következő formájú:

A külső oldalon lévő maximumtól befelé a középtájon lévő minimumhoz erős esés tapasztalható. A minimumtól befelé nagyon gyenge emelkedés mutatkozik.

A középtáji minimum létele nem jut kifejezésre olyan meggyőző módon, mint a keresztirányban mutatkozó maximum; először, mert a belső oldali rostok lemezei aránylag nagyon kicsiny görbülési amplitudókkal bírnak (3. kép. I. 4., 5.) és másodszer, mert a baloldali kopácsból készített lemezek görbülései emezekétől különbözvén, ellentmondó feltevésre indítanak. A jobboldali lemezek I. sorozatában a 4. és 5. tag beáztatott állapotában gyengén befelé hajló görbületet vesz fel (3. kép I.), a mely görbület a száradás következtében megerősödik (3. kép 1.). Vagyis világos jel mutat arra, hogy az imént említett minimum a középtáj felé húzódik. Nem így van a baloldalon. Ott a beáztatási görbület erősebb, mint a száradáskor fölvevett görbület. Csak a következő fejezetben tárgyalandó görbületi eltolódások adják majd meg a kellő felvilágosítást a baloldal ellentmondó viselkedéséről.

A keresztirányú görbülésekre megállapított szabályok a hosszanti görbülésre alkalmazva is érvényesek:

*1. A rostréteg külső és belső részében a görbülésre való törekvés ellentétes irányú és*

*2. a külső részben a görbületi változások amplitudói mindig nagyobbak, mint a belső részben.*

A teljes vastagságú lemezek görbülései itt is a külső és belső rész görbuleteiből tevődnek össze. Az egyiknek hatása gyengíteni fogja a másikat és így itt is áll a szabály, hogy a rezultáns görbülések az erősebb komponens, vagyis a külső rész görbüléseinek megfelelően mennek végbe.

Ez okból a hosszanti görbülésre is elmondhatjuk, a mit a keresztirányú görbülés tárgyalásakor eléggé kiemelttem, hogy a görbülést két irány felé ható feszültség váltja ki. A görbülés a feszültséget nem közömbösíti, csak egyensúlyozza. Az egyensúly felbontása a görbületen változást okoz.



## III.

## A torzió.

A kopácsok becsavarodásának leírása számos szerző dolgozatában megtalálható. A leírás leghatározottabb formát EICHOLTZ (7. p. 555.) és STENBRINCK (8. p. 389.) dolgozatában ölt, a kik szerint a csavarodás nem egyéb, mint tiszta haránt görbülés («reine Querkrümmung»). Maga a torzió csak látszólagos. A harántos görbülést a rostok irányára vonatkoztatva kell értenünk. A görbülés tengelye a rostokkal párhuzamosan gondolt vonal.

Ha a teljesen becsavarodott kopácsot figyeljük meg, az elmondott jellemzés helyesnek fog látszani, mert ott a görbületi tengely a rostokkal majdnem párhuzamos.

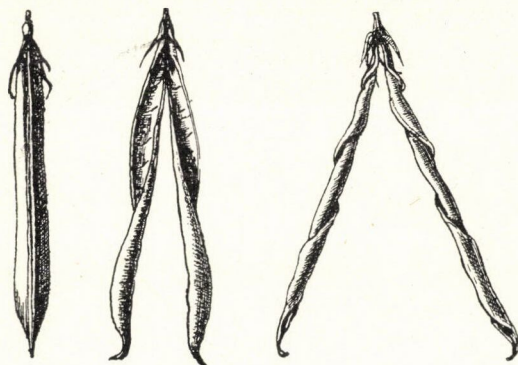
Ha azonban nem pusztán a torzió végső stádiumát, hanem annak az egész lefolyását kísérjük figyelemmel, a fenti jellemzést elhibázottnak kell tartanunk. Jól csak úgy jellemezhetjük, ha az egész folyamatot kezdetétől végéig leírjuk.

A kopácsok a magvak növekedése folytán oldalt többé-kevésbé kidomborodnak, a mi egyértelmű azzal, hogy a kopácsok már a termésfal felnyílása előtt olyan görbülettel bírnak, a melynek a tengelye párhuzamos a hüvely hossz tengelyével. A kopácsoknak ilyen alakkal a rostok irányában fekvő és oda rögzített tengely körül való közvetlen görbülése el sem képzelhető; előbb sík lappá kellene kiterülniök, ez pedig nem következik be sem a mesterséges, sem a természetes becsavarodás alkalmával. A csavarodás folyamán a rostok fokozatosan közelednek az egyenes alakhoz. A fokozatos kiegyenesedés aként történik, hogy a rostok iránya a kopács csavarodása közben a torzió tengelyével fokozatosan kisebbedő szöget képez, a mely szög csak ritkán éri el a  $0^\circ$ -ot.

A csavarodásnak már ez a futólagos jellemzése is elégséges arra, hogy kimondjuk, miszerint a kopácsok torziója nem haránt görbülés, vagyis nem látszólagos, hanem igazi torzió. Mivel a kopács izolált rostrétege lényegében véve ugyanazt a mozgást végzi torzió közben, mint a mit a kopács: elegendő, ha a torziót a rostrétegben tanulmányozzuk.

A rostok a rostréteg torziója közben azokat a mozgásokat végzik, a melyeket az előző két fejezetben tárgyaltam. Dominál a torzióban a keresztirányú görbülés. A hosszanti görbülés alárendeltebb, mert az előbbi révén támadt feszültség gátlóan hat rá. De viszont a keresztirányú görbülés sem juthat teljességre, mert a mikor a hosszanti görbülés törekvése legyőzetik, még nem vesztette el aktivitását és ennek következtében mint állandó ellensúlyozó erő szerepel. A görbülések tehát nem juthatnak el arra a határra, a mely a lemezeken mutatkozott.

Ugyanezt látjuk a torzió karakterét tevő görbületi eltolódásokban is. A görbületek eltolódása alatt azt a sajátságot kell



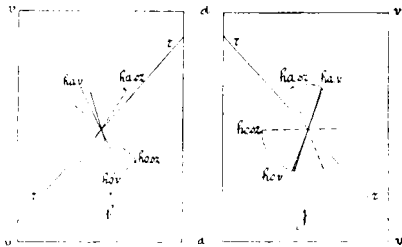
4. kép. A *Vicia segetalis* hüvelyének felnyílása és a kopácsok becsavarodása.

értenünk, a melynél fogva az összes görbületek nem egy állandó síkban, hanem folytonosan változó síkban mennek végbe. Az alábbi vizsgálatok arról győznek meg, hogy a lemezeken a görbületek eltolódása sokkal kifejezettebb, mint az egész rostrétegben, vagy a teljes kopácsban. Vagyis az együttes hatás a görbületi eltolódásokat is szűkebb határok közé szorítja.

A görbületi eltolódásoknak a lemezeken való megállapítása ellenkezik ZIMMERMANN (2. p. 567.) és STEINBRINCK [(1. p. 16., 17.), (8. p. 389.)] vizsgálataival. ZIMMERMANN különösen is foglalkozott ezzel a kérdéssel. De mivel ezt a fogalmat a már ismeretes alapelvükkel úgy sem tudták volna összeegyeztetni,

mindig csak egy síkban való görbülést említenek. A valóság teljesen ellene szól észlelésüknek.

A teljes rostréteg torziójával kapcsolatban említett görbületi eltolódásokat nem okozhatják a rostok együttes mechanizmusában rejlő gátló hatások, mert ugyanazok az eltolódások, mint említém, még nagyobb mértékben láthatók a rostréteg különböző rendű és vastagságú lemezalakú részein, nyilván abból az okból, mert a lemezeken — ha a szélesség olyan csekély, hogy az már tekinteten kívül is hagyható — a kétféle



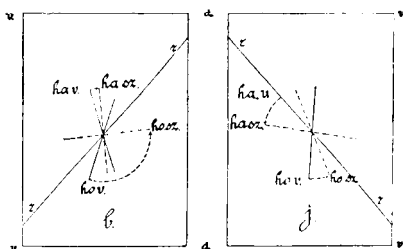
5. kép. A *Lathyrus plathyphyllus* teljes vastagságú rostrétegén látható görbületi eltolódások. —  $b$  = a baloldali kopács egy darabja;  $j$  = a jobboldali kopács egy darabja;  $v-v$  = hasi varrat;  $d-d$  = háti varrat vonala;  $r-r$  = a rostok iránya;  $ho. v.$  = a hosszanti lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és  $ho. sz.$  = kiszáritott állapotban;  $ha. v.$  = a haránt lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és  $ha. sz.$  = száraz állapotban.

görbülés egymástól többé-kevésbé elkülönítve, tehát majdnem ellenhatás nélkül jut kifejezésre.

A görbületi eltolódások tanulmányozásakor különösen súlyt kell helyezni arra, hogy egy lemez-sorozat mindig csak ugyanazon oldali kopácsból kerüljön ki, mert a jobb és a bal oldal között lényeges különbségek mutatkoznak.

A részletes ismertetés alapjául a *Lathyrus plathyphyllus*-t választottam, mert ennek széles kopácsaiból aránylag hosszú lemezek készíthetők. A lemezek hosszúságának fokozása a görbületeltolódások észrevése szempontjából bir jelentőséggel, mert a torziós jelenségek a nagyobb hosszúság mellett fokozottabb mértékben tűnnek elő. A hosszúságot a kopácsok szegélyének eltávolítása mellett is körülbelül 1 cm-re lehet meghagyni.

A görbületi eltolódás szöge a nedves és száraz állapot görbületi tengelyének meghatározásából adódik. A tengely helyzetét a legerősebb görbület síkjának levetítése révén megállapítjuk, azután berajzoljuk a kopácsok sémájába, a melyen csak a háti és hasi varrat menti szegély, továbbá a rostok iránya van jelölve. A séma a kopácsokat olyan helyzetben ábrázolja, hogy a belső homorú oldaluk felfelé, a külső domború lapjuk lefelé tekint és e közben a háti varrat menti szegélyükkel egymás felé fordulva, a jobb és baloldal között symmetria tapasztalható (5., 6. és 7. kép).



6. kép. *Lathyrus plathyphyllus* rostrétegének belső  $\frac{1}{3}$ -nyi vastagságú részén látható görbületi eltolódások. —  $b$  = a baloldali kopács egy darabja;  $j$  = a jobboldali kopács egy darabja;  $v-v$  = hasi varrat;  $d-d$  = háti varrat vonala;  $r-r$  = a rostok iránya;  $ho. v$  = a hosszanti lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és  $ho. sz.$  = szárazon;  $ha. v$  = a haránt lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és  $ha. sz.$  = száraz állapotban.

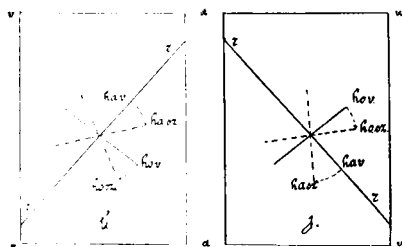
Lássuk elsősorban a teljes vastagságú lemezek görbüléseit. A görbülés fokozatait ismertettem már az előző fejezetekben és így most csak az eltolódásokra kell tekintettel lennem.

A beáztatott hosszanti lemez alakja nagyjában megfelel a még fel nem nyílt termésben elfoglalt alakjának, a különbség csak annyi, hogy a görbületi tengely a kopácsszegélyekkel nem párhuzamos, hanem előre ferdén a háti varrat felé hajló (5. kép  $ho. v.$ ). A száradás folyamán a baloldali lemezen az óramutató járásával ellenkezően, a jobboldalon az óramutatóval megegyező irányban mozdul el, a mely körülmény a baloldalon balra csavarodó torzióknak felel meg, míg a jobboldalon jobbra tartó torziót juttat kifejezésre.

A haránt lemez görbületi tengelye beáztatás alkalmával

közelítőleg egybeesik az előbbiével. Elmozdulása a szárítás folyamán mindkét oldalon ellentétes irányban történik, mint a hosszanti lemezeken (5. kép *ha. v.*)

Láthattuk tehát, hogy a görbületi tengelyeknek a jobb- és baloldalon való elhelyezkedése és eltolódásuk egymásnak tükörképei, úgy hogy ennek következtében a termés mediánsíkja egyúttal symmetriasíkja a torzióknak is. Hogy ez így van, arról könnyen meggyőződhetünk a kopácsok csavarodását ábrázoló 4. sz. képen, a melyen világosan látszik, hogy a jobboldali kopács jobbra, a baloldali pedig balra csavarodik.



7. kép. A *Lathyrus plathyphyllus* rostrétegének külső  $\frac{1}{5}$ -nyi vastagságú részén látható görbületi eltolódások. — *b* = a baloldali kopács egy darabja; *j* = a jobboldali kopács egy darabja; *v-v* = hasi varral; *d-d* = háti varrat vonala; *r-r* = a rostok iránya; *ho. v.* = a hosszanti lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és *ho. sz.* = szárazon; *ha. v.* = a haránt lemez görbületi tengelye beáztatott állapotban és *ha. sz.* = száraz állapotban.

Az imént leirt eltolódásoknak a kopácsban a következő mértéke látható:

A görbületi tengely a termés felnyílása előtt a hüvely hossz-tengelyével párhuzamos. A csavarodás folyamán a rostok irányával fokozatosan kisebbedő szöveget zár be és végül körülbelül azon a fokon, mint a mely a haránt lemezeken is látható, megállapodik. A megállapodás pillanatában a hosszanti lemezeken észlelt kifelé törekvő görbülés hajlása és vele együtt a görbület további eltolódása sem folytatódik.

A csak röviden jellemzett folyamatokból is világossá lett, hogy a lemezek görbülése nem állandó síkban, hanem folytono-

san változó síkban történik. Ezen az alapon voltaképpen nem is szólhatunk tisztán «keresztirányú» vagy «hosszirányú» görbülésekről, legfeljebb csak olyan értelemben, hogy a görbülések eltolódásai a haránt, illetve a hosszirány közelében mennek végbe. Némelykor oly nagy a görbületi síknak a nevezett irányoktól való eltérése, hogy helyesebb, ha a hosszanti és haránt lemezeken jelentkező görbülésekről szólunk, mint ha haránt és hosszanti görbüléseket említünk. Még inkább áll ez akkor, ha megfigyeljük (5. kép), hogy e két lemez görbüléseinek síkja sem a beáztatáskor, sem szárítás után nem merőleges egymásra, de még jobban látjuk majd ezt a vékonyított lemezek görbületi eltolódásainak tárgyalása alkalmával.

Ezek után vajjon tudjuk-e biztosan, hogy a görbüléseket okozó duzzadási különbségek pontosan keresztirányúak vagy hosszirányúak-e? Avagy talán ezeknek a síkja is változik olyan értelemben, mint a hogy a görbületi síkok változnak?

Feleletet ezekre a kérdésekre csak akkor tudunk majd adni, ha eldől, hogy a torzióra való törekvés magukban a rostokban is megvan-e, vagy ez az egész jelenség csak a rostok falában lévő duzzadó-, illetve zsugorodóképességnek a már ismertetett eloszlási módján alapul. Keresnünk kell tehát, van-e a rostoknak aktiv torziós törekvése?

A rostréteg torzióját a rostok aktiv torziós törekvése nélkül is meg tudnók magyarázni, mert a rostok «haránt» irányú összehúzódképességének eloszlása megfelel a torzió követelményeinek. Az eltérés csak abban van, hogy míg a torziót végző hengeres testben az összehúzódképesség maximuma a közép-tengely körül középen helyezkedik el és azt minden oldalról kisebb mértékben összehúzódképes részek veszik körül [ZIMMERMANN (?)], addig a hüvely rostrétegében ez a maximum egy egész lapfelületet foglal el, a melynek két oldalára telepedik a minimum, a mely a belső oldalon nem olyan kicsiny, mint a külsőn. Ez a különbség azonban nem olyan mélyreható, hogy a torzió lehetőségét ne engedné meg.

Magától értetődő dolog, hogy az ilyen testek torziója, mint a milyen a rostrétegé is, különbözni fog az általánosan torzió-nak elfogadott mozgástól, mert itt a mozgás legfőbb karakterét

az erős meggörbülés adja, a torziót jellemző sajátság csupán mint görbületi eltolódás jut benne kifejezésre.

A hosszanti duzzadóképeség eloszlásából már nem ilyen könnyű a torzió levezetése, mert a maximuma nem a középre, hanem a szélekre esik. Középen van a minimuma. Ezen az alapon a száradás következtében csak negatív torzió jöhetne létre. A pozitív torziót a beáztatást követő duzzadtság váltaná ki. Ezzel szemben a haránt duzzadó- és zsugorodóképesség torziója a szárításkor pozitív és a beáztatás hatására negatív.

Vajjon szükséges-e, hogy a rostréteg összorziójának okát feltétlenül a duzzadó- és zsugorodóképességnek a rostok haránt és hosszanti iránya szerint való megnyilvánulásában keressük? Elvégre is akadhat valaki, a ki azt mondhatná: igen, ily módon is le lehet vezetni a torziót, de az a torzió csak a haránt és a hosszanti lemezt illetheti és nem az egész rostréteget. Vizsgálunk kell tehát, vajjon a hüvely hossz tengelyével párhuzamos irányban érvényesül-e az imént kiemelt, középen fekvő maximális összehúzódképesség?

A rostrétegnek ismertetett módon előállított külső és belső feléből a hüvely hossz tengelyével párhuzamosan nyújtott keskeny lemezeket készítve, ezt a kérdést is eldönthetjük, csak arra kell ügyelnünk, hogy a görbülések amplitúdóit és változásuknak irányát a száraz és nedves állapot között figyelemmel kísérjük.

E kísérletek részletes leírását talán mellőzhetem, mert sok olyan dolgot kellene megismételnem, a mit az előző fejezetekben teljes részletességgel ismertettem. A célnak teljesen megfelel, ha csak az eredményekkel számolok be.

A lemezek görbülése mind a mellett szól, hogy a hüvely hossz tengelye irányában a duzzadó- és zsugorodóképességnek az az eloszlási módja érvényesül, a melyet a rostok haránt iránya szerint megállapítottam. A másik, vagyis a rostok hosszirányában kimutatott duzzadó-zsugorodóképesség hatása nem tűnik fel. A görbülések tehát olyanok, hogy száradáskor a rostréteg belső fele kifelé és a külső fele befelé tartó hajlásra törekszik. Nedvesítésre mindkét fél az ellenkező irány felé mozdul el. Megemlítésre méltó körülmény még az is, hogy a görbületi tengelyek elhelyezkedése határozott vonatkozásban van a haránt leme-

zeken mutatkozó elhelyeződéssel, a miről még főképpen a következő tárgyalásban lesz szó.

Ilyen módon az egész rostréteg összorziója a zsugorodó-duzzadóképeség eloszlásának következményeként fogható fel a nélkül, hogy a rostok aktiv torziós törekvése is kellett volna gondolnunk és így első pillanatra nem is látszik valószínűnek, hogy az ilyen irányban folytatott vizsgálatok pozitív eredményre vezessenek. ZIMMERMANN (2. p. 567.) már régen kimondotta, hogy a rostoknak aktiv torzióra való törekvése nincsen, de az ő megfigyelései elsősorban is, a mint már fentebb rámutattam, nem pontosak és másodsor már előző vizsgálatai alapján is a torziót illetőleg csak tagadólagos eredményt kaphatott.

A kérdés végleges eldöntésére a teljes vastagságú lemezek viselkedése nem nyújt határozott alapot, mert már láttuk, hogy a rajtuk tapasztalt torziós eltolódások a duzzadó-zsugorodóképeség eloszlásából is elég megnyugtatóan kimagyarázhatók. Szükséges lesz tehát, hogy a vékonyított lemezeket is megvizsgáljuk.

A lemezek, helyesebben a rostréteg vékonyítása az ismertes módon majd a külső, majd a belső oldalon történik. Az egész vastagságnak csak  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  részével vékonyított lemezek a görbületi eltolódásokat körülbelül ugyanúgy végzik, mint a teljes vastagságúak. Ha azonban a vékonyítást továbbfolytatjuk akár a külső, akár a belső oldalon, lényeges különbségeket találunk. Annál élesebb a különbség, minél vékonyabb a lemez. Azok a hosszanti lemezek, a melyek a rostréteg belső részéből készültek és a teljes vastagságnak csak  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  részét bírják, sőt többé-kevésbé még azok is, a melyek  $\frac{1}{2}$  vastagságúak, a következő görbületi eltolódásokat tárják elénk:

A görbületi tengely elmozdulása mind a két oldalon az óramutató járásával ellenkező irányban folyik le. Így a két eltolódás nem tükörképe egymásnak, pedig előre csak ezt vártuk volna a teljes vastagságú lemezek mintájára.

A görbületi tengely elhelyezkedését bajos dolog lenne minden esetre pontosan leírni és ezért a 6. sz. képre kell utalnom, a melyen többek között még az is fel fog tűnni, hogy a baloldali lemez görbületi eltolódása körülbelől háromszor olyan



nagy, mint a jobboldalié. A görbületi tengely elmozdulása mind a két oldalon a balra tartó torziónak felel meg.

Itt egy kissé meg kell állapodnom, hogy a II. fejezetben történt hivatkozás értelmében a hosszanti duzzadó-zsugorodóképeség eloszlására vonatkozólag kiegészítő magyarázatot adhassak.

A most tárgyalt jobb- és baloldali hosszanti lemez görbületi tengelyének elmozdulása mind a két oldalon a balra tartó torziónak felel meg. Minthogy a jobboldali lemez alakja már beáztatott állapotban is olyan, mintha bal felé irányuló csavarodást szenvedett volna, magától értetődik, hogy e lemez a száradáskor még tovább is bal felé csavarodván, görbülete erősödni fog (3. kép. I. 4., 5.). Másként áll a dolog a baloldali lemezzel. Ezen a beáztatás következtében olyan iránya van a görbületnek, a milyen a jobb felé való csavarodásnak felel meg. Száradás következtében a görbületi tengely, a balra tartó torzió miatt, a már említett nagy eltolódását végzi. Az eltolódás közben van egy stádium, a melyben a görbületi sík párhuzamos a rostokkal. A görbület erőssége egészen idáig csökkenőben volt, de a mint a száradás balra tartó torziója továbbhalad, a görbület újra erősödni kezd és erősödik mindaddig, míg a görbület tengelye a 6. sz. képen jelzett határon meg nem állapodik. De a görbület erőssége még így is kisebb fokú lesz, mint a beáztatás görbülete volt. Vagyis e körülmény azt bizonyítaná, hogy a rostok hosszanti duzzadó-zsugorodóképeségének minimuma a bal oldali kopácsban a rostréteg legbelső sejtsorán van, míg a jobb oldalon a rostréteg középső sejtsoraira helyezkedik el.

Nézetem szerint ez az eltérés csak látszólagos és annak tulajdonítható, hogy a lemez torziója nem követi azt a symmetriát, a mely más tekintetben a termés jobb- és bal fele közt fennáll. E rövid kitérés után visszatérek a tárgyalás fonalára.

A haránt lemezek görbületi eltolódásai a hosszanti lemezekétől függetlenül játszódnak le. Az eltolódás baloldalon jobbra és jobb oldalon balra történik (6. kép).

A kísérletek másik részét olyan lemezekkel végezzük, a melyeket a rostréteg belső oldalának lekaparásával vékonyítottunk meg.

A hosszanti lemezek, ha a teljes vastagságnak körülbelül csak a felét bírják vagy ennél vékonyabbak, szárításkor jobbra forgó torzióknak megfelelő görbületi eltolódásokat tárnak elénk, úgy a jobb-, mint a baloldalon (7. kép *ho. v. — ho. sz.*). A görbületek amplitúdói nagyobbak, a görbületi eltolódások szöge ellenben sokkal kisebb, mint az előbb tárgyalt hosszanti lemezeken. Különösen jól láthatni az utóbbi sajátságot a  $\frac{2}{5}$ — $\frac{3}{5}$  vastagságú haránt lemezeken, a melyek, mondhatnám, a rostok irányába rögzített tengely körül görbületi eltolódás nélkül végzik görbüléseiket; az  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  vastagságúknak azonban van görbületi eltolódásuk, a mely mind a két oldalon jobbra való csavarodásnak felel meg (7. kép, *ha. v. — ha. sz.*).

A csak röviden ismertetett kísérletek a rostok aktiv torziós törekvését kétségtelenül beigazolták. Nyilvánvalóvá lett e kísérletekből az is, hogy az egész rostréteg torziója nem egyezik meg a részletek torziójával. A rostréteg külső részéből vágott hosszanti lemezek mind a két oldalon jobbra, és a melyek a belső részéből készültek, mindkét oldalon balra forgó torzióknak megfelelő görbületi eltolódásokkal tűntek ki, míg a rostréteg össztorziója a jobboldalon jobbra, a baloldalon balra forgó. Ebből az következne, hogy a rostok aktiv torziója az össztorzióban egyáltalán nem szerepel, ha egy másik tapasztalat ezt a föltevést már eleve nem zárná ki.

Megvizsgálandó a görbületi eltolódásoknak a hüvely hossz-tengelye irányában történő megnyilatkozását, úgy a mint azt a duzzadó-zsugorodóképessegre vonatkozóan is tettem, a rostrétegből a hüvely hossz-tengelyével párhuzamosan nyújtott keskeny lemezeket készítettem, a melyekben a rostréteg vagy teljes vastagságában, vagy csak körülbelül fele vastagságával volt képviselve. Eltekintve most a görbülések irányától, a görbületi eltolódásokat illetőleg a következő eredményeket találtam. A teljes vastagságú lemez nagyjában ugyanolyan módon végzi csavarodását, mint azt a kopácsokon észlelhetjük. A rostréteg külső része úgyszólván görbületi eltolódás nélkül görbül abban az értelemben, mint a mely a kopács csavarodásának felel meg, a belső része ellenben jól látható görbületi eltolódással görbül az ellenkező irány felé, mint a külső. A belső rész eltoló-

dásai száritáskor a baloldalon jobbra forgó torziót árulnak el. A jobboldalon pedig a balra történő csavarodás jelei mutatkoznak. Az aktiv torzió tehát mind a két oldalon ellentétese az össztorzióknak, vagyis a rostok aktiv torziós törekvése a rostréteg össztorziójában úgy szerepel, mint fékező erő. A rostréteg külső része főként görbitő hatását érvényesíti, a mely törekvés olyan nagymértékű, hogy vele szemben a belső rész ellentétes görbitő hatása aktiv torziójával egyetemben majdnem elenyészni látszik. A külső rész aktiv torziója ott, a hol már számottevő nagyságban mutatható ki, az össztorzióval egyértelmű.

### Összefoglalás.

A hüvely rostrétegében a rostok duzzadó-zsugorodóképeségének eloszlása a következő:

A rostok keresztirányú duzzadóképesége kívülről befelé a rostréteg közepe tájáig hirtelen emelkedő skála szerint növekedik és a maximumot a középső rész közelében éri el, egyes esetekben közelebb a külső oldalhoz, más esetekben közelebb a belső oldalhoz. A maximumtól befelé újra csökken a duzzadó-zsugorodóképeség és a csökkenés skálájában kisebb fokozatok látszanak, mint a maximum külső oldalán, bár nem minden esetben.

A rostok hosszanti duzzadó-zsugorodóképeségének maximuma a rostréteg külső oldalán van, középen helyezkedik el a minimuma, a melytől kifelé az említett maximumhoz meredek skálán juthatunk, befelé ellenben alig érezhető emelkedés mutatkozik.

A duzzadó-zsugorodóképeségnek illetén eloszlása okozza, hogy a rostrétegnek minden higroszkópos görbülése a külső és belső rész ellentétesen hajló görbülésének eredője. A görbülés főkarakterét a rostréteg külső része adja meg, mert a duzzadási skálának ismert alakja értelmében a nagyobb feszültség a rostréteg külső felében van.

A duzzadó- és zsugorodóképeség eloszlása alapján válik érthetővé, hogy a rostréteg görbülései nem egy állandó síkban történnek, hanem fokozatos eltolódásokkal mennek végbe, a

mely sajáttság a torzió lételet bizonyítja. A rostréteg össztorziója a termésfal jobb- és baloldalán symmetriás megegyezést mutat.

A torzióban szerepet játszik a rostok aktiv torziója is, a mely torzió a rostréteg külső részén ellenkező irányú, mint a belső részben. E mellett nevezetes körülmény még az is, hogy a termésfal jobb- és baloldali felében a rostok aktiv torziója nem symmetrikus, sem az irányát, sem a mértékét tekintve. Különösen szembeszőkő módon láthatjuk ezt a rostok iránya szerint jelentkező görbüléseken, de már kevésbé a hüvely hossztengegyével párhuzamosan nyújtott rostréteg-lemezeken. Az utóbbiak szerint a rostréteg össztorziójának iránya mind a két oldalon ugyanolyan, mint a külső rostok aktiv torziójáé, de ellentétese a belső rostok aktiv torziójának. A rostréteg belső felének aktiv torziója tehát az össztorzió fékezésére szolgál.

A rostok aktiv torziós törekvése különösen jól fejlett a rostréteg belső felében, a külső rész rostjaiban csak kevésé jut kifejezésre.

Az elmondottak alapján a hüvely kopácsainak csavarodó mozgása nem (a rostok irányára vonatkoztatott) tiszta haránt görbülés, hanem olyan mozgás, a mely erős görbülés és gyenge torzió által jellemezhető. E csavarodó mozgásnak oka a rostréteg rostjai duzzadó-zsugorodóképességének eloszlása és a rostok aktiv torziója. A duzzadó-zsugorodóképesség eloszlása okozza a görbüléseket, továbbá okozza a torzió karakterét tevő görbületi eltolódásokat is. A rostok aktiv torziója csak a görbületi eltolódások előállításában szerepel, vagy mint fékezőerő, vagy pedig mint támogatóerő.

### A fontosabb irodalom.

1. STEINBRINCK C.: Unters. über die anat. Ursachen des Aufspringens der Früchte. Inaug. Diss. Bonn, 1873.

2. ZIMMERMANN A.: Über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen, und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen. Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. XII. 1879—1881, pag. 542—575.

3. STEINBRINCK C.: Über den Öffnungsmechanismus der Hülsen. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. I. 1883, pag. 270—275.

4. ZIMMERMANN A. : Molecular-physikalische Untersuchungen (I). Ber. d. d. bot. Ges., Bd. I. 1883, pag. 533—540.
5. LECLERC DU SABLON : Recherches sur la déhiscence des fruits etc. Annales Sc. Nat. VI. Serie, XVIII. Tome. 1884, pag. 5—104.
6. STEINBRINCK C. : Über das Bauprinzip der aufspringenden Trockenfrüchte. Ber. d. d. bot. Ges., Bd. II. 1884, pag. 397—405.
7. EICHOLTZ G. : Untersuchungen über den Mechanismus einiger zur Verbreitung von Samen u. Früchte dienender Bewegungserscheinungen. Jahrbücher f. wiss. Bot., Bd. XVII. 1886, pag. 543—590.
8. STEINBRINCK C. : Über die Abhängigkeit der Richtung hygroskopischer Spannkkräfte von der Zellwandstructur. Ber. d. d. bot. Ges., Bd. VI. 1888, pag. 385—398.
9. STEINBRINCK C. u. SCHINZ H. : Über die anatomische Ursache der hygrophastischen Bewegungen etc. Flora, Bd. 98. 1908, pag. 471—500.
10. FUCSKÓ M. : A Papilionatæ terméfalának anatomiai, fejlődéstani és biológiai ismertetése. Különlenyomat a «Botanikai Közlemények» 1909. évi évfolyamából.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913. évi ápr. 21.-én tartott üléséből.)

## A BETEG VESE MUNKÁJÁNAK NAGYSÁGA.<sup>1</sup>

CSERNA ISTVÁN-tól és KELEMEN GYÖRGY-től.

A kórosan elváltozott szervben az anyagcserefolyamatok s ezekkel kapcsolatosan az energiaátalakulások a rendestől eltérnek. Az eltérések a szerv munkájának megváltozásával járnak. E munkamegváltozás a szerv működésének zavarában nyilvánulhat, a mi ismét a szervben átalakított chemiai energia mennyiségének változását vonhatja maga után. Ez utóbbi azt jelenti, hogy megváltozik, nő vagy csökken a szerv munkája. (Ennek mértéke, mint azt TANGL FERENCZ<sup>2</sup> definiálta, az illető szervben átalakított chemiai energia mennyisége.)

A kórosan elváltozott beteg szerveknek munkáját eddig még nem mérték. A következőkben közölt vizsgálatainkkal a beteg vese munkáját igyekeztünk megmérni, ugyanazon eljárással, mellyel TANGL FERENCZ és tanítványai az ép szervek munkáját mérték. Ez az eljárás a kirekesztés. Meghatározzuk ugyanis a gázcserét — (ill. az ebből kiszámítható energiaforgalmat) —, azután kirekesztjük — kiirtjuk — a kérdéses szervet s újra megmérjük a gázcserét. A különbség — a TANGL F. által megjelölt feltételek mellett — megfelel a kiirtott szerv munkájának.

Kísérleteinket kutyákon végeztük. A gázcserét — kurarázott állatokon — a ZUNTZ-GEPPERT-féle készülékkel határoztuk meg. A kurarázás következtében mesterséges ventilációra volt szükség, erre a MEYER H. H.-féle mesterséges légzőkészülék szolgált az állat

---

<sup>1</sup> A kir. magy. tud. egyetem általános kórtani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> FRANZ TANGL: Die Arbeit der Nieren und die «spezifisch-dynamische Wirkung» der Nährstoffe. Bioch. Zeitschr. Bd. 34. 1911.

tracheájába kötött kanül segítségével. A hőmérséklet-ingadozások elkerülésére állandó hőmérsékletű thermostatban tartottuk a kísérleti állatot; a szívműködést a carotisba kötött kanülokön át a HÜRTHLE-féle manometerrel regisztráltuk.

Állataink veséit előzetesen mesterségesen úgy betegítettük meg, hogy vesegyuladást idéztünk elő, még pedig vagy *a*) a vesére ható mérgekkel (nehéz fémsók, cantharis stb.) vagy pedig *b*) a vese ereinek rövid tartamú leszorításával.

### I. Mérgezések.

Vesegyuladást uran-, chrom- és cantharidinsavas sókkal idéztünk elő. Kísérleti állatainkat megfelelő anyagcsereketreczben tartva, megvizsgáltuk az állat normalis vizeletének napi mennyiségét és összetételét. Ezután — összes kísérleteinkben — a só oldatából annyit fecskendeztünk az állat bőre alá, hogy a vesék biztosan megbetegedtek. A beadás után néhány napig ugyanolyan módon vizsgáltuk a vizeletet és miután meggyőződünk a vesegyuladás kifejlődéséről, a kísérleti állaton 24 órai éheztetés után respirációs kísérletet végeztünk. A kísérletek részletes naplójának közlésétől e helyen eltekintünk.

A következő I. táblázatban csak a kísérletek középértékeit közöljük, t. i. azokat a számokat, melyek — mint több kísérletből nyert középértékek — mutatják, hogy milyen volt az  $O_2$ -fogyasztás és  $CO_2$ -kiválasztás a beteg vesék kiirtása előtt és után.

A legsúlyosabb vesegyuladást a chromsavmérgezések okozták, uraemia s teljes anuria jelentkezett rövid idő múlva, úgy, hogy ezek a kísérletek egészen más elbírálás alá esnek. Ezekben (XX., XXI. és XXII. sz. kísérletek) az anuria stadiumában kiirtva a veséket, az  $O_2$ -fogyasztás alig változott.

A többi méreggel megbetegített vesék kiirtása után azonban a gázcsereben úgy az  $O_2$ -fogyasztásban, mint a  $CO_2$ -termelésben mutatkozó hiány jóval nagyobb volt, mint ép vesék kiirtása után. Mig középértékben egy 6 kg. súlyú kutya ép veséi perczenként  $4.4 \text{ cm}^3 O_2$ -t fogyasztanak (az egész  $O_2$ -fogyasztásnak  $8.7\%$ -a), addig itt egy ugyanolyan súlyú kutya beteg veséi perczenként  $7.9 \text{ cm}^3 O_2$ -t fogyasztanak (az egész  $O_2$ -fogyasztásnak  $13.4\%$ -a).

## I. táblázat.

Középértékek.

A kísérleti állat száma	A kísérleti állat súlya	Perczenkénti		Perczenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$		Vesekiirtás utáni csökkenés			
		$O_2$ fogyasz- tás	$CO_2$ kiválasz- tás	$O_2$ fogyasz- tás	$CO_2$ kiválasz- tás	$O_2$		az $O_2$ - fogyasztásban		a $CO_2$ - kiválasztásban	
		a vesekiirtás előtt		a vesekiirtás után		a vese- kiirtás előtt	a vese- kiirtás után	percen- ként ccm	%	percen- ként ccm	%
		gr.	ccm	ccm	ccm	ccm					
I.	4100	38,41	28,18	33,79	25,56	0,726	0,756	4,62	12,0	2,62	9,29
II.	7100	65,85	53,26	58,67	47,00	0,804	0,803	7,18	10,9	6,26	11,7
VII.	4150	35,81	28,67	32,10	27,07	0,794	0,843	3,71	10,4	1,60	5,58
XVI.	6750	49,39	38,44	43,42	32,68	0,779	0,751	5,97	12,1	5,76	14,98
XVII.	6000	55,61	49,39	45,83	43,04	0,888	0,940	9,78	17,6	6,35	12,8
XXIII.	7500	68,09	58,39	58,47	51,37	0,857	0,866	9,62	14,1	7,07	12,1
Közép- érték	6560	58,55	48,99	50,62	43,22	0,828	0,842	7,94	13,4	5,79	11,5
Ép vese adatai*	6040	51,9	41,7	47,5	39,5	0,808	0,837	4,4	8,7	2,2	5,1

\* Lásd: Tangl. Die Arbeit der Niere etc. Broch. Zeitschr. 1911. Bd. 34. p. 10.



Vagyis az egész szervezet  $O_2$ -fogyasztásának jóval nagyobb része jut a vesékre akkor, ha azoknak működése kóros elváltozások által zavarva van. (I. I. tábl.)

A  $CO_2$ -termelésben is érdekes változás jelentkezik: míg az ép vesék  $CO_2$ -termelése az egész  $CO_2$ -kiválasztásnak 5·1%-a, addig a beteg vesék az egész  $CO_2$ -nek 11·5%-át termelik, vagyis a normálisnál kétszer többet, úgy, hogy a beteg vese *aránylag* — az  $O_2$ -fogyasztásához viszonyítva — *több  $CO_2$ -t* termel, mint az egészséges.

A respiratiós quotiens, úgy mint az ép veséknél, a kiirtás után növekedik. Még szemetűnőbben látszik a beteg vese fokozott gázcsereje, ha az  $O_2$ -fogyasztásnak és  $CO_2$ -termelésnek a vesékre eső részletét 1 gr. veseállományra számítjuk és az ép vesének hasonló adatával hasonlítjuk össze:

II. táblázat.

A kísérleti állapot száma	A kísérleti állapot súlya gr.	A vesék súlya gr.	A vese		1 gr. vese	
			$O_2$ fogyasztása perczenként	$CO_2$ termelése perczenként	$O_2$ fogyasztása perczenként	$CO_2$ termelése perczenként
			cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
I.	4100	23,37	4,62	2,62	0,20	0,11
II.	7100	33,05	7,18	6,26	0,21	0,19
VII.	4150	25,84	3,71	1,60	0,14	0,06
XVI.	6750	27,50	5,97	5,76	0,21	0,21
XVII.	6000	39,80	9,78	6,35	0,24	0,16
XXIII.	7500	40,00	9,62	7,07	0,24	0,17
IV.	5600	33,34	4,37	5,73	0,13	0,17
X.	7450	37,25	8,42	9,82	0,23	0,26
XV.	6200	28,95	6,63	4,12	0,23	0,14
Közép-érték	6094	32,12	6,48	5,48	0,20	0,16
Ép vesénél k. é.	6040	34,43	4,4	2,2	0,12	0,06

Az energiaforgalmat — vagyis a vese munkáját — az  $O_2$ -fogyasztásból számíthatjuk ki a  $\frac{CO_2}{O_2}$  viszony alapján a ZUNTZ-féle számítással<sup>1</sup>:

Percenkénti  $O_2$ -fogyasztás a vesekiirtás *előtt*

$$58.5 \text{ cm}^3, \quad \frac{CO_2}{O_2} = 0.828,$$

1  $\text{cm}^3 O_2$  ezen  $RQ$  mellett = 4.898 cal. energiaforgalom.

Percenkénti  $O_2$ -fogyasztás a vesekiirtás *után*

$$50.6 \text{ cm}^3, \quad \frac{CO_2}{O_2} = 0.842,$$

1  $\text{cm}^3 O_2$  ezen  $RQ$  mellett = 4.913 cal. energiaforgalom.

Tehát energiaforgalom kiirtás *előtt*

$$= 58.5 \times 4.898 = 286.53 \text{ cal. percenként,}$$

energiaforgalom kiirtás *után*

$$= 50.6 \times 4.912 = 248.54 \text{ cal. percenként.}$$

Tehát a beteg vesék energiafogyasztása

$$= \text{a beteg vesék munkája} = 37.99 \text{ cal. percenként,}$$

a mi a szervezet egész energiaforgalmának 13%-a, míg az egészséges ép vesékre az energiaforgalomnak 8%-a esik.

*A beteg vesék munkája tehát kikerekítve 38 cal. percenként, míg az ép veséké 20 cal.*

## II. Érleketések.

A következő kísérletekben a veseerek lezorítását a respirációs kísérlet közben végeztük, kellő számú normalkísérlet után. A mint TANGEL FERENC vizsgálataiból kitűnik, ez a gázcserére való hatásában teljesen egyenlő a vesék kiirtásával. A lezorítás ideje alatt is végezve gázcserekísérleteket, megállapítottuk, hogy az egészséges és sértetlen vese kizárásának milyen hatása van

<sup>1</sup> ZUNTZ und LOEWY: Lehrbuch d. Physiologie 1909. p. 660.

III. táblázat.  
Középértékek.

A kísérleti állat száma	A kísérleti állat súlya	Percenkénti		Percenkénti		$\frac{CO_2}{O_2}$		Vesekiirtás utáni változás				Megbetegítés módja
		$O_2$ -fogyasztás	$CO_2$ -kiválasztás	$O_2$ -fogyasztás	$CO_2$ -kiválasztás	a vesekiirtás előtt	a vesekiirtás után	az $O_2$ -fogyasztásban		a $CO_2$ -kiválasztásban		
		a vesekiirtás előtt		a vesekiirtás után				percenként $cm^3$	%	percenként $cm^3$	%	
		gr.	$cm^3$	$cm^3$	$cm^3$	$cm^3$	$cm^3$	$cm^3$	%	$cm^3$	%	
XX.	4850	36,79	29,17	37,89	31,21	0,793	0,827	+1,10	+2,99	+2,04	+ 6,99	Chromsavas kálmium
XXI.	5500	37,26	26,99	33,83	23,89	0,724	0,705	-3,43	-9,20	-3,10	-11,50	
XXII.	4400	38,15	31,20	38,52	30,72	0,818	0,797	+0,37	+0,96	-0,48	- 1,53	
V.	5200	32,63 <sup>1</sup>	24,68 <sup>1</sup>	32,60 <sup>2</sup>	25,84 <sup>2</sup>	0,756	0,793	-0,03	-0,91	+1,12	+ 4,53	1 óras 40'-es leszorítás
VI.	5000	40,60	36,66	39,41	35,64	0,900	0,869	-1,19	-2,93	-2,02	- 5,51	

<sup>1</sup> A leszorítás megszűnte után. — <sup>2</sup> A leszorítás alatt.

a gázcsérére, illetve megkaptuk a kísérleti állat rendes működésű veséjének munkáját. Ezután megszüntetve a lekötést, helyreállt a vérkeringés, a mi a gázcserében is észrevehetővé válik az  $O_2$ -fogyasztás fokozódásában. Néhány kísérlet után — rendszerint megvárva, míg a vizelet folyása a hólyagba vezetett katheteren át újra megindult — ugyanúgy, mint az előző kísérletsorozatban, kiirtottuk a veséket. A kiirtás után végzett kísérletek felvilágosítást adnak arról, hogy a vérkeringés megszünte, illetőleg az ezzel járó táplálékhiány mennyire változtatta meg a vese energia-forgalmát.

A lekötéses kísérletekben külön kell választanunk az olyan hosszantartó lekötéseket, melyek anuriát okoztak, azoktól, melyek a veséknek csak könnyebb megbetegedését idézték elő.

Az *anuriás vesékkal* egy táblázatba foglaltuk (III. táblázat) azokat a chromsavmérgezéseket, melyekben szintén *anuria* fejlődött ki.

Ezekből a kísérletekből azt következtethetjük, hogy az *anuriás vese  $O_2$ -fogyasztása jóval kisebb az ép vese  $O_2$ -fogyasztásánál* és a kísérleti hibák határain belül alig különbözik az  $O_2$ -fogyasztásnak súlyarányban reá eső részétől.

Ha a veseerek leszorítása csak rövid ideig tart, akkor — anélkül hogy anuria állna be, — a vesének a mérgezésekhez hasonló megbetegedése keletkezik. Az ilyen vesék  $O_2$ -fogyasztására vonatkozó kísérleteink középértékeit a IV. táblázatban foglaltuk össze.

Ezekből a kísérletekből az következik, hogy a vérkeringés megszüntével járó táplálékhiány következtében beteggé lett vesék  $O_2$ -fogyasztása is fokozott, még inkább azonban a  $CO_2$ -termelés, a mint a mérgezett veséknél is a  $CO_2$ -termelésnek relative nagyobb fokozódását észleltük.

A talált normalis értékek alapján konstatálhatják azt, hogy az ép vesénél a veseerek lekötése ugyanazt az eredményt adta, mint TANGR F. kísérletei; ugyanakkora volt az  $O_2$ -fogyasztásban észlelt kiesés: itt 8·6%, ott 8·7%. Ezt az V. táblázatból láthatjuk:

### IV. táblázat.

Középértékek.

A kísérleti állat száma	A kísérleti állat súlya	Perczenkénti		Perczenkénti		CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>		Vesekiirtás utáni csökkenés				Megbetegítés módja
		O <sub>2</sub> -fogyasztás	CO <sub>2</sub> -kiválasztás	O <sub>2</sub> -fogyasztás	CO <sub>2</sub> -kiválasztás	a vesekiirtás előtt	a vesekiirtás után	az O <sub>2</sub> -fogyasztásban		az CO <sub>2</sub> -kiválasztásban		
		a vesekiirtás előtt		a vesekiirtás után				perccenként cm <sup>3</sup>	%	perccenként cm <sup>3</sup>	%	
		gr.	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>					
IV.	5600	55,38	45,07	50,98	39,32	0,814	0,771	4,40	7,94	5,76	12,80	Leszorítás 20'-re 3 nap előtt « 21'-re kis. alatt « 25'-re « « « 21'-re « «
X.	7450	64,20	51,48	56,54	43,33	0,801	0,757	7,66	11,93	8,15	15,83	
XI.	6300	57,97	46,61	53,75	43,59	0,803	0,810	4,22	7,27	3,02	6,47	
XV.	6200	61,22	53,74	48,91	42,92	0,798	0,798	7,48	12,20	5,99	12,21	
Közép- érték	6387	59,69	49,22	52,54	42,29	0,804	0,784	5,94	9,83	5,73	11,83	
Ép vese	6040	51,9	41,7	47,5	39,5	0,808	0,837	4,4	8,7	2,2	5,1	

## V. táblázat.

A kísérletsorozat száma	Kiesés az $O_2$ fogyasztásban %
V.	9,0
VI.	6,7
IX.	10,8
XI.	8,4
XV.	8,3
Közéérték	8,6

Ezen kísérleteink alapján következtetést vonhatunk FISCHER M. H.-nek azon állítására vonatkozólag, hogy a nephritis oka a veseállomány megsavanyodása.<sup>1</sup> Szerinte a vese folyadékleadása főleg a képződött és a vérbe leadott  $CO_2$ -nek a mennyiségétől függene (Nephritis, 89—91. o.). Minthogy vesegyuladáskor a vesék, illetve az egész szervezet megsavanyodása állana fenn, meg lenne nehezítve a  $CO_2$ -nek a vérbe való leadása. A csökkent secretio oka tehát az, hogy a vesék kevesebb  $CO_2$ -t tudnak a vérbe leadni. Kísérleteinkben az ellenkezőt találtuk. A beteg, nephritises veséknél a  $CO_2$ -termelés és leadás a normalis mennyiség kétszeresére nő és így nem is vehető fel a  $CO_2$  felhalmozódása. Épen oly kevéssé igazolhattuk azt a feltevést, hogy a savanyodás következtében állítólag megduzzadó vesében a vérerek összenyomódnak és a vese ily módon  $O_2$ -hiánynak tevődik ki; hiszen az  $O_2$ -felvétel is erősen fokozódott!

Kísérleteink eredményeit röviden a következőkben foglaljuk össze:

*A beteg vese munkája nagyobb, mint az egészségesé. Az*

<sup>1</sup> M. H. FISCHER: Die Nephritis. Dresden 1912. Th. Steinkopff.

*O<sub>2</sub>-felvétel és a CO<sub>2</sub>-termelés megbetegedett vesékben megnövekedett.*

Ez azonban csak a beteg, de működő vesére vonatkozik; *a beteg amuriás vese fenntartó munkája csak akkora, mint egy más hasonló súlyú szervé.*

Kísérleteinket TANGL FERENCZ tanár kezdeményezésére és vezetésével végeztük.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 április 21.-én tartott üléséből.)

## A NARKOSIS HATÁSA AZ AGY GÁZCSERÉJÉRE.<sup>1</sup>

ALEXANDER FERENCZ-től és CSERNA ISTVÁN-tól.

Általánosan felveszik, hogy bizonyos anyagok narkotizáló hatása a narkotizált sejtek anyagcseréjének megzavarásában áll. Ennek a zavarnak a mechanizmusa még nem ismeretes; hogy jelen van, azt egyes szervműködések részleges vagy teljes megszünte mutatja; hogy ez reverzibilis változás, azt a kiesett működéseknek a narkosis utáni visszatéréstől látjuk. A narkosis külső képezének leginkább bizonyos, a csökkent életjelenségekkel szervesen összefüggő reakciók sebességének csökkenése felel meg.

Ismeretesek oly adatok, melyek arra mutatnak, hogy a narkosis alatt az oxidációs folyamatok vannak megzavarva.

MAX VERWORN-nak és iskolájának<sup>2</sup> kutatásai azt mutatják, hogy az elfáradt és narkotizált gerinczveleje a békának narkosis közben nem tudja az oxygent felépülésére felhasználni, úgy mint a fáradt, de nem narkotizált szerv. Ebből VERWORN azt következteti, hogy a narkosis lényege az oxydáló képesség csökkenése és hogy narkosisban az anyagcsere csak  $O_2$  nélküli szételésben áll. Mivel azonban nem végzett quantitativ gázcsere-kísérleteket, vizsgálataiból nem ismerhetjük meg a narkotikumoknak az  $O_2$ -felvételre és az oxidációs folyamatra való hatását, ha belőlük ezen hatás irányára következtetni is lehet.

---

<sup>1</sup> A kir. magy. tud. egyetem általános kórtani intézetében készült dolgozat.

<sup>2</sup> MAX VERWORN: Ermüdung, Erschöpfung u. Erholung der nervösen Zentren des Rückenmarks. Arch. für Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Suppl. 1900.

H. WINTERSTEIN: Zur Kenntnis der Narkose. Zeitschr. für allg. Physiol. 1902. Bd. I.



Az oxydatiók csökkenése (úgy látszik tehát ezek a csökkent életjelenségekkel szervesen összefüggő folyamatok), vagy exaktabban az oxydatiók reakciósebességének csökkenése vagy anti-fermentatív folyamatok<sup>1</sup> (oxydasek hatásának gátlása), vagy a reakcióban résztvevő oxydabilis anyagoknak,<sup>2</sup> illetőleg oxygennek koncentraczió-csökkenéséből magyarázható.

Az utóbbi lehetőség a lényege MANSFELD<sup>3</sup> teoriájának, melyben az oxygenhiánynak és a narkotikumok hatásának meg-egyezésére mutat rá és a narkosist a lipoidoknak csökkent  $O_2$ -felvevő képességével magyarázza.

Mindenekelőtt azonban azt kell kimutatni, hogy vajjon a narkotikumok valóban befolyásolják-e a központi idegrendszer gázcseréjét. Az említett magyarázatokban működési bénulás és az oxydatióknak csökkenése szervesen összefüggőnek tartatott. Hogy ezt elvileg nem lehet kimondani, azt WARBURG<sup>4</sup> kutatásai mutatják, a ki a narkotikumoknak működésbénító hatását észlelte, peték barázdálódásának a gátlását, a nélkül, hogy evvel egyidejűleg az  $O_2$ -fogyasztás megváltozott volna. Itt az oxydatiós folyamatok érintetlenek maradtak és az anyagcsereének egészen más része gátoltatott. A vörösvérsejteken WARBURG az oxygenfelvétel csökkenését észlelte narkotikumok hatására. Ha a különböző sejtek és sejtműködések nagy differenciálódására gondolunk, tehát tekintetbe vesszük a különböző sejtek fizikális-chemiai fölépítésének nagy eltéréseit, akkor nehezen várhat-

<sup>1</sup> Ilyennek kell a sejtstruktúrnak (sejtfelszín) a narkotikumok által létrehozott megváltozását tekinteni, mivel WARBURG O.-nak sikerült kimutatni, hogy fermentatással hasonló befolyás gyakorolható a chemiai folyamatokra, elsősorban az oxydatiókra. A mint a sejtstruktúra elpusztítása, épen úgy hathat ezek megváltozása.

<sup>2</sup> Nem zárható ki, hogy a narkosisban azok a szétesési folyamatok gátoltatnak, melyek oxydabilis anyagokhoz vezetnek. Ebben az esetben az oxydatiók csökkenése a sejt anyagcserejének egy az oxydatiókat megelőző fázisa gátolásának másodlagos következménye volna.

<sup>3</sup> MANSFELD: Narkose und Sauerstoffmangel. Pflügers Arch. 129. 143.

<sup>4</sup> O. WARBURG: Über die Oxydationen in lebenden Zellen. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1910. Bd. 66.

U. a. Über Beeinfl. der Oxydationen in lebenden Zellen nach Vers. an roten Blutkörperchen. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1910. Bd. 69.

juk a narkotikumoknak egységes hatását. Ha tehát «narkosis» alatt a narkotikusan ható szerek minden működéstgátló hatását értjük, akkor ezt minden egyes rendszeren külön kell megvizsgálni.

Az itt következő kísérletekkel azt akartuk megállapítani, hogy miképen befolyásolják a narkotikumok az agy gázcserejét. A kutyaagy gázcserejét hasonlítottuk össze narkozisban és éber állapotban. Narkosis előidézésére három egészen különböző típusú anyagot választottunk: 1. æthylætert, 2. morphint, 3. magnesiumsulfatot.

### 1. Aethernarkosis.

A kutyát æthernarkosisban operáltuk. A tracheotomizált állatokon kanült kötöttünk az art. carotisba vérnyomás mérésére, és az art. femoralisba és sinus longitudinalis superiorba (a koponya megnyitása után) vérvételekhez. A vér alvadásának gátlására hirudin-oldatot fecskendeztünk a vena jugularisba. Ezután egymásután narkosisban és éber állapotban vérpróbákat vettünk az agyból, illetőleg az arteriából. A teljesen mély narkozisból levő állatból eszközölt vérvétel után megszűntünk a narkosist és addig vártunk, míg az állat teljesen felébredt. Ekkor vettük az «ébren»-nel jelzett vérpróbákat. Az arteriából és sinusból ugyanazon időben vettünk vért és egyidejűleg megállapítottuk BARCROFT módszere szerint a vér áramlási sebességét a sinusban. A vérgázelemzéseket BARCROFT<sup>1</sup> differenciál eszközeivel végeztük és mindig csak az arteriás és vénás vérgáztartalmának %-os különbségét állapítottuk meg. (I. I. tábl.)

---

<sup>1</sup> I. BARCROFT: Differential Method of Blood-Gas Analysis. Journ. of Physiol. 37. 1908.

I. táblázat.

A kísérlet			$\Delta O_2$	$\Delta CO_2$	Áramlási sebesség cm <sup>3</sup> .ben percenként V	$\Delta O_2 V$	$\Delta CO_2 V$	Változás		Arteriosus vér- nyomás	Jegyzet
száma	ideje	mólya						az $O_2$ fogyasztás- ban	a $CO_2$ ki- választás- ban		
<b>II. kísérleti sorozat. 1912. XI. 28. Az állat testsúlya : 6200 gr.</b>											
1.	11 ó 30'	nark.	4,48	5,08	4,05	18,14	20,57	} —83,7	} —73,1	—	
2.	11 ó 35'	nark.	2,29	5,09	6,6	15,11	33,59			—	—
3.	12 ó 00'	ébren	5,92	—	16,2	95,90	—	—	—	—	
4.	12 ó 30'	ébren	16,25	6,7	6,7	108,87	100,91	—	—	—	
<b>III. kísérleti sorozat. 1912. XII. 3. Az állat testsúlya : 6000 gr.</b>											
1.	1 ó 50'	nark.	1,6	5,08	1,8	2,88	9,14	} —92,6	} —84,3	—	
2.	1 ó 55'	nark.	1,9	4,48	2,7	5,13	12,09			—	—
3.	2 ó 35'	ébren	12,92	16,80	8,2	41,34	53,76	—	—	—	
4.	2 ó 55'	ébren	16,64	19,96	4,1	68,22	81,83	—	—	—	
<b>XXIII. kísérleti sorozat. 1913. IV. 10. Az állat testsúlya : 7800 gr.</b>											
1.	12 ó 25'	nark.	7,94	12,90	3,8	30,17	49,02	} —55,2	} —19,7	110	
2.	12 ó 45'	nark.	3,10	—	10,0	31,00	—			—	—
3.	1 ó 15'	ébren	16,93	15,96	4,2	71,10	67,03	—	—	140	
4.	1 ó 35'	ébren	17,68	14,88	3,7	65,41	55,05	—	—	115	

Ezekből a kísérletekből megállapítható, hogy æthernarkozisban az agy  $O_2$ -fogyasztás középértékben 77·2%-kal csökken, a  $CO_2$ -termelés 59·0%-kal. A százalékos csökkenést kísérleti adatainkból közvetlenül kiszámíthatjuk. Ha ezt a csökkenést  $a$ -val, a venosus vér az arteriosushoz hasonlított  $O_2$  és  $CO_2$  tartalmának százalékos csökkenését, illetőleg növekedését  $\Delta O_2$ , illetőleg  $\Delta CO_2$ -vel és végül az áramlási sebességet (percenként kifolyt vér  $cm^3$ -ben)  $v$ -vel jelöljük, akkor

$$a_{O_2} = \frac{(\Delta O_2 v) \text{ ébren} - (\Delta O_2 v) \text{ nark.}}{(\Delta O_2 v) \text{ ébren}} 100.$$

Megemlítjük itt  $\Delta O_2$  és  $\Delta CO_2$  feltűnő magas értékeit, melyek a vérnek az agyban való igen nagy kihasználására mutatnak, a mi annál feltűnőbb, mert az agynak igen nagy a vérellátása. Középértékben  $\Delta O_2$ -t a sinusvérben 16·2%-nak találtuk (ez megfelel az ALEXANDER<sup>1</sup> által talált értékeknek és a középérték számításakor ezeket az eredményeket is felhasználtuk), míg ez minden más szervben jelentékenyen kisebb.

$\Delta O_2$  és  $\Delta CO_2$ -nek a narkosisban észlelt alacsony értékei teljesen megfelelnek a HILL és NABARRO<sup>2</sup> által találtaknak (—3·42%  $\Delta O_2$ -re és +3·87%  $\Delta CO_2$ -re), és itt találjuk meg azon hibás következtetésüknek forrását, midőn ebből az agyban csekély oxydatióra következtettek. Megerősítjük ALEXANDER és RÉVÉSZ<sup>3</sup> ezzel teljesen ellentétben álló következtetését, hogy az éber állapotban levő agy gázcsereje igen jelentékeny.

A  $CO_2$ -termelés csökkenése az összes kísérletekben kisebb volt, mint az  $O_2$  fogyasztásé. Ez mindenesetre azt mutatja, hogy az agy anyagcsereje a narkosisban qualitative is megváltozik. A következő táblázat a különböző szervek specifikus  $O_2$ -fogyasztását mutatja, percenként 1 gr szervállományra vonatkoztatva.

<sup>1</sup> ALEXANDER FERENCZ : Vizsgálatok az agy vérgázcserejéről. A Magy. Tud. Akadémia III. osztályának 1912 ápr. 22.-én tartott üléséből.

<sup>2</sup> HILL and NABARRO : Journ. of Physiol. 18. 218. 1895.

<sup>3</sup> ALEXANDER és RÉVÉSZ : Optikai ingerek hatása az agy gázcserejére. A Magy. Tud. Akadémia III. osztályának 1912 márc. 18.-án tartott üléséből.

## IV. táblázat.

Szerv	$O_2$ -fogyaszt. $cm^3$	Észlelő
Izom ... ..	0·004	VERZÁR
Szívizom ... ..	0·010	BARCROFT és DIXON
Nyálmirigy ... ..	0·028	BARCROFT
Vese ... ..	0·026	BARCROFT és BRODIE
Vese ... ..	0·014	TANGL
Agg ... ..	0·360 <sup>1</sup>	ALEXANDER és CSERNA.

## 2. Morphinnarkosis.

Ebben a kísérleti sorozatban a morphin hatását vizsgáltuk az agy gázcserejére. Az operatiót itt szintén æthernarkosisban végeztük, azután beszüntettük a narkosist és «éber» kísérleteket végeztünk. A 0·2%-os morphinoldat befecskendezése után következtek a morphinkísérletek. A VIII. kísérletben (II. tábl.) az æther hatását összehasonlítottuk a morphinéval, a morphinozott kutyákon a narkosist ætherrel erősítve. (I. II. tábl.)

Ezeknek a kísérleteknek eredménye az, hogy az agy gázcsereje morphinnarkosisban szintén csökken, de kevésbé, mint æthernarkosisban. Közéértékben ez a csökkenés az  $O_2$ -fogyasztásban 57·2%, a  $CO_2$ -termelésben 60·9%.

Különösen világosan látszik az æther erősebb hatása a VIII. kísérletben, a hol a morphinozott agy  $O_2$ -fogyasztása még 25 és 80%-kal súlyedte æther hatására.

Ebből látható, hogy az  $O_2$ -fogyasztás és a  $CO_2$ -termelés nagysága a narkosis mélységével párhuzamosan halad és a morphinnarkosisban, melyben a cornea-reflex mindig kiváltható volt, a gázcsere magasabb, mint az æthernarkosisban, amelyben az összes reflexek megszűnnek. Ezekből a kísérletekből azonban

<sup>1</sup> Következő módon számítva :

$$O_2 \text{ fogyaszt.} = \frac{\Delta O_2 \times m}{100 \times g},$$

a hol

$m$  = vérellátás JENSEN szerint = 134·6  $cm^3$  pro 100 gr

$\Delta O_2$  = 16·2 (az összes kísérletek közéértéke)

$g$  = agysúly közéértékben = 60·8 gr.

II. táblázat.

A kísérlet száma	A kísérlet		$\Delta O_2$	$\Delta CO_2$	Áramlási sebesség cm <sup>3</sup> -ben percenként V	$\Delta O_2 V$	$\Delta CO_2 V$	Változás		Arteriosus vényomás Hg mm	Jegyzet
	ideje	módja	%	%				az $O_2$ fogyasztás- ban	a $CO_2$ ki- választás- ban		
<b>VII. kísérleti sorozat. 1913. I. 7. Az állat testsúlya : 4800 gr.</b>											
1.	5650'	ébred	19,92	19,80	3,59	71,51	71,08	—	—	110	66 10'-kor 0,024 gr. morphin intravenás befecskendezése 66 35'-kor 0,024 gr. morphin intravenás befecskendezése
2.	6625'	nark.	8,61	—	2,8	24,11	—	-66,2	—	130	
3.	6645'	nark.	8,72	6,16	2,4	20,93	14,78	-70,7	-79,2	130	
4.	7640'	nark.	7,42	6,14	3,75	27,82	23,02	-61,9	-67,6	115	
5.	7650'	nark.	8,54	6,66	3,61	30,83	24,04	-56,9	-66,1	110	
<b>VIII. kísérleti sorozat. 1913. I. 9. Az állat testsúlya : 5000 gr.</b>											
1.	11608'	ébred	18,76	17,38	2,5	46,90	43,45	—	—	70	116 30'-kor 0,04 gr. morphin intravenás befecskendezése <i>Gyenge</i> aethernarkosis Aethernarkosis a cornealis reflexek kimaradásáig Cornealis reflex visszatért
2.	11655'	morph. nark.	13,92	11,68	2,65	36,88	30,95	-21,3	-28,7	60	
3.	12625'	morph. + aether	14,83	13,50	1,68	24,91	22,68	-46,8	-47,8	45	
4.	1600'	morph. nark.	17,85	18,50	2,5	44,62	46,25	-4,8	+6,4	50	
5.	1625'	aether	10,16	11,82	0,67	6,80	7,91	-85,5	-81,7	45	
6.	2610'	morph.	15,44	15,64	1,9	29,33	29,71	-37,4	-31,6	40	
<b>IX. kísérleti sorozat. 1913. I. 31. Az állat testsúlya : 5000 gr.</b>											
1.	10642'	ébred	15,48	10,46	6,0	92,88	62,76	—	—	60	106 55'-kor 0,06 gr. morphin 116 12'-kor 0,02 gr. morphin
2.	11620'	nark.	13,68	9,22	3,1	42,41	28,58	-54,3	-54,4	45	
3.	11625'	nark.	15,19	10,15	2,4	36,45	24,36	-60,7	-61,1	40	
4.	11635'	nark.	11,78	7,40	2,6	30,63	19,24	-65,9	-69,3	40	

nem dönthetjük el azt, hogy a morphin hatására azért csökken-e kevésbé a gázcsere, mert kevesebb agyterület narkotizálódik, mint æthernarkosisban, vagy pedig az agyszövetek kevésbé tökéletes narkozisa áll-e fenn. Minden valószínűség szerint mind a két ok szerepel, minthogy ismeretes, hogy a különböző narkotikumok különbözőképen hatnak az egyes agycentrumokra és ezek könnyebben vagy nehezebben narkotizálhatók. A VII. kísérletből azt is láthatjuk, hogy a morphin további adagja mélyebbre süllyeszti a gázcserét, de csak a halálos adag elég ahhoz, hogy az ætheréhez hasonló erős hatást állapíthassunk meg. (IX. kísérlet.)

Az oxydatiós folyamatok megszűnéséről az agyban sem æther-, sem morphinnarkosisban nem beszélhetünk, csak ezen folyamatok gátlásáról, illetőleg lassúbbodásáról. Hogy ez miben áll, azt ezekből a kísérletekből nem állapíthatjuk meg.

Megjegyzendő, hogy a szénsavtermelés morphinnarkosisban erősebben csökken, mint az  $O_2$ -fogyasztás, tehát fordítva, mint az æther hatásánál. A nélkül, hogy ezt a jelenséget megmagyarázni akarnók, azt hiszszük, hogy azt a következtetést kimondhatjuk, hogy a morphin másképen hat, *esetleg egy egészen más mechanizmus szerint befolyásolja a sejtek anyagcserejét, mint az æther*. Ezt a körülményt különösen ki akarjuk emelni, mert ez a narkozis minden teoriájánál különösen figyelembe veendő és erősen ellene szól egy egységes magyarázatnak az összes narkotizáló anyagok hatására. Mint az előbb említettekben látszik, az anyagcsere gátlása különböző módon jöhet létre és így például lehetséges az is, hogy a morphiumnarkosisban az oxydatiók nem folynak le tökéletesen (innen a  $CO_2$ -termelés fokozottabb süllyedése), míg az æthernarkosisban az oxydatiók gátoltak ugyan, de mégis végtermékeikhez vezetnek.

### 3. $MgSO_4$ -narkosis.

MELTZER és AUER<sup>1</sup> vizsgálatai derítették ki, hogy magnesiumsulfat oldatának intravenás befecskendezése narkotizálólag hat és hogy ez a hatás  $CaCl_2$ -infúzióval megszüntethető.

<sup>1</sup> S. J. MELTZER und J. AUER: Zentralbl. für Physiol. 21. 788—89. és 23. 349—50.

III. táblázat.

száma	A kísérlet		$\Delta O_2$ %	$\Delta CO_2$ %	Áramlási sebesség cm <sup>3</sup> -ben percenként V	$\Delta O_2 V$	$\Delta CO_2 V$	Változás		Arteriosus vényomás Hg mm	Jegyzet
	ideje	módja						az O <sub>2</sub>	a CO <sub>2</sub> ki-		
								fogyasztás- ban	választás- ban		
<b>XV. kísérleti sorozat. 1913. III. 6. Az állat testsúlya : 9000 gr.</b>											
1.	5 ó 50'	ébred	19,22	—	3,07	59,00	—	—	—	100	6 ó 00'-tól 6 ó 15'-ig 125 cm <sup>3</sup> n/8 MgSO <sub>4</sub> befecskendezése. Mesters. légzés. A kísérleti állat a CaCl <sub>2</sub> -dal való felkeltés kísérlete közben elpusztult.
2.	6 ó 25'	nark.	4,08	3,72	5,6	22,85	20,83	-61,2	—	60	
<b>XX. kísérleti sorozat. 1913. IV. 2. Az állat testsúlya : 5500 gr.</b>											
1.	11 ó 30'	ébred	15,65	11,00	1,5	23,47	16,50	—	—	65	11 ó 30'—12 ó 00'-ig 120 cm <sup>3</sup> n/8 MgSO <sub>4</sub> intravenás beadása. Mesters. légzés. Mesterséges légzés. A kísérlet után CaCl <sub>2</sub> befecskendezésre elpusztult.
2.	12 ó 10'	nark.	10,48	8,38	5,0	52,40	41,90	+123,2	+153,9	60	
3.	12 ó 45'	nark.	10,64	11,20	0,5	5,32	5,60	-77,3	-66,0	74	
<b>XXI. kísérleti sorozat. 1913. IV. 5. Az állat testsúlya : 6200 gr.</b>											
1.	10 ó 55'	ébred	14,27	9,66	1,06	15,42	10,24	—	—	135	11 ó 30'-tól 11 ó 50'-ig 100 cm <sup>3</sup> n/8 MgSO <sub>4</sub> intravenás befecskendezése. Mesterséges légzés.
2.	11 ó 10'	ébred	13,46	6,84	1,42	19,11	9,71	—	—	140	
3.	12 ó 00'	nark.	16,22	17,72	2,0	32,42	32,44	+87,7	+225,0	75	



4.	12648'	nark.	17,00	—	2,3	39,10	—	+126,4	—	80	Mesterséges légzés.
5.	12655'	nark.	11,62	12,05	3,8	44,15	45,79	+155,6	+358,8	75	Mesterséges légzés.

**XXII. kísérleti sorozat. 1913. IV. 7. Az állat testsúlya: 7500 gr.**

1.	12625'	ébren	9,73	8,75	6,0	58,38	52,50	—	—	93	
2.	12650'	ébren	13,50	14,16	4,1	55,35	58,05	—	—	95	16 05'—16 50'-ig 100 cm <sup>3</sup> n/8 Mg SO <sub>4</sub> intravénás beadása. Reflexek (kivéve cornealis reflex) eltűntek.
3.	2600'	nark.	20,40	19,96	2,0	40,80	39,92	—28,2	—27,7	70	
4.	2630'	nark.	15,31	14,20	0,4	6,12	5,68	—89,2	—89,7	64	26 35'—36 10'-ig 100 cm <sup>3</sup> 0,75% Ca Cl <sub>2</sub> oldat intravénás beadása. Cornealis reflex csak egyik oldalon váltható ki. Az állat 46 50'-ig élt. Felkeltése több Ca Cl <sub>2</sub> injekciója után sem sikerül és elpusztult.
5.	3625'	nark.	10,66	12,94	0,37	3,94	4,69	—93,0	—91,5	68	

**XXIII. kísérleti sorozat. 1913. IV. 10. Az állat testsúlya: 7800 gr.**

1.	1615'	ébren	16,93	15,96	4,2	71,10	67,03	—	—	140	
2.	1635'	ébren	17,68	14,88	3,7	65,41	55,05	—	—	115	
3.	2635'	nark.	11,74	11,66	4,4	51,79	51,30	—24,1	—15,9	135	26 05'—26 30'-ig 90 cm <sup>3</sup> n/8 Mg SO <sub>4</sub> . Cornealis reflex gyengült; reflexek nincsenek. Néha erős görcsös rángás.
4.	2655'	nark.	10,20	10,14	2,3	23,46	23,32	—65,8	—61,7	150	Reflexek nincsenek. Cornealis reflex nehezen váltható ki.
5.	3635'	ébren	10,91	9,24	6,0	65,46	55,44	—0,8	—17,3	140	36 5'-től 36 25'-ig, 120 cm <sup>3</sup> 0,75% Ca Cl <sub>2</sub> . Reflexek visszatértek. Spontán mozog, vizet iszik.
6.	4605'	ébren	17,68	—	5,0	88,40	—			140	36 45'—36 55'-ig 100 cm <sup>3</sup> Ca Cl <sub>2</sub> intravénás beadása.
7.	4625'	ébren	12,96	11,98	3,8	49,25	45,52			140	A kísérlet befejezése után az állatot megöljük.

Kísérleti állataink narkotizálására — az előírás szerint — 3%-os ( $n/8$ )  $MgSO_4$  oldatot használtunk, melyet lassan a vena jugularisba bocsátottunk mindaddig, míg az állatok mély narkosisba jutottak. A így narkotizált állatokon teljesen hasonló kísérleteket végeztünk, mint az æther- és morphiumnarkosisban. A XVIII. kísérleti sorozatban (III. tábl.) sikerült a kísérleti állatot 0.75%  $CaCl_2$  oldatnak érbe bocsátásával fel is kelteni és így ellenőrizhettük, hogy ez az állapot a gázcserében is megfelel-e a narkosis előtti «*ébredlétnek*». (L. III. tábl.)

Ezekből a kísérletekből megállapítható, hogy az agy gázcseréje a  $MgSO_4$ -narkosisban is sülyed, az  $O_2$ -fogyasztás középértékben 68.4%-kal, a  $CO_2$ -termelés 64.1%-kal. Így van ez a XV., XX., XXII. és XXIII. kísérletben. A XX. kísérletben az első narkosis-kísérletben (10'-cel a infusio befejezése után) az  $O_2$ -fogyasztásnak 123.2%-kal, a  $CO_2$ -termelésnek 153.9%-kal való növekedését tapasztaljuk. A következő vérvételkor (35'-cel később) már a gázcserének megszokott csökkenését észleljük ( $O_2$  77%,  $CO_2$  66%). Ez alatt a 35' alatt tehát 180%-kal változott az agy  $O_2$ -fogyasztása. A XXII. és XXIII. kísérletben azt találjuk, hogy az első narkosis-kísérletekben, melyekben a vérvétel röviddel az infusio befejezése után történt, a gázcsere relative kevésbé csökken és csak később sülyed egészen mélyre. Csak a XXI. kísérletben találunk állandó, óriási emelkedést a gázcserében, a nélkül, hogy később sülyedés következne. Meg akarjuk itt említeni, hogy úgy ebben, mint a XX. kísérletben is a légzőcentrum bénult és így mesterséges légzést alkalmaztunk. Mielőtt magyarázatát próbálnók adni ennek a különös jelenségnek, a következő jelenségeket akarjuk összefoglalni, melyek a  $MgSO_4$ -narkosisnál észlelhetők és a IX—XIII. táblázatban is fel vannak tüntetve.

1. A  $MgSO_4$ -narkosisban *először* a végtagok reflexei tűnnek el és csak később — néha nem is tökéletesen — tűnik el a cornealis reflex. A narkosis kezdetén azonban clonusos görcsök jelentkeznek az izomzatban.

2. A vérnyomás *mindig sülyed*. Mindemellett a véráramlás sebessége a sinusban kezdetben *túlnyomórészben növekszik*, de később mindig csökken. A XXI. kísérletben (III. tábl.) a vér-

nyomás felére csökkent, a véráramlási sebesség pedig kétszerakkora lett. Itt azonban erre nem következik a csökkenése a sebességnek és a gázcsere is nagyobb marad. A XX. kísérletben (III. tábl.), melyben az első narkosiskísérletben növekszik a gázcsere, a véráramlási sebesség több mint háromszorosára növekedik (a vérnyomás kissé süllyed).

3. A légzőközpont korán bénul és ezt a bénulást csak igen lassú infúzióval lehet elkerülni. Mind a két kísérletben, melyben az agy gázcsereje növekedett (XX. és XXI. kísérlet), narkosis közben a légzőközpont bénult volt és mesterséges légzést kellett alkalmazni.

Ezen tények alapján körülbelül a következő képét alkotjuk a  $MgSO_4$ -narkosis lefolyásának.

Legelőször egy izgalmi állapot után (*görcsök*) a gerinczagy bénul. (Végtagok reflexeinek megszűnése.) Ebben a stadiumban a központi idegrendszer magasabb részei még izgalomban vannak. Gyors infúzió esetén ezután a légző- és érmozgató központ bénul. (*Vérnyomás süllyed, asphyxia.*) Corneális reflex még mindig kiváltható, bár nehezebben. Az agy még mindig izgalomban van, erei active kitágult állapotban. (*Az agygázcsere, a véráram sebessége növekszik a süllyedt vérnyomás ellenére is.*) Csak ezután következik be az agyvelőerek erős szűkülése (*a véráram sebessége erősen csökken, a vérnyomás lényegesen nem változik*) és az agy gázcserejének csökkenése. Lassú infúziónál a légzőközpont bénulása elmarad. Tehát ebben az esetben is az agy izgalmi állapota, épen úgy, mint optikai ingerlés esetén,<sup>1</sup> az agyvelő-erek activ tágulásával jár.

A  $MgSO_4$ -narkosisban a  $CO_2$ -termelés hasonlóan, mint az æthernarkosisban, *kevésbé* csökken, mint az  $O_2$ -fogyasztás. Az izgalmi stadiumban a  $CO_2$ -termelés azonban jobban emelkedik, mint az  $O_2$ -fogyasztás.

Tapasztalataink alapján azt mondhatjuk, hogy a  $MgSO_4$  hatása az egyes kutyákon nem oly egyöntetű, mint az æther

---

<sup>1</sup> ALEXANDER FERENCZ: Vizsgálatok az agy vérgázcserejéről. A M. T. Akadémia III. osztályának 1912 április 22.-én tartott üléséből.

vagy morphium hatása. Főleg az izgalmi stadium tartama változik rendkívül az egyes kísérleti állatokon.

A narkosisnak  $CaCl_2$  0.75%-os oldata infúziójával való megszüntetésekor a gázcsere ismét a narkosis előtti eredeti értékre emelkedik. (XXIII. kísérlet.)

A  $MgSO_4$  narkotikus hatásának magyarázatánál nem igen alkalmazható a MAYER-OVERTON-féle elv, a magas megoszlási hányados elve. Az idegsejtek nagy lipoidtartalma ebben az esetben inkább akadálya lehet a  $MgSO_4$ -nak a sejtbe bejutásának. A legközelebb fekvő gondolat az, hogy itt hasonló hatásról van szó, mint a milyent WARBURG O.<sup>1</sup> észlelt a  $NaOH$ -ra vonatkozólag, mely a peték oxygenfogyasztását jelentékenyen növeli a nélkül, hogy a sejtek belsejébe jutna. A  $MgSO_4$ -nak úgy látszik itt hasonló, csak ellenkező irányú hatása van jelen, a melyet  $CaCl_2$ -dal meg lehet szüntetni. E szerint ezen eset is igazolná WARBURG felfogását, hogy a sejt felület állapotváltozásai jelentékenyen tudják befolyásolni a sejt belsejében lefolyó oxydatiókat.

Kísérleteink végeredményeül megállapítjuk, hogy *narkosisban az agy gázcséréje erősen csökken és párhuzamosan halad a narkosis erősségével. Tehát az agy  $O_2$ -fogyasztása szorosan összefügg működési állapotával, a mint azt RÉVÉSZ és ALEXANDER<sup>2</sup> megállapította.*

A kísérleteket TANGL FERENCZ tanár vezetésével végeztük.

---

<sup>1</sup> WARBURG O.: Loc. cit.

<sup>2</sup> ALEXANDER és RÉVÉSZ: Loc. cit.

## A GENTIOBIÓZRÓL.

ZEMPLÉN GÉZÁ-tól.

Két-két *d*-glukóz molekulából felépített diszakkarid eddig hét ismeretes. Ezek: a maltóz, izomaltóz, cellobióz, gentiobióz, turanóz, trehalóz és izotrehalóz. Az előbbi öt a trehalóz és izotrehalóztól abban különbözik, hogy redukáló képességgel bír, oszazonképződést mutat és gyenge oxydáló szerekkkel a megfelelő 12 atomos egybázisú bionsavvá alakítható. A trehalóz és izotrehalóz az említett reakciókat nem mutatja, a miből következik, hogy bennük épen a két aldehidesoport, vagy az újabb felfogás szerint a különleges tulajdonságú hydroxylesoport van egymáshoz kapcsolva.

A redukzióképes diszakkaridok közül tulajdonképen csak a maltóz és cellobioz férhető könnyebben hozzá, az izomaltóz csak oszazonja, illetőleg oszonja alakjában ismeretes, a turanóz és gentiobiózzal pedig szintén igen keveset tudunk.

Tekintve azt, hogy a diszakkaridok konfigurációjára vonatkozólag még a kezdet nehézségeivel küzdünk, nagyon fontos, hogy épen az egyforma alkotómolekulákból felépített diszakkaridokat lehetőleg tüzetes vizsgálat tárgyává tegyük. Ennek pedig főfeltétele, hogy a kérdéses czukrok könnyen hozzáférhetővé váljanak.

Feladatul tűztem ki a gentiobióz tanulmányozását. Ezt a diszakkaridot eddig csakis BOURQUELOT és HÉRISSEY<sup>1</sup> állította elő s a róla szóló ismereteink elég gyérek. Oka ennek az, hogy a czukor elkülönítése a gentianagyökérben előforduló egyéb

---

<sup>1</sup> BOURQUELOT EM. és HÉRISSEY H.: Comptes rendus 132, 571 (1900) 135, 290, 399 (1901); Journal de pharmacie et de chimie (6) 16, 420 (1901).

anyagoktól rendkívül fáradságos. Ha már el is jutottunk olyan szirupokhoz, melyekben a gentibióz már falhalmozódott, évekig várhatunk, a míg a cukor kikristályosodása megkezdődik.

Tekintve azt, hogy a cellobióz tanulmányozása közben láttam, hogy e diszakkaridnak oktacetylterméke rendkívül jó kristályosodási képességgel bír, továbbá oldhatósági viszonyai is olyanok, hogy a termék elkülönítését könnyűvé teszik, arra a gondolatra jutottam: *vajjon nem lehetne-e a nyers gentiobiózt tartalmazó készítményeket acetylésnek alávetni s esetleg a kristályos acetyltermék birtokában a gentiobiózt hozzáférhetőbbé tenni?*

Feltevésemben szerencsés voltam, mert az eddig ismeretlen oktacetylgentiobióz valóban méltó párja az oktacetylcellobióz-nak. Nehezen oldható, magas az olvadáspontja, azonkívül kitűnő kristályosodási képessége van, úgy hogy a gentiobióznak elkülönítése erősen szennyezett készítményekből is az acetylés segítségével könnyű, és még eddig egy kísérletben sem hagyott cserben.

Az oktacetylgentiobióz elszappanosítása útján könnyen eljutottam tiszta gentiobióz-szirupokhoz, melyekből a phenylgentiobioszazont állítottam elő. A szirupnak emulsinnal szemben tanúsított viselkedése megegyezik azzal az észleléssel, melyet a diszakkarid első előállítói leírtak, t. i. könnyen hidrolizálható *d*-glukozzá.

A gentiobióz-szirup még nem kezdett ugyan kristályosodni, de meg vagyok győződve róla, hogy néhány heti állás után kristályos tömeggé merevedik meg s ha egyszer oltóanyag birtokában leszek, a gentiobióz nagyobb mennyiségét is könnyen előállíthatom.

A cukrok acetatjainak kristályosodási képességét felhasználva, valószínű, hogy a most a gentiobiózra kidolgozott módszer más esetben is alkalmazható lesz nehezen kristályosodó cukrok elkülönítésére.

## KISÉRLETI RÉSZ.

## Az oktacetylgentiobióznak tisztított készítményekből való leválasztása.

1 kg. porrá őrölt gentiana-gyökeret (*radix gentianæ germanicæ pulv.*) 7·5 liter vízzel kb. 10 perczig forraltam, miközben a gyökérben jelenlévő savak hidrolizáló hatását azzal akadályoztam meg, hogy calciumcarbonatot is adagoltam a gyökérpör közé. Most a tömeget még egy liter vízzel kevertem, vásznon átszűrtem, a maradékot pedig 200 atmosphära nyomás mellett kisajtoltam. A sötét zöldesbarna folyadékhoz most kb. 3·5 kg. 5%-os kolloidális vashydroxyd-oldatot (*ferrum oxydatum dialysatum*) kevertem, miközben bőséges csapadék állott elő. Szennyes és kolloidokat tartalmazó folyadékok felderítésére ezt a kitünő eljárást először MICHAELIS és RONA<sup>1</sup> ajánlotta. A vashydroxyd kellő mennyiségét úgy itéljük meg, hogy a tömeghez tiszta vérszenet kevertünk s a vashydroxydoldat adagolása közben megvizsgáljuk, hogy milyen a szüredék. Mindaddig, a míg a folyadék a széntől zavaros és nehezen szűrhető, a vashydroxyd mennyisége nem elegendő, ellenben ha elértük azt a pontot, a mikor a szennyező és a vashydroxyddal kicsapható anyagok teljesen leválnak, szénmentes szüredéket kapunk, a mely a vasnak nyomát is alig tartalmazza és igen gyorsan szűrhető. A vashydroxyd fölöslegétől óvakodnunk kell, mert a csapadék egy része különben feloldódik. A tömeget most nagy szűrőkre osztjuk s ha már nem csepeg több oldat a visszamaradt terjedelmes csapadékról, ezt erős vásznon 200 atmosphära-nyomás mellett kisajtoljuk. A szüredéket néhány perczig vérszénnel forralva ismét megszűrjük, mire 7·8 liternyi világos borsárga oldatot nyerünk, melynek minden cm<sup>3</sup>-re 2 ccm. Fehling-oldatot tud redukálni. *d*-glukózra számítva eszerint az oldatban 78 gr. cukor volt. Csökkentett nyomás mellett a folyadékot 1 literre sűrítettem be és közönséges péklesztővel erjedésnek indítottam. Az

---

<sup>1</sup> Biochemische Zeitschr. : 2, 219 (1906); 5, 365 (1907); 7, 329 (1908); 8, 356; 13, 121; 14, 476 (1908); 16, 60; 18, 375, 514 (1909).

erjedés 24 óra alatt be volt fejezve. Egy próbát nátriumacetattal melegítettem, hogy a proteineket eltávolítsam, majd a szüredéket phenylhydrazinchlorhydráttal 1 $\frac{1}{2}$  óra hosszat főztem vízfürdőben. Melegen nem vált ki oszazon, jelölül annak, hogy az oldatban számottevő mennyiségű fruktóz, mely a gentianóznak élesztő hatására való bomlásából származik, nem volt. A forrón megszürt oldat ellenben amorf, forró vízben oldható phenylgentiobioszazon-csapadékot szolgáltatott. Az oldat redukzióképessége az erjedés után annyira csökkent, hogy *d*-glukózra számítva már csak 32 gr. cukor volt a folyadékban. Miután kolloidális vashydroxyddal az élesztőt eltávolítottam, a szüredéket csökkentett nyomás mellett teljesen bepárologtattam, a maradékot pedig 1 liter 90%-os alkohollal kifőztem. Kihüléskor a szüredékből amorf lepény vált le, melyben itt-ott egy-egy kristály mutatkozott. Az alkoholos oldatot teljesen bepárologtattam vákuumban, a maradékot calciumcarbonattal tésztává gyúrtam és Soxhlet-készülékben methylalkohollal kivontam. A methylalkoholos oldatot absolut alkoholba csepegtettem keverés közben, mire majdnem fehér csapadékot nyertem. A csapadékot absolut alkohollal többször dekantáltam, majd leszívtam és phosphor-pentoxyd fölött csökkentett nyomás mellett megszáritottam. Nyertem 16 gr.-ot.<sup>1</sup> A termék további frakcionálása nem kristályosodó szirupokhoz vezetett, miért is megkísérlettem a terméket acetylezésnek alávetni.

E célból 15 gr. amorf gentiobiózt 60 cm<sup>3</sup> eczetsavanhydriddal és 8 gr. nátriumacetattal melegítettem vízfürdőn. Az oldatba jutott cukrot még kb. 5 perczig melegítettem tovább, majd a reakciókeveréket  $\frac{3}{4}$  liter hideg vízbe öntöttem. Sárgászöld olaj vált ki, melyről a folyadékot leöntöttem. Az anyalug másnapig szabad szemmel is látható finom, csaknem szintelen tüket választott le, az olaj pedig a víznek többszörös feleserélése után nem sokára megmerevedett és csaknem szintelen porrá hullott szét. A tömeget leszűrtem és forró alkoholban (300 cm<sup>3</sup>) feloldottam. Kihüléskor hosszú tűk alakjában vált ki az oktacetylgentiobióz,

<sup>1</sup> A készítményből kristályos phenylgentiobioszazont lehetett mindjárt az első anyalugból a folyadék lehülése után leválasztani.



mely azonban a vörösbarna alkoholos anyalúg tisztátalanságait makacsul magával ragadta. Alkoholból való többszörös átkristályosítás sem vezetett célhoz, a míg rájöttem, hogy 50%-os alkoholból való átkristályosítás útján előnyösen tisztítható meg a készítmény.

A nyers termékből így 0·7 gr., az első anyalúgból levált kristályokból pedig 0·5 gr. terméket nyertem, mely csaknem teljesen szintelen, hosszú, selyemfényű tüket alkotott.

Hajszálcsőben hevítva a termék 186°-on kezd összeomlani és 193°-on gyengén sárgás, átlátszó folyadékká olvad.

0·1559 gr. adott 0·2836 gr.  $CO_2$ -t és 0·0839 gr.  $H_2O$ -t.

Oktacetylgentiobiózra számított értékek:

$C_{28}H_{88}O_{19}$  (676·29) — — — — — 49·54% C, 5·65% H.

Talált értékek — — — — — 49·61% C, 6·02% H.

A forgatóképesség meghatározására chloroformos oldatot használtam. 0·1693 gr. anyag; az oldat összes súlya 9·825 gr.; faj-súlya 1·473 gr.; natriumfényt 1 dm.-es csőben —0·17°-kal hajlít el balra. A forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = -5\cdot3^\circ$$

chloroformban.

Elszappanosítás után a készítmény olyan oszazont szolgáltatott, mely a phenylgentiobioszazon sajátosságait mutatta (lásd lejjebb).

### Oktacetylgentiobióz leválasztása erősen szennyezett készítményből.

A kísérletekhez gentiana-kivonatot használtam, melyet a Thallmayer és Seitz cég extractum gentianæ spirituosum aquosum spissum néven hoz forgalomba. A kivonatból 1 kg.-ot 5 liter vízben oldtam, pékélesztővel az oldatot kierjesztettem, azután mindössze egyszer vérszénnel felfőztem s a szüredéket csökkentett nyomás mellett ismételten bepárologtattam alkohollal való megnedvesítés után, hogy a tömeget lehetőleg vízmentesíthessem. A maradékot most 96%-os alkohollal, majd pedig methyl-

alkohollal vontam ki. A 96%-os alkoholos kivonatot bepárologtattam és szintén methylalkohollal vontam ki. A methylalkoholos oldatokat abszolút alkoholba csepegtettem erős keverés közben s a pelyhes csapadékokat alkohollal való dekantálás után leszívtam és csökkentett nyomás mellett megszáritottam.

Hogy megtudjam, van-e a készítményben gentiobióz, az oszazonpróbát végeztem el vele. A forró szüredék kihülésekor azonban igen csekély mennyiségű amorf csapadékot választott le, jeléül annak, hogy a készítményben gentiobióz csak alárendelt mennyiségben van jelen.

Az acetylezés alkalmas keresztülvitele mellett azonban mégis sikerült a keverékből oktacetylgentiobiózt leválasztanom, még pedig tisztább készítmény alakjában, mint a milyent az első kísérletben nyertem.

120 gr.-ját a nyersterméknek 480 ccm. eczetsavanhydriddal és 60 gr. vízmentes nátriumacetattal  $\frac{1}{2}$  óra hosszat melegítettem vízfürdőn. A sötétbarna folyadékot 8 liter vízbe öntöttem, a kivált olajtól az anyalúgot többször kicseréltem, mire az nem sokára megmerevedett és porrá zúzható volt víz alatt.

A csapadékot leszívtam, nagy nyomás alatt kisajtoltam és feloldtam 800 cm<sup>3</sup> methylalkoholban. Sötétbarna, csaknem fekete oldat keletkezett, melyből kb. 10 nap folyamán világossárga, gömbalakú kristályhalmazok váltak ki. A csapadékról az anyalúgot leöntöttem, hideg alkohollal mostam, majd 250 cm<sup>3</sup> forró alkoholból átkristályosítottam. Szép, hosszú, selyemfényű, de nem egészen szintelen tűk váltak ki. Utolsó tisztítás céljából feloldtam 200 cm<sup>3</sup> 50%-os alkoholban s kevés csontszénen is kevertem a meleg folyadékba. A szüredékből lehüléskor teljesen szintelen, szabad szemmel is jól kivehető tűk alakjában vált ki az oktacetylgentiobióz. Termelés 3·5 gr.

Tehát daczára annak, hogy az oszazonpróba csak csekély mennyiségű és tisztátlan phenylcellobioszazont adott, a kifogástalan tisztaságú oktacetylgentiobióznak elkülönítése mégis minden nagyobb nehézség nélkül sikerült.

A termék hajszálcsőben melegítve 192°-on omlik össze és 195°-on szintelen folyadékká olvad. Könnyen oldódik chloroformban, acetonban, forró benzolban, eczetætherben, kevésbé

forró alkoholban, még kevésbé hidegben; nehezen oldódik ætherben, még nehezebben petrolætherben és vízben. Vizes alkoholban könnyebben oldódik fel, mint tiszta alkoholban.

0·1383 gr. anyag adott 0·2495 gr.  $CO_2$ -t és 0·0716 gr.  $H_2O$ -t. Oktacetylgentiobiózra  $C_{28}H_{38}O_{19}$  (676·29):

számított értékek	— — — — —	49·54 % C,	5·65 % H;
talált értékek	— — — — —	49·20 % C,	5·79 % H.

A forgatóképesség meghatározására a chloroformos oldat szolgált.

0·2694 gr.; az oldat összes súlya 13·8234 gr.; fajsúlya 1·472; Nátriumfényt 1 dm-es csőben 0·16°-kal hajlít el balra. A forgatóképesség tehát

$$[\alpha]_D^{20} = -5·6°.$$

Hogy a szabad gentiobióz redukezióképességének mértékét megismerjem, következőképen jártam el.

0·1828 gr. oktacetylgentiobiózt, mely az elmélet szerint 0·0925 gentiobiózt tartalmaz, 10 cm<sup>3</sup> víz és 10 cm alkohol keverékében melegen oldtam, majd 1 ccm<sup>3</sup> 33%-os kálilúg hozzáadása után megtittráltam Fehling-féle oldattal. A folyadékot vízfürdön melegítettem és tölcserrel szívtam el a vizsugárszivattyúval a kiáramló alkoholgőzöket. Először 10 ccm<sup>3</sup> Fehling-oldatot adagoltam a keverékhez, s mikor az teljesen elszíntelenedett, folytattam 0·2 cm<sup>3</sup>-rel az adagolást. Elhasználtam 12·0 cm<sup>3</sup> Fehling-oldatot. A szabad gentiobióz 1 gr.-ja eszerint kísérleti eredményeim alapján 130 cm<sup>3</sup> Fehling-oldatból tudja az összes rezet leválasztani cuprooxyd alakjában. BOURQUELOT és HÉRISSEY a gentiobióz redukezióképességét a maltozéhoz közelállónak találta. 10 ccm Fehling-oldat redukálásához 0·081 gr. gentiobióz volt szükséges.

Ezen adatok alapján az általuk nyert érték 123·5 cm<sup>3</sup> Fehling-oldat 1 gr. gentiobiózra. Összehasonlításképen megjegyzem, hogy a maltóz 1 gr.-ja 128·5, a cellobiózé pedig 153 cm<sup>3</sup> Fehling-oldatot tud redukálni.

A nyert adatok a BOURQUELOT és HÉRISSEY adataival jól egyeznek.

## Phenylgentiobioszazon.

0·7 gr. oktacetylgentiobiózt 45 cm<sup>3</sup> víz és 45 cm<sup>3</sup> alkohol keverékében vízfürdőn feloldtam, 25°-ra gyorsan lehűtöttem és 2·5 cm<sup>3</sup> 33%-os káلیلúggal kevertem. Tökéletesen átlátszó, gyengén sárgásszínű oldat keletkezett, melyet pontosan telítettem hígított eczetsavval, majd kb. 10 cm<sup>3</sup>-re párologtattam be csökkentett nyomás mellett. Most 0·7 gr. phenylhydrazinchlorhydráttal és 0·5 gr. natriumacetattal <sup>3</sup>/<sub>4</sub> óra hosszat főztem a keveréket vízfürdőben. A világossárga, átlátszó oldatból csillagalakúan elrendezett, citromsárga, tömött kristályhalmazok váltak ki, melyeket leszűrtem, ætherrel mostam és vacuumban nátronmész fölött megszáritottam. Termelés 0·11 gr.

Nyertem azonkívül a megtisztított és kierjesztett gentiana-gyökér porából is phenylgentiobioszazont; ez a termék első kiválásakor nem volt azonban kristályos.

Az oszazon megtisztítására a nyers terméket vákuumban való megszáritás után feloldtam meleg eczetætherben és a szüredéket abs. ætherrel kevertem, a míg zavarodás nem mutatkozott. Nemsokára megkezdődött az oszazon kiválása. Citromsárga, csillagalakúan elrendezett tűk. Az így megtisztított termék most már forró vízből is könnyen átkristályosítható. Ilyenkor rövid, citromsárga, kihegyezett prizmak alakjában jelenik meg újra.

Hajszálcsőben gyors hevítéskor a termék 160 –170° körül olvad meg barnulás és gázfejlődés közben. A bomlás pontja változik aszerint, hogy a melegítést hogyan végezzük. BOURQUELOT-ék 142°-on találták a gentibioszazon olvadáspontját. Készítményük bizonyára még tisztátalan volt.

0·1763 gr. anyag adott 0·3599 gr. CO<sub>2</sub>-t és 0·0979 gr. H<sub>2</sub>O-t.

0·2012 gr. anyag adott 19·8 ccm N-gázt 33%-os káلیلúg felett ( $b=712^{\circ}$ ;  $t=18^{\circ}$ ).

Phenylgentiobioszazonra számítva:

$C_{24}H_{33}O_9N_4$  (520·30) ... 55·35% C, 6·20% H, 10·77% N;  
talált értékek ... 55·68% C, 6·21% H, 10·67% N.

A forgatóképesség meghatározása pyridin és alkohol keve-

rékének oldatában történt, hogy a nyert adatok a NEUBERG<sup>1</sup> ajánlotta eljárás szerint kapott értékekkel összehasonlíthatók legyenek.

0·1532 gr. 4 cm<sup>3</sup> pyridin és 6 cm<sup>3</sup> alkoholban oldva; az oldat összes súlya 8·7868 gr; fajsúlya 0·874; nátriumfényt 1 dm-es csőben  $-1\cdot16^\circ$ -kal hajlít balra. Eszerint

$$[\alpha]_D^{20} = -76\cdot1^\circ$$

pyridin+alkoholban.

### Kísérlet a szabad gentiobióz elkülönítésére.

2 gr. oktacetylgentiobiózt 80 ccm. abs. alkoholban szuszpendáltam, majd 5 ccm<sup>3</sup> 33%-os kálilúggal ráztam. A kristályokat néhány pillanat múlva eczetætherszag megjelenése mellett amorf, gyorsan leülepedő, gyengén sárgás csapadék váltotta fel. Ez a gentiobióznak káliumvegyülete. Leülepedése után a csapadékot dekantáltam abs. alkohollal, majd vízben feloldtam, hig eczetsavval pontosan semlegesítettem (lakmusz) és a folyadékot csökkentett nyomás mellett néhány köbcentiméternyire sűrítettem be. A szüredéket vízfürdön melegítettem és melegen annyi abs. alkohollal elegyítettem, hogy épen enyhe zavarodás mutatkozott az oldatban. Kihüléskor szintelen szirup rakódott le az edény fenekén, mely eleinte teljesen átlátszó volt, de néhány nap múlva homályos kezdett lenni. Néhány hét múlva a szirup bizonyára kristályosan fog megmerevedni.

A szirupból kb. 0·2 gr.-ot vízben oldtam és 0·1 gr. emulzinnal toluol jelenlétében hagytam 2 napig  $32^\circ$ -on állani. Most nátriumacetattal melegítve eltávolítottam az emulzint. Phenylhydroazinchlórhydráttal melegítve a szüredéket, bőségesen jelentek meg a vízfürdön melegített reakciókeverékben a *d*-phenylglukoszazon sárga tüi. Bomlásponjtjuk gyors hevítéskor  $205^\circ$  körül van. A kísérlet igazolja a már BOURQUELOT és HÉRISSEY észlelte hidrolizisét a gentiobióznak emulzin hatására.

<sup>1</sup> NEUBERG CARL: Über die Reinigung der Osazone und zur Bestimmung ihrer optischen Drehungsrichtung. Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft 32, 3384—3388 (1899).

## AZ EMULSZIN HATÓKÉPESSÉGE PYRIDIN JELENLÉTÉBEN.

ZEMPLÉN GÉZÁ-tól.

Az emulszinnek legújabbán nem vizes oldatokban is észlelték hidrolitos hatását. BOURQUELOT-nak<sup>1</sup> és tanítványainak érdeme, hogy ezt az észlelést nemsokára igen könnyen keresztülvihető glukozydélőállítási módszer megalapítására használta fel. Az eljárás egyelőre alkoholos oldatokban alkylglukozydok előállítására van kidolgozva. A szép eredményeket, melyeket a módszer rövid felfedezése óta is szolgáltatott, új irányt nyitnak meg az enzimek kémiájában.

Többek között várható, hogy alkalmas oldószer birtokában az emulszinnek egyéb szintetikus hatásait is meg lehessen lesni és értékesíteni.

Ezért vállalkoztam arra, hogy az emulszinnek hatását pyridin jelenlétében tanulmányozzam. Épen a pyridin oly kitünő oldószere a legtöbb glukozydnek és cukornak, hogy tőle méltán várhatunk új eredményeket, feltéve, hogy az enzimhatást nem akadályozza meg teljesen.

Kísérleteimet egyelőre három glukozydra: a coniferinre, a salicinra és az amygdalinra terjesztettem ki. Azért választottam épen ezeket, mert hydrolizisük a polarizáló készülék segítségével pontosan és kényelmesen figyelemmel kísérhető s így általános

---

<sup>1</sup> BOURQUELOT és BRIDEL: *Journal de pharmacie et de chimie* (7), 3, 534; 4, 385 (1911); 5, 388 (1912), *Comptes rendus* 154, 1375, 1378 (1912); 154, 1737—1739 (1912); 155, 319. — BOURQUELOT E.: *La synthèse des glucosides à l'aide de l'emulsine*. Paris, 1912.

tájékozáshoz leghamarabb a glukoizidok viselkedésének tanulmányozása útján juthatunk.

Mindhárom glukoizid emulzin hatására könnyen elbomlik. A hidrolizis kisebb pyridinkonzentrációk mellett is, bár lassabban, létrejön. 12%-nyi pyridin jelenlétében még igen határozottan kivethető az euzim-hatás. Ezen a koncentráción felül már kezd az emulzin hatástalanná válni és 20%-nyi pyridin jelenlétében a három glukoizid közül egy sem szenvedett már hidrolizist. Tekintve azt, hogy már 10%-nyi, sőt sokkal kevesebb pyridin jelenléte igen hatásosan növeli számos glukoizid oldhatóságát, várható, hogy pyridines oldalban olyan glukoizidok hidrolizise is sikerülni fog, a melyeket eddig vízben való nehezen oldódásuk miatt még nem is próbáltak meg emulzin hatásának kitenni. Tekintve továbbá azt, hogy szintetikus hatásoknál pl. alkoholos oldatban már 30%-nyi alkoholkonzentráció<sup>1</sup> is némely enzimre (élesztőmaltáz) optimális, lehetséges, hogy 15—16%-nyi pyridin jelenlétében sikerülni fog az emulzinnak szintetikus hatását is észlelni.

A leírandó eredmények közül egyet akarok még kiemelni. Az amygdalin emulzinos hidrolizise mellett pyridin jelenlétében egy másik folyamat is játszódik le. Az amygdalin vizes oldatban állandó forgatóképességet mutat. A pyridines oldatnak, közönséges hőmérsékleten lassan, a kísérleti körülmények mellett uralkodó 32°-nyi hőmérsékleten kb. 48 óra alatt, állandó értéket érven el, emelkedik a forgatóképessége. A forgatóképesség változása megfelel az amygdalinnak izoamygdalinná való átalakulásának.

#### KISÉRLETI RÉSZ.

A glukoizidokat olyan oldatokban, melyek változó mennyiségű pyridint tartalmaztak, emulzin jelenlétében 32°-nál hagytam állani és figyelemmel kísértem a reakciókeverék optikai forgatóképességének változását. Ha tiszta emulzinkészítményt használunk, akkor a reakciókeverék egyszerű megszűrése után

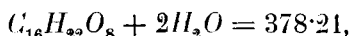
<sup>1</sup> BOURQUELOT, HÉRISSEY és BRIDEL: Comptes rendus 156, 168-170 (1913).

tökéletesen átlátszó és jól polarizálható oldatokat nyerünk. Szívesebben alkalmaztam ezt a direkt módszert, mintsem ólomeczettel derítsem fel a próbákat, mert a pyridin jelenléte rosszul deríthető és nehezen szűrhető keverékekhez vezet. Mivel azonban az emulzin vízben is, pyridinben is forгат, az emulzin forгатóképességének értékét külön állapítottam meg s ennek megfelelően korrigáltam a nyert eredményeket. 0·4 gr. emulzin 50 cm<sup>3</sup> vízben oldva 24 óra múlva 0·7 osztályrésznyi forгатóképességet mutatott 1 dm-es csőben. Ugyanez a mennyiségű emulzin 40 cm<sup>3</sup> víz és 10 cm<sup>3</sup> pyridin keverékében 24 óra múlva 0·5 osztályrésznit forгатott balra. Ezeket az értékeket a «*korrigált forгатási szög*» rovatban vettem számításba. A vizes oldatnak emulzin hatására végbemenő optikai forгатóképesség-változását — ismervén a glukozidok és *d*-glukoz forгатóképességét — egyszerű számítással megtudhatjuk. A számított értékek a coniferin és amygdalin esetében jól egyeznek a valóban észlelt értékekkel. A salicin esetében nagyobb forгатóképességeket észleltem, mint a milyent a számítás adott. Egyelőre még nem tudom az eltérés okát adni. Mivel nekem úgysis csak a hydrolizisek viszonylagos mértékére volt szükségem, mindenütt a vizes oldatban végbemenő hydrolizist teljesnek vettem 100%-nyi glukozidátalakulással s ehhez viszonyítottam a pyridintartalmú oldatok hydrolizisét. Az amygdalin-nál ezek a viszonyszámok nem felelnek meg a valóságnak. Itt ugyanis a végeredmény két egymás mellett lefolyó reakciónak: az amygdalin hydrolizisének és az amygdalinnak izoamygdalinná való átalakulásának együttes hatásából adódik ki. Hogy mennyi esik a forгатóképesség értékéből az egyik és mennyi a másik átalakulásra, azt az egyszerű optikai vizsgálat segítségével nem lehet még eldönteni. Azt észleltem azonban, hogy az emulzin jelenléte késlelteti az amygdalinnak izoamygdalinná való átalakulását. Épen ezért a számítás alapjául a 24 óra után bekövetkezett hydrolizist vettem.



## Kísérletek coniferinnal.

Molekulasúlya



vízmentes anyagon 342·18. Hydrolysis után képződik belőle 180·10 *d*-glukóz. A használt készítmény forgatóképességének megállapítására a következő adatok szolgáltak:

0·3965 gr. (vízmentes anyagra számítva 0·3587 gr.) vízben oldva; az oldat összes súlya 85·0071; fajsúlya 1·001; nátriumfényt 2 dm-es csőben —0·60°-kal hajlított el balra. Eszerint

$$[\alpha]_D^{20} \text{ vízben} = -64\cdot05^\circ$$

kristályvíz tartalmú anyagon,

$$[\alpha]_D^{20} \text{ vízben} = -70\cdot08^\circ$$

vízmentes anyagra számítva.

Az irodalomban található adat a coniferin forgatóképességére vonatkozólag

$$[\alpha]_D^{20} \text{ vízben} = -66\cdot9^\circ$$

vízmentes anyagra vonatkoztatva.<sup>1</sup>

A készítményeim forgatóképességéből számítva a forgatóképességét, viszonya a hidrolízis előtt és után a következő:

$$-2\cdot42^\circ \rightarrow +0\cdot945^\circ.$$

Megállapítottam továbbá a coniferin forgatóképességét pyridin jelenlétében és tiszta pyridin-oldatban a következő eredménnyel:

1·6869 gr. anyag (ebben 1·526 gr. vízmentes anyag); az oldat összes súlya 50·6274 gr. (40 cm<sup>3</sup> víz + 10 cm<sup>3</sup> pyridin); fajsúlya 1·108; nátriumfényt 1 dm-es csőben —2·04°-kal hajlított el balra. Eszerint

<sup>1</sup> WEGSCHEIDER: Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 18, 1600 (1885).



Az 1. próbának forgatóképessége számítva van, mert ilyen tömény coniferinoldatot készíteni nem lehet a glukozid csekély oldhatósága miatt.

A 2. számú próbában a számított forgatóképesség végső értéke  $1.55^\circ$  osztályrész volna; e helyett én  $+1.4$  osztályrészt találtam.

### Coniferin II. kísérletsorozat.

Mindegyik próbában volt 2 gr. coniferin és  $50 \text{ cm}^3$  oldószer. A kontrollpróbák mindegyikéhez  $0.4$  gr. emulszint kevertem. Az 1. és 2. számú próba  $1-1 \text{ cm}^3$  toluolt tartalmazott.

A próba száma	Az oldószer összetétele	Forgatási szög						A hidrolizis foka % -ban
		hydro- lízis előtt	24 óra mulva	72 óra mulva	9 nap mulva	11 nap mulva	korri- gált	
1	Kontroll: $50 \text{ cm}^3$ víz	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	-6,3	—
2	$50 \text{ cm}^3$ víz	-6,3	+2,0	+2,1	+2,2	+2,2	+2,2	100
3	$48 \text{ cm}^3$ víz + $2 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,4	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,1	62
4	$46 \text{ cm}^3$ víz + $4 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,55	-5,3	-5,2	-5,2	-5,2	-4,6	47
5	$44 \text{ cm}^3$ víz + $6 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,65	-6,7	-6,7	-5,7	-6,7	-6,1	6,5
6	$42 \text{ cm}^3$ víz + $8 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,8	-7,1	-7,1	-7,2	-7,2	-6,7	1
7	$40 \text{ cm}^3$ víz + $10 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,9	-7,2	-7,3	-7,4	-7,4	-6,9	0
8	Kontroll: $40 \text{ cm}^3$ víz + $10 \text{ cm}^3$ pyridin	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	-6,9	—

Az 1. próba forgatóképességét számítás útján határoztam meg. A 2. próbának forgatóképessége hidrolízis után a számítás szerint  $+2.46$  osztályrész, míg én  $+2.2$  osztályrészt találtam.

## Kísérletek salicinnal.

Molekulyasúly  $C_{13}H_{18}O_{17}$ -re számítva = 386·14. Hydrolyzisz után képződik 180·10 *d*-glukóz. A használt készítmény forgatókéességének megállapítására a következő adatok szolgáltak:

1·8338 gr. anyag vizes oldata; az oldat összes súlya 51·324 gr.; fajsúlya 1·006 gr.; nátriumfényt 1 dm-es csőben — 2·29°-kal hajlított el balra. Eszerint

$$[\alpha]_D^{20} = -63·6^\circ \text{ vizben.}$$

Az irodalomban található adatok közül felemlítem WEGSCHEIDER-ét,<sup>1</sup> a ki 5%-os oldatra

$$[\alpha]_D^0 = -62·56^\circ\text{-ot}$$

és BOURQUELOT-ét,<sup>2</sup> a ki 64·9°-ot talált. Az én értékeim éppen e két adat közé esnek.

A készítményeim forgatókéességéből számítva a forgatókéesség viszonya hydrolyzisz előtt és után a következő:

$$-2·46^\circ \rightarrow +0·945^\circ.$$

Megállapítottam továbbá a salicin forgatókéességét pyridin jelenlétében és tiszta pyridinoldatban a következő eredménnyel:

2·0965 gr. anyag 40 cm<sup>3</sup> víz és 10 cm<sup>3</sup> pyridin keverékben oldva; az oldat összes súlya 50·901 gr.; fajsúlya 1·01 gr.; nátriumfényt 1 dm-es csőben — 2·06°-kal hajlított el balra. Eszerint:

$$[\alpha]_D^{20} = -49·5^\circ$$

pyridin 20%-os vizes oldatában.

1·3885 gr. anyag pyridinben oldva; az oldat összes súlya

<sup>1</sup> WEGSCHEIDER: Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. 18. 1600 (1885).

<sup>2</sup> BOURQUELOT E.: Journal de pharmacie et de chimie (7) 2, 241—248 (1910).

44.6321 gr.; fajsúlya 0.997; nátriumfényt 1 dm-es csőben — 0.63°-kal hajlított el balra. Eszerint

$$[\alpha]_D^{20} = -20.3^\circ$$

pyridinben.

### Salicin I. kísérletsorozat.

Mindegyik próbában 1 gr. salicin és 50 cm<sup>3</sup> folyadék. A kontrollpróbák mindegyikében volt 0.4 gr. emulszin. A pyridin nélkül beállított próbákban 1-1 cm<sup>3</sup> toluol volt.

Az oldatszám	Az oldószer összetétele	Forgatási szög					A hydro- lízis foka %-ban
		hydro- lízis előtt	18 óra mulva	89 óra mulva	185 óra mulva	korri- gált	
1	Kontroll: 50 cm <sup>3</sup> víz	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6	—
2	50 cm <sup>3</sup> víz	-3,6	+1,2	+1,2	+1,2	+1,9	100
3	48 cm <sup>3</sup> víz + 2 cm <sup>3</sup> pyridin	-3,4	+0,6	+1,0	+1,0	+1,7	93
4	46 cm <sup>3</sup> víz + 4 cm <sup>3</sup> pyridin	-3,3	-2,2	-1,8	-1,8	-1,2	38
5	44 cm <sup>3</sup> víz + 6 cm <sup>3</sup> pyridin	-3,1	-3,1	-3,0	-3,0	-2,4	13
6	42 cm <sup>3</sup> víz + 8 cm <sup>3</sup> pyridin	-2,9	-3,3	-3,3	-3,3	-2,8	1,8
7	40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-2,8	-3,3	-3,3	-3,3	-2,8	—
8	Kontroll: 40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	—

A 2. próba vörössárga színt vett fel, a többi próba a hidrolízis fokának csökkenése szerint fokozatosan világosabb volt.

A 2. próba folyadékképesége hidrolízis után a számítás szerint +1.4 volna; a valóságban észlelt forgatóképesség nagyobb volt: +1.9.

### Salicin II. kísérletsorozat.

Mindegyik próbában van 2 gr. salicin és 50 cm<sup>3</sup> oldószer. A kontrollpróbák kivételével mindegyik próbában van 0.4 gr. emulszin. A pyridin nélkül beállított példákban 1—1 cm<sup>3</sup> toluol volt.

Az oldatszám	Az oldószer összetétele	Forgatási szög						A hydro- lízis foka %-ban
		kez- detben	20 óra mulva	69 óra mulva	165 óra mulva	243 óra mulva	korri- gált	
1	Kontroll: 50 cm <sup>3</sup> víz	-7,1	-7,1	-7,1	-7,1	-7,1	-7,1	—
2	50 cm <sup>3</sup> víz	-7,1	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0	+3,7	100
3	48 cm <sup>3</sup> víz + 2 cm <sup>3</sup> pyridin	-6,7	-0,35	+1,2	+1,7	+1,7	+2,6	87
4	46 cm <sup>3</sup> víz + 2 cm <sup>3</sup> pyridin	-6,4	-3,6	-2,7	-2,4	-2,4	-1,8	42,5
5	44 cm <sup>3</sup> víz + 6 cm <sup>3</sup> pyridin	-6,1	-5,6	-5,5	-5,5	-5,5	-4,9	11
6	42 cm <sup>3</sup> víz + 8 cm <sup>3</sup> pyridin	-5,8	-5,9	-5,9	-5,9	-5,9	-5,4	3,5
7	40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-5,5	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-5,5	0
8	Kontroll: 40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-5,5	-5,5	-5,5	-5,5	-5,5	-5,5	—

A 2. próba barnássárga színt vett fel, a többi próba a hydro-  
lízis csökkenése szerint fokozatosan világosabb volt.

A 2. próbának forgatóképessége hydrolyzisz után a számítás  
szerint + 2,7 osztályrész. A valóságban észlelt érték ennél na-  
gyobb volt: + 3,7.

### Kísérletek amygdalinnal.

Molekulasúlya  $C_{20}H_{27}O_{11}N + 3H_2O$ -ra számítva = 511,27,  
vizmentes anyagra számítva 457,23. A használt készítmény  
forgatóképességének megállapítására a következő adatok szol-  
gáltak:

2,9435 gr. anyag (vizmentes anyagra számítva 2,632 gr.)  
vizes oldata; az oldat összes súlya 52,0365 gr.; fajsúlya 1,01;  
nátriumfényt 1 dm-es csőben — 2,04°-kal hajlított el balra.  
Eszerint

$$[\alpha]_D^0 = -35,87^\circ$$

vizben kristályvíztartalmú anyagra számítva,

$$[\alpha]_D^{20} = -40.01^\circ$$

vizben vízmentes anyagra számítva.

AULD<sup>1</sup> szerint a vízmentes amygdalin forgatóképessége  $-41.6^\circ$ , BOURQUELOT<sup>2</sup> szerint  $-39^\circ$ . Az én értékeim ép a kettő közé esnek.

A készítményeim forgatóképességéből számítva a forgatóképesség viszonya hidrolízis előtt és után:

$$-1.83^\circ \rightarrow +1.89^\circ.$$

Az amygdalinnak pyridin hatására való átalakulását a következő kísérlet mutatja, melyet  $32^\circ$ -nál végeztem.

2.1507 gr. anyag (kristályvíz nélkül 1.924 gr. anyag); az oldat összes súlya 51.408 gr. (oldószer 40 cm<sup>3</sup> víz + 10 cm<sup>3</sup> pyridin); fajsúlya 1.01.; 1 dm-es csőben a forgatás szöge 10 perczel a feloldás után volt  $-1.52^\circ$ ; 24 óra múlva  $+1.90^\circ$ ; 48 óra múlva  $+1.99^\circ$ ; 72 óra múlva ismét  $+1.99^\circ$ . Eszerint a kezdeti forgatóképesség

$$[\alpha]_D^{20} = -35.89^\circ$$

kristályvíztartalmú anyagra számítva;

kezdeti forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20} = -40.13^\circ$$

kristályvízmentes anyagra számítva;

állandó forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20} = -47.06^\circ$$

viztartalmú anyagra számítva;

állandó forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20} = -52.61^\circ$$

vízmentes anyagra számítva.

<sup>1</sup> AULD: Journal of the Chemical Society 93, 1277 (1908).

<sup>2</sup> BOURQUELOT E.: Journal de pharmacie et de chimie (7) 2, 241—248 (1910).





0.999; nátriumfényt 1 dm-es csőben — 1.85°-kal hajlított el balra. Eszerint

$$[\alpha]_D^{20} = -45.05^\circ$$

pyridinben kristályvizardartalmú anyagon,

$$[\alpha]_D^0 = -50.4^\circ$$

pyridinben vízmentes anyagra számítva.

A forgatóképesség 4 napig a leolvasási hibák határain belül állandó maradt. További vizsgálat fogja eldönteni, vajjon a tiszta pyridinben azonnal izoamygdalinná alakul-e át az amygdalin?

### Amygdalin I. kísérletsorozat.

Mindegyik próbában volt 1 gr. amygdalin, 50 cm<sup>3</sup> oldószer és a kontrollpróbák kivételével 0.4 gr. emulszin. Az 1. és 2. sz. próba 1—2 cm<sup>3</sup> toluolt is tartalmazott.

A próba száma	Az oldószer összetétele	Forgatási szög									1 nap alatt elért hidrolízis foka %-ban
		hidrolízis előtt	hidrolízis előtt 48 óra múlva	emulszinek 24 óra múlva	73 óra múlva	7 nap múlva	10 nap múlva	10 nap múlva korrigált	1 nap múlva korrigált		
1	Kontroll: 50 cm <sup>3</sup> víz	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	—
2	50 cm <sup>3</sup> víz	-2,0	-2,0	+1,4	+1,4	+1,4	+1,4	+2,1	+2,1	100	
3	48 cm <sup>3</sup> víz + 2 cm <sup>3</sup> pyridin...	-2,0	-2,15	+1,2	+1,1	+0,9	+0,9	+1,6	+1,8	81	
4	46 cm <sup>3</sup> víz + 4 cm <sup>3</sup> pyridin...	-2,05	-2,3	-0,7	-0,7	-0,9	-0,9	-0,3	-0,1	47	
5	44 cm <sup>3</sup> víz + 6 cm <sup>3</sup> pyridin...	-2,05	-2,5	-2,1	-2,4	-2,4	-2,4	-1,8	-1,5	13	
6	42 cm <sup>3</sup> víz + 8 cm <sup>3</sup> pyridin...	-2,05	-2,65	-2,5	-2,9	-3,1	-3,1	-2,6	-2,0	0	
7	40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-2,1	-2,8	-2,6	-2,9	-3,1	-3,1	-2,6	-2,1	0	
8	Kontroll: 40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-2,1	-2,8	-2,7	-2,8	—	—	—	—	—	

A 2. próbában zavarodás állott be, majd csapadék vált ki. A csapadék mennyisége az emulzinos hidrolízis csökkenésével folyton kevesebb volt.

A 2. próba forgatóképessége a hidrolízis után a számítás

szerint + 2.06 osztályrész volna; a valóságban észlelt forgatóképeség + 2.1 osztályrész.

### Amygdalin II. kísérletsorozat.

Mindegyik próbában volt 3 gr. amygdalin, 50 cm<sup>3</sup> oldószer és az ellenőrző próbák kivételével 0.4 gr. emulszin. Az 1. és 2. számú próbában volt még 1—1 cm<sup>3</sup> toluol.

A próba száma	Az oldószer összetétele	Forgatási szög								1 nap alatt elért hidrolízis fok %-ban
		hidrolízis előtt	hidrolízis előtt 48 óra múlva	emulszinek 24 óra múlva	75 óra múlva	7 nap múlva	11 nap múlva	11 nap múlva korrigált	1 nap múlva korrigált	
1	Kontroll: 50 cm <sup>3</sup> víz	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	-5,8	—
2	50 cm <sup>3</sup> víz	-5,8	-5,8	+5,0	+4,7	+4,7	+4,7	+5,4	+5,7	100
3	48 cm <sup>3</sup> víz + 2 cm <sup>3</sup> pyridin...	-5,8	-6,2	+2,5	+2,7	+3,2	+3,2	+3,9	+3,2	78
4	46 cm <sup>3</sup> víz + 4 cm <sup>3</sup> pyridin...	-5,85	-6,6	-3,0	-3,3	-3,6	-3,9	-3,3	-2,4	30
5	44 cm <sup>3</sup> víz + 6 cm <sup>3</sup> pyridin...	-5,85	-7,0	-5,4	-6,0	-6,5	-6,8	-6,2	-4,8	9
6	42 cm <sup>3</sup> víz + 8 cm <sup>3</sup> pyridin...	-5,85	-7,4	-6,3	-7,0	-7,5	-7,8	-7,3	-5,8	0
7	40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-5,9	-7,8	-6,65	-7,3	-8,0	-8,2	-7,7	-6,15	0
8	Kontroll: 40 cm <sup>3</sup> víz + 10 cm <sup>3</sup> pyridin	-5,9	-7,8	-7,55	-7,8	—	—	—	—	—

A 2. próbában erős csapadék képződött, a többi próbában a hidrolízis csökkenésével a csapadék mennyisége is csökkent.

A 2. próba forgatóképesége a hidrolízis után a számítás szerint + 6.0 osztályrész volna; a valóságban észlelt forgatóképeség + 5.7 osztályrész.

A kísérletekből határozottan látszik, hogy emulszin jelenléte az amygdalinnak izoamygdalinná való átalakulását erősen lassítja.

## A SZŐLŐ PERONOSPORÁJÁNAK (PLASMOPARA VITICOLA) IDŐJÁRÁSI LÉTFELTÉTELEI.

SAVOLY FERENCZ-től.

Midőn a növényi szervezetek tenyészeti életének jelenségeit időjárási jelenségekkel hozzuk kapcsolatba, sokféle nehézséggel ütközünk. Sem a növénytenyészet részletjelenségeit nem tudjuk a *tenyészet* fogalmi körét betöltő összjelenségektől elég szabatosan különválasztani, sem pedig az *időjárást*, az összes meteorologiai jelenségek komplexumát, ma még elemeire szétbontva sem vagyunk képesek mint a tenyészeti folyamatokat kiváltó hatóerőt a tenyészeti jelenségek összességéből számszerűen és szabatosan levezetni.

A hőmérő több egyforma fokjelzéséből csak a levegő vagy más közeg hőmérsékleti állapotának azonosságára lehet következtetni, de egyáltalában nem arra, hogy azonos növényélettani jelenségeket is váltanának ki. A hőmérsékletnek, miként egyáltalában minden meteorologiai elemnek növényélettani értékét nemcsak a maga egyéni súlya, hanem egyúttal *az összes többi elemhez való súlyviszonya* is szabja meg, a melyekkel együtt alkotja az *időjárást*.

A szőlő peronosporájára sem az eső, sem a hőmérséklet, sem a szél, sem a köd, a harmat stb. nem hat külön és egymagában, hanem a felsorolt elemek rendszerint többjének egyidejű kombinációja: a mindenkori időjárás. Ez a kombináció mint rezultáns azonban szüntelen változtatja összetevőinek abszolút mennyiségi értékeit és ezzel egyúttal az egyes időjárási elemeknek egymáshoz való súlyviszonyát is. Ha már magában kényes feladata a klimatológiának, hogy ezt az örökkön való

*járását* az időnek holt számokba öntse, még kényesebb feladat hárul a jelen esetben a biológiára, midőn az időjárás holt számokat újra átértékelné kénytelen élettani és biológiai jelentőségükre. Evégből az időjárást elemeire vagyunk kénytelenek bontani és egyelőre ezek közül is csak a két legfontosabbra, a hőmérsékletre és a csapadékra fogunk szorítkozni.

Az előadottakból önként következik, hogy a midőn a szőlő peronosporájának időjárás létéigényeit akarom kideríteni, eleve le kell mondanom a parallel jelenségek okozati összefüggésének olyan szabatos kifejtéséről, a mely a szubtilis módszerekkel operáló matematikát és fizikát kielégíthetné. A mikor nem laboratóriumban kísérletezem, a hol a várt eredményhez már előre megválaszthatom a premisszákat, hanem a szabadban, a művelés által tenyésztetében szünet nélkül befolyásolt szőlő peronosporabetegségének jelenségeit próbálom visszavezetni időjárás feltételeire, akkor be kell és be is lehet érnem a jelenségek tömegéből leszűrt korlátolt pontosságú eredményekkel.

## I.

### 1. A vizsgálat czélja.

A tapasztalat régen tisztában van azzal, hogy a peronospora életrekelésében és terjesztésében az időjárás, jelesen a meleg és nedves időjárás a legtevékenyebb tényező. E tapasztalat helyességét igazolja a biológia is, a mely részletesen kimutatja a peronosporának vízre való feltétlen ráutaltságát. Azonban a puszta tapasztalat, a melyet számos, főképpen francia és német kutató meteorológiai adatokkal is bebizonyított, csupán csak a peronosporának az időjárástól való függése tényét állapítja meg, a függés mértéke és módja felől azonban számszerű felvilágosítást még nem nyújt.

Erre a budapesti Ampelológiai Intézet vállalkozott, midőn már 1907-ben 10 évre visszamenően átkutatott magyar eredetű tudományos anyaggal mindenekelőtt szintén igazolta, hogy esőben bővelkedő években szaporább a gomba és ennél fogva veszélyesebb is, mint száraz időjárású években, ISTVÁNNYI Gyula dr. egyetemi tanár, az Ampelológiai Intézet igazgatója, elébem szabta

a czélt, hogy *állapíttassanak meg részletesen azok az időjárási tényezők és ezeknek értékei, a melyekhez a peronospora első megjelenését valamely vidéken kötni szokta.*

Nem szenved kétséget, hogy ha csak némileg sikerül a czél elérése, olyan fontos tudományos alapot nyerünk, amely hivatva van a peronospora ellen való védekezés taktikáját hathatósan irányítani.

## 2. a) A peronosporaanyag kritikája és feldolgozásának módszere.

A peronosporának ráutaltságát az időjárásra vizsgálandó, csakis a gomba első tavaszi megjelenését vehetjük figyelembe. Csak ezt az első megjelenést megelőző időjárást lehet a baj szerzősége szempontjából a siker bizonyos kilátásával vizsgálat alá venni, minthogy az ok és okozat ilyenkor még valamennyire összefüggésben, legalább is világosabb időrendi egymásutánban látható meg az időjárási elemek kombinatív hatása és a gomba tenyészeti reakciója között. Mihelyt azonban a tavasz és nyár folyamán már számos gombanemzedék látott napvilágot és különböző megjelenési idejével egymásba fonódik, akkor az életrekeztésekben részes időjárásnak csak valamennyire is részletes és számszerű felismerése teljesen lehetetlenné válik. Ilyenkor már csak az időjárási elemek országos eloszlásának és nagyságának számbavétele nyújt általános képet arról, hogy a gomba elszaporodásában és továbbterjedésében mikor és mely vidéken várható nagyobb tevékenység.

A betegség első tavaszi megjelenése idejének és helyének megállapítása mintegy 6000 beteg szőlőlevél és fürt megvizsgálása útján történt, a miket az Ampelologiai Intézet ösztönzésére 1910 tavaszától 1912 őszéig a szőlőtermelők küldöttek be az intézetnek. A küldemények szakszerű megvizsgálása évente mintegy 1000, összesen mintegy 3000 esetben állapította meg a peronosporát. Egy-egy év ezer adata közül számos ugyanabból a helységről, sőt ugyanabból a szőlőből, bár más-más időből származik. Minthogy azonban a tanulmány czéljára csakis egy-egy vidék *legkorábbi* adata fogadtathatott el alkalmazatosnak, azért a vidék

legszűkebb határa gyanánt a politikai járás határát tekintve, *a peronospora megjelenési idejéül e fertőzési területegységen az a nap vétetett, a mely napra a területegység összes adatainak abszolút legkorábbija esett.* Ilyen területegység 1910-ben 240, 1911-ben 205, 1912-ben 208 van. Az évnek abszolút legkorábbi adata 1910-ben május 19.-ére esik (egyszerre 3 helyről), 1911-ben május 15.-ére (egyszerre 15 helyről) 1912-ben május 29.-ére (egyszerre 2 helyről). Az utolsó időadatok augusztus második feléből és szeptember elejéről valók.

Ha egy-egy járás területéről származó összes leletek abszolút legkorábbijának időadatát tekintjük a peronospora jelentkezési idejének, akkor ama vidéken automatikusan kiselejteződnék az ugyanazon vidékről, de más helyről és későbbről származó adatok, miáltal a legkorábbi adat ama valószínűségben nyer, hogy pontosan, vagy legalább is hozzávetőleg pontosan mutatja a peronospora *legelső* fellépésének idejét a kérdéses vidéken. Mindamellett még az ilyen úton megállapított időadatok is a tényleges legelső jelentkezés szempontjából annál többet veszítenek megbízhatóságukból, minél későbbben érkeznek az intézetbe. Hogy valamely vidéken csak augusztusban mutatkoznék a peronospora legelőszőr, arra a pusztá tapasztalat tud példákat, a miknek realitásában már csak azért sem szabad kételkedni, mert nemcsak az időjárás elemek sajátos eloszlásával is magyarázhatók meg nehézség nélkül, hanem hathatós differenciáló tényezőül jelentkezik a szőlőtermelő helyek földrajzi szélessége és a tengerszíni magasság is. A vizsgálat során azonban ilyen késői adatok súlyát mégis a lehetőség szerint meg kellett szorítani.

Erre a célra az összes adatokat az elsőség valószínűsége szerint meg kellett súlyozni, a mi csak empirikus módon történhetett. Elfogadva ugyanis azt, hogy csakis az első három napon beérkezett leletek mutatják valóban a baj legkorábbi jelentkezésének idejét, akkor minden később érkező adat e későbbiséggel egyenes arányban veszít ama valószínűségből, hogy tényleg a vidékükön legelőszőr jelentkezett peronosporáról ténnek tanuságot. A valószínűségnek ezt a fogyását egy mértani haladványban fejeztem ki, a melynek első tagja

$$A = 3,$$

kvóciensét pedig, számbavéve az összes adatok számából és beérkezési időrendjéből alkotott sűrűséget, csupán csak empirikusan

$$qu = 1.55$$

-ben állapítottam meg. Végső határnapul az abszolút legelső adat utáni 110. napot vettem, a mely még igen korai jelentkezés esetén is (pl. május közepén) augusztus végére esik. Még későbbi adatokat, bármint is szóljanak realitásuk mellett a kísérő körülmények, egyáltalában nem vettem figyelembe. A haladványban tehát

$$S = 110.$$

Ez úton 7, egyre tágabb határú időszakaszt nyerünk, a melyek a következő eloszlást mutatják:

	1910.	1911.	1912.
I. szakasz 3 nap	máj. 19—21.	máj. 15—17.	máj. 29—31.
II. " 5 "	" 22—26.	" 18—22.	jún. 1—5.
III. " 7 "	" 27—jún. 2.	" 23—29.	" 6—12.
IV. " 11 "	jún. 3—13.	" 30—jún. 9.	" 13—23.
V. " 17 "	" 14—30.	jún. 10—26.	" 24—júl. 10.
VI. " 26 "	júl. 1—26.	" 27—júl. 22.	júl. 11—aug. 5.
VII. " 41 "	" 27—szept. 5.	júl. 23—szept. 1.	aug. 6—szept. 15.

E szakaszok tartamából elég jól látni, hogy a peronospora-invázió elején, vagyis akkor, a mikor még nagy a valószínűsége annak, hogy a szőlőbirtokosok a betegségnek tényleg legelső jelentkezését észlelték, csak lassan tágul a szakaszok határa, míg a nyár vége felé, a valószínűség rohamos hanyatlásával egyenes arányban nagyobbodnak a szakaszok. A további vizsgálat során azután az egy-egy időszakaszba eső adatokat olybá vettem, mintha a peronospora a kérdéses vidéken a szakasz legelején lépett volna fel. Az eljárás kissé erőszakos, de csupán közelítést kereső vizsgálatom során igen jól bevált.

Ha az összes első adatokat térképre vetjük és időszakonként görbével határoljuk körül, akkor a peronospora terjedésének felette tanulságos képét nyerjük. E görbéket HOFFMANN eljárása nyomán (Vergleichende phänologische Karte von Mittel-Europa,

bezogen auf die Aprilblüten von Giessen. Petermanns Mitteilungen 1881) a peronospora *izofánjainak* nevezem el.

*Az izofán tehát olyan görbét jelent, a mely a peronosporának egyidejű, vagy közel egyidejű megjelenésével jellemzett fertőzési területegységeket határolja körül.*

### 3. Az izofántérképek.

Az izofántérképeken általánosságban igen meglepő módon koncentrikusan ölelik körül a későbbi izofánok a korábbiakat és azt a látszatot keltik, hogy a baj egy vidékről kiindulva, kisebb-nagyobb sebességgel szétárad az országban. A térképeken világosan felismerhetők:

- a peronospora kiindulási tájai,
- a terjedés irányai,
- a terjedés sebessége,
- a terjedést előmozdító és gátló domborzati és egyéb földrajzi viszonyok hatása.

A peronospora 1910—12-ben következetesen az ország délnyugati negyedéből indult ki; 1912-ben a Balaton nyugati partjáról, a másik két évben pedig a Balaton—Duna—Dráva-közből, a mihez 1911-ben a Duna—Tisza köze is csatlakozik.

A kiindulás tájaitól a betegség mind a három évben feltűnő módon két főirányt követ: egy északkeletit, mely irányban rövid idő alatt igen nagy távolságokra jut el, és egy nyugatit, amerre csak igen lassan halad előre. A Nagy-Alföld északkeleti öblébe a baj átlagban 13 nap alatt jut el, holott nyugat felé, a közvetlen szomszédos csáktornya—magyaróvári vonal eléréséhez átlagban 24 napra van szüksége. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy míg az Alföldön egészen annak szélső északi és keleti pereméig sik területen, erdőszegény vidéken és 90—110 m tengerszín-magasságban haladhat a peronospora, addig nyugat felé a terjedés útjában áll a Balaton, a Magyar-Középhegység erdős hantjaival és az Osztrák Alpok felé tetemesen emelkedő térszín. Bár ez mind hátráltató körülmény, a legerősebb talán mégis a légáramlás, a mely északnyugat felől hazánkba érve, elveszti nyugati komponensét és a Dunántúlon uralkodóan



északivá válik. Ugyancsak a széláramlás gyorsíthatja a peronospora terjedését északkelet felé, mivel ebbe az irányba a Nagy-Alföld felől áramlik uralkodóan a levegő. Ez a megállapítás azonban csak akkor nyer kiválóbb jelentőséget, ha be fog igazolódni, hogy a peronospora-spórák a szél útján is terjedhetnek.

Az erdélyi medenczébe a peronospora csak akkorára jut el, a mikorra a nyugati végekre. Hogy Erdélybe felérjen, az Alföldhöz viszonyítva mintegy másfélszáz méterrel kell emelkednie és valahogyan az erdős Biharhegységet is megkerülni, a mit többnyire a Maros völgyén át végez. A Maroshoz hasonlóan más folyók völgyei is kedvezni látszanak a peronospora sebesebb terjedésének, így első sorban azok a folyóvölgyek, melyek a Nagy-Alföld északkeleti szögletében a Tisza nivójára lelejtnek.

Már az izofántérképek felületes szemlélése is élesen rávilágít továbbá arra a tényre, hogy a peronosporának feltűnő ragaszkodása ugyanazon kiindulási tájhoz, valamint szembeötlően eltérő terjedési sebessége a már tárgyalt térszíni okokon kívül klimatikus okokra is visszavezethető. Nehézség nélkül leolvasható az izofántérképekről, hogy a peronospora első megjelenése feltűnő módon azokon a vidékeken késik, *a melyek a májusi 15 fokos izotermán kívül esnek.*

Ellenben nem derül ki a térképekből semmiesem abban az irányban, hogy a peronospora magasabb májusi izotermás vidékeken megfelelően gyorsabban hódítana tért. Sőt ellenkezően, a hol a peronospora abszolúte legkorábban szokott jelentkezni, a Duna—Dráva—Balaton szöge táján, ott mintegy másfél fokkal alacsonyabb a normális májusi hőmérséklet, mint tiszta Tisza—Maros szögében, a melybe a baj csak későbbben jut el. E feltűnő jelenség magyarázatát az áprilisi és májusi izohiéták adják meg. A Dunántúlnak itt említett tája legnagyobb részben a tavaszi 175 és 200 milliméteres izohiéta közé esik, míg a Tisza—Maros szöge részben már a 150 milliméteres izohiétán is alul marad. Csak valamennyire normális időjárás esetén tehát a Balaton—Duna—Dráva szögben az egész országban leghamarabb teljesülnek a peronosporának a tapasztalatból jól ismert időjárási létfeltételei: a nedvességnek és melegnek egyidejűsége.

Már e tények, valamint az izofángörbék nagy hasonlósága az elsőgradiensek görbéihez, világosan mutatják immár részletesen is a kapcsolatokat a peronospora életrekelése és a talaj fiziográfiájához simuló időjárás között. Eleve fel lehet ismerni azt, hogy egy és ugyanabban az időszakban az egyes izofánok keretein belül lehetőleg azonos, a különböző izofánterületeken ellenben különböző volt az első megjelenést megelőző időjárás. Az izofántérképek puszta szemlélése is kétségtelenné teszi, hogy a *Plasmopara viticola* első megjelenésének időbeli és vidékenkénti eltérése alatt voltaképpen az időjárás kedvezésének hasonló irányú eltérései lappanganak. Mielőtt azonban az ebben az irányban elért részletes eredményeket bemutatnám, az időjárási adatokat és felhasználásuk módszerét is kell röviden érintenem.

## II.

### 1. Az időjárási adatok.

Mindenekelőtt teljesen elhagytam a külföldi kutatók eddig követett elvét, hogy a meteorologia ismert sémáinak egyikében fejezzem ki az időjárási értékeket. LÜSTNER, a ki idáig, bár csak szűk területre vonatkozóan (Rheingau), de legrészletesebben mutatta ki a kapcsolatokat a peronospora és az időjárás között (Bericht der Königl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a Rh. für das Etatsjahr 1906), *havi* átlagokban, illetve összegekben és ezeknek a 10 éves átlagtól való eltérésükben mutatja be a hőmérsékletet, csapadékmennyiséget, gyakoriságot, levegőnedvességet, napsütéstartamot és a szelet. A nyert elemértékekhez méri azután, de csak *általánosságban*, hogy évenként kevés vagy sok volt-e a peronospora.

Ezen módszer ellen több lényeges ellenvetés tehető. A terület oly szűk, hogy csakis a Rheingau viszonyait, de nem a peronospora igényeit tünteti fel. Továbbá az időjárási elemeknek ilyen elaprózása lehetetlenné teszi magának az *időjárásnak* meglátását. S végül egy teljes hónap olyan hosszú idő, hogy július, augusztus táján már két inkubáció is eshetik egy hónapba, a mely rendszerint nemcsak különböző, de ellentétes időjárási alakulatokat is zár magába.

Részemről a következő eljárást követtem. Mindenekelőtt kiterjeszkedtem az egész országra és három évre, a melynek időjárása véletlenül három tipikus anomáliát is mutat. Egy egész ország változatos viszonyú területén ugyanis eltűnnek az egyes helyek különleges viszonyai, tehát jobban közelíthetők meg a *Plasmopara viticola* valódi létigényei. Több év tanulmányozása viszont elsimitja egyrészt a különböző időjárás excesszivitások zavaró befolyását a közepes állapotokra, másrészt pedig az ellentétes anomáliák egymással is szembeállíthatók. (A vizsgálatok egyébként 1912-ben nem lettek még lezárva.) Továbbá egyszerűsíthetem az időjárás felismerhetőségét azáltal, hogy csak a hőmérsékletre és csapadéokra vetek egyelőre súlyt, mint legfőbb, mondjuk alapelemekre. A párolgást, levegőnedvességet, napsütéstartamot ellenben mint az alapelemekkel amúgy is korrelált jelenségeket egyelőre nem tekintem. És végül az időjárást nem egyenlő hosszúságú szakaszokban fejezem ki, hanem annyi, természetesen egyenlőtlen hosszúságú szakaszra osztom fel, a hány száraz és nedves periodus váltotta fel egymást az idő folyamán.

Adataimat a meteorologiai intézet észlelőhálózatának feljegyzéseiből vettem. És pedig külön minden egyes peronosporás helyre vonatkozóan és külön minden száraz és nedves szakaszra megállapítottam április elsejétől egészen a peronospora jelentkezésének napjáig a csapadék mennyiségét, gyakoriságát és a napi középhőmérsékletet. Azért április elsejétől, mert korai tavaszodás esetén a szőlő ilyenkor már fakad, tehát beáll a külső fertőzés lehetősége. Az összes peronosporás helyek majdnem felében helyben van csapadékmérő állomás is, a hol nincs, ott a legközelebbi állomás adatait vettem igénybe. Hasonlóan tettem a hőmérsékleti adatokkal is.

A részletadatokat azután izofánesoportokba foglaltam össze. Hogy azonban a három év minden egyes izofánja miféle időjárású tételekkel szerepel, azt itt feltüntetni túlságosan terjedelmes táblázatok igényelne, azért kénytelen vagyok e helyen annak bemutatására szorítkozni, hogy a peronosporának abszolút legkorábbi jelentkezéséig milyen volt az időjárás mind a három évnek minden izofánján.

	Izofán	Peronospora helyek száma	Tartam napokban	$P \times T$	Csapadék- mennyiség milliméter- ben	Csapadék- gyakoriság	$\frac{C}{n} = c$	$\frac{G}{n} = g$	Hőmérséklet $C^{\circ}$	Biosz
	$P$	$T$	$n$	$C$	$G$	$\frac{C}{n} = c$	$\frac{G}{n} = g$	$h$	$B$	
1910										
ápr. 1—máj. 18	I.	3	48	144	475	56	3.3	0.39	13.6	840
	II.	6	48	288	956	109	3.3	0.38	13.2	794
	III.	18	48	864	2800	351	3.2	0.40	12.0	737
	IV.	56	48	2688	7845	1047	2.9	0.39	11.8	641
	V.	78	48	3774	10200	1461	2.7	0.39	11.6	586
	VI.	63	48	3024	7172	1206	2.3	0.39	11.3	487
	VII.	16	48	768	1799	289	2.3	0.37	11.0	448
1911										
ápr. 1—máj. 14	I.	15	44	660	1902	284	2.9	0.43	11.7	642
	II.	43	44	1892	5629	774	3.0	6.41	11.0	595
	III.	17	44	748	1947	276	2.6	0.37	11.6	491
	IV.	51	44	2244	5043	864	2.3	0.38	11.2	431
	V.	38	44	1672	3354	627	2.0	0.37	11.8	385
	VI.	31	44	1364	2686	513	1.9	0.37	11.4	353
	VII.	10	44	440	755	151	1.7	0.34	11.4	289
1912										
ápr. 1—máj. 28	I.	2	58	116	283	38	2.5	0.33	14.8	708
	II.	12	58	696	1925	257	2.8	0.37	12.1	727
	III.	21	58	1218	3371	451	2.7	0.37	11.7	677
	IV.	30	58	1740	4687	626	2.7	0.36	11.5	648
	V.	58	58	3364	9268	1228	2.7	0.36	11.2	631
	VI.	67	58	3886	10248	1386	2.6	0.35	10.9	575
	VII.	18	58	1044	2640	310	2.5	0.30	10.9	474

## 2. Megállapítások.

A táblázatban feltüntetett átlagok nem hagynak fenn kétséget aziránt, hogy az időjárás alapelemek egyazon évben izofánonként valóban különböznek. De míg a szeszélyesebb eloszlású és mennyiségű csapadéknál csak körvonalakban fejeződik ki valami menetszerű szabályos változás, addig a hőmérséklet az első izofántól a hetedikig igen plasztikus menetben fogy, a mi az izofánok földrajzi elhelyezkedését ismerve várható is.

Mind a mellett annyit mégis elárul a táblázatoknak itt közölt töredéke is, hogy *a peronospora jelentkezése nem parallel*

*jelenség az eső mennyiségével, inkább a gyakorisággal jár együtt, de teljesen egyenközűen halad az emelkedő hőmérséklettel.*

Nyilvánvalóvá válik tehát az, hogy a három tényező közül a hőmérséklet a differenciáló momentum. Április elsejétől számítva, legalább napi átlagos 2.5 mm csapadékmennyiséget, 30% átlagos gyakoriságot mint minimumot feltételezve, a peronospora minden izofánterületen akkor kelt életre, a mikor a hőmérséklet elérte a 12° közepet.

Fordítva nem áll a tétel, mert a peronospora a víznek fizikai jelenlétére van utalva a befúródásnál és a kitörésnél, továbbá a gazdanövény kielégítő táplálására közvetve is tetemes mennyiségű vizet igényel. A víz tehát az alapszükséglet, a hőmérséklet ellenben a tenyészeti életjelenségeket élénkíti vagy hátráltatja.

A fenti alapvető megállapítás azonban ebben az alakban, a melyben a három tényező egyenlőtlen és változó súlyarányából kell következtetnünk egy általuk közösen előidézendő esetre, még nem eléggé traktábilis. Az időjárásnak a peronospora életre-keltésére alkalmas voltát oly számmal kellene kifejezni, a melyben három tényező a maga súlya szerint érvényesül.

Erre többféle eljárás kínálkozik. Hosszas kísérletezés alapján legkifejezőbbnek a három tényező egyszerű szorzását találtam. Táblázatunkból is kitetszik, hogy az egyes időjárási elemek nem *önmagukban és addítíve* fokozódnak a peronospora létminimumáig, hanem *egymást* emelik, szinte többszörözik. Mert hiába van meg a csapadék mennyiségi minimumának akár többszöröse is, ha legalább minimális hőmérséklet nem kölcsönöz a sok víznek egyúttal biológiai hatóerőt és értéket, a peronospora nem kelhet életre és megfordítva. Ennyire heterogén elemek összeszorozása szokatlan dolog ugyan, de hát nem abszolút számérték, hanem pusztá számmérték megtalálása a cél. A szorzás eredményét is a fenti táblázat mutatja (B).

E számértékek vagy viszonyszámok fogalmi tisztázása céljából a *biosz* névvel jelölöm őket. Értem pedig e néven a *számegységnek egyszerű halmazát, a melynek nagysága egyenes arányban fejezi ki az időjárás alkalmas voltát a Plasmopara viticola életre-keltésére.*

A biosz-sorok szabályos menete szembeszökő és megjelöli annak a mértékét, hogy ugyanabban az időben, a midőn az időjárás az I. izofán területén elérte a peronospora életrekeltésére alkalmas voltát, a többi izofánterületen rendre mennyi hiányzott még ebből.

*Minden évben a későbbi izofánok területein akkor jelentkezett a peronospora, a mikor a bioszok itt elérték az azonévi I. izofán biosz számát.*

### III.

#### Peronosporaprognózis.

A biosz-sorok szinte önmaguktól kínálkoznak arra, hogy általuk saját izofánterületükre vonatkozóan a peronospora első jelentkezésének valószínű idejére következtessünk. A hallgatólagos feltétel az, hogy az időjárás úgy pozitív, mint negatív irányban nem fog nagyobb excesszivitást ölteni, mint április elsejétől az első izofán napjáig. A következtetést az I. izofán bioszaival, az április elsejétől az első izofánig eltelt napok számával és a kérdéses izofán bioszaival egyszerű hármasszabály útján hajtjuk végre.

Előrelátható, hogy eredményül egy a biosz-sor fogyó menetével fordítva arányos számsort kell kapnunk. És pedig

	II	III	IV	V	VI	VII
1910	51 (51)	55 (56)	63 (63)	69 (74)	83 (91)	90 (117)
1911	47 (47)	57 (52)	65 (59)	73 (70)	80 (87)	97 (113)
1913	56 (61)	60 (66)	63 (73)	65 (84)	71 (101)	86 (127).

A peronospora fellépése idejének számított értékei alatt zárjelben a tényleges fellépés terminusai állanak.

E számsorok prognosztikus értéke kétségtelen, gyakorlati alkalmazhatóságuk azonban korlátolt. Mert minden évben előbb be kellene várni az első izofán három napját betöltő leleteket, különben hiányzik a következtetés alapja. Előre elfogadni pedig

egy lehetséges biosz-számot a majdan kialakuló első izofán számára nem lehet, mivel, a mint látjuk, az első bioszok rendkívül eltérők.

Ezen nagyfokú eltérés oka abban rejlik, hogy eddig csak meteorológiai elemeket vettünk figyelembe és nem részesítettük a kellő méltánylásban az esőnek időrendi eloszlását a baj jelentkezése előtti közvetlen időben, a miben a jelentkezés időpontjára nézve döntő súlyú pozicionális momentum rejlik.

Alapul véve a májusban mintegy 20 napi rendes inkubációt, megállapítom tehát, hogy minden egyes peronosporás helyen minden egyes eső a jelentkezés előtti 20 napnak (a jelentkezési dátum felé számítva) hányadikáján következett be. Azután tekintet nélkül a mennyiségre, az esős napok sorszámait összegezem és annak a számnak (210) százalékáiban fejezem ki, a melyet akkor nyerek, ha mind a 20 napon esett volna az eső.

E *kedvezési tényezőt* alkalmazva, a három év I. izofánjainak bioszai következőképen alakulnak át:

1910	1911	1912
286	296	276 biosz.

Mint hogy a három évnek rendkívül eltérő időjárásai anomáliái ellenére is a bioszok ezt a meglepően egyező számértéket adják, feltehető, hogy *a bemutatott módszerrel megállapított*

$$B = 286 \pm 10$$

*azt a valódi időjárás minimumot közelíti meg, a melyet a peronospora életrekeléséhez Magyarországon igényel.*

Ez a bioszszám már függetleníti a prognózis számítóját az I. izofán bevarásától. Segélyével már a folyó évben kísérletek is tétetnek az ampelológiai intézetben, hogy az időjárás szemeltartásával előre értesíttessenek az érdekelt vidékek termelői a felől, hogy mely vidéken és mikorra számítható a peronospora valószínű megjelenése.

### Összefoglalás.

1. A peronospora tenyészetete nagy mértékben függ az időjárástól.

2. A peronospora életrekelésének leginkább kedvez a meleg és nedves, hátráltatja a hideg és a száraz-meleg időjárás.

3. Magyarországon legtöbbször a Balaton—Duna—Dráva szögből szokott a peronospora kiindulni.

4. E tájékon teljesítik a magyarországi éghajlati viszonyok legkorábban az életrekelés időjárási feltételeit.

5. A Nagy-Alföld északkeleti öblébe átlagban 13 nap alatt ér a vész, míg ellenben a nyugati határszélre és Erdélybe csak 24 nap múlva jut el.

6. A sebes haladást *NE* és *E* irányban előmozdítja a sík térszín, az erdőszegény táj, az egyforma nivó és a normális tavaszi hőmérsékletnek gyors emelkedése *NE* és *E* irányban.

7. A haladást nyugat felé gátolja a Magyar Középhegység, a Balaton, a nivó erős emelkedése az Alpok felé és a tavaszi meleg késése, valamint a Dunántúlon gyakori északi légáramlás.

8. Erdély medenczéjébe azért ér későn a peronospora, mert gátolja a Biharhegység és a másfélszáz méteres nivóemelkedés.

9. Mindazon vidékek, a melyeken a peronospora későn jelentkezik, többnyire a májusi 15°-os normálizotermán kívül esnek.

10. Az izofán olyan görbét jelent, a mely a peronosporának egyidejű vagy közel egyidejű megjelenésével jellemzett fertőzési területegységeket határolja körül.

11. A peronospora jelentkezése nem parallel jelenség az eső mennyiségével, inkább a gyakorisággal jár együtt, de teljesen egyenközüen halad az emelkedő hőmérséklettel.

12. A három tényező közül a hőmérséklet a differenciáló momentum. Április 1-től számítva legalább napi átlagos 2.5 mm csapadékmennyiséget, 30% átlagos gyakoriságot mint minimumot feltételezve, a peronospora minden izofánterületen akkor kelt életre, a mikor a hőmérséklet elérte a 12° közepet.

13. A biosz a számegységeknél egyszerű halmaza, a melyeknek nagysága egyenes arányban fejezi ki az időjárás alkalmas voltát a peronospora életrekelésére.



14. Minden évben a későbbi izofánok területein akkor jelentkezett a peronospora, a mikor a bioszok itt elérték az azon évi első izofán biosz-számát.

15. A hőmérsékleten, csapadékmennyiségen és gyakoriságon kívül döntő jelentőséggel bír a peronospora megjelenésére vonatkozóan a csapadékos napok időrendi távolsága a jelentkezés napjától. Az eső veszedelmessége e napokon fordított arányban áll a távolsággal a jelentkezés napjától. Ez az arány egy kedvezési tényezőt fejez ki.

16. A peronospora akkor jelentkezik, a mikor az időjárás biosz-száma

$$B = 286 \pm 10.$$

17.  $B$  kiszámításának módja:

$$B = \frac{G}{PT} \cdot \frac{G}{PT} \cdot \frac{H}{PT} \cdot k$$

$$= \frac{G \cdot G \cdot H \cdot k}{P^3 T^2}$$

a mely kifejezésben

$G$  egy izofánterület összes csapadékát mm-ben,

$G$  " " csapadékos napjainak összes számát,

$H$  " " napi középhőmérsékletének fokösszegét,

$P$  " " peronosporás helyeinek számát,

$T$  a keresett periódus tartamát napokban,

$k$  a kedvezési tényezőt fejezi ki.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 május 19.-én tartott üléséből.)

## AZ ILEOCOECALIS TÁJÉK EMBRIONALIS TOPOGRAFIÁJÁRA VONATKOZÓ ADATOK.

NAGY LÁSZLÓ től.

A féregnyujtvány s ezzel kapcsolatosan az ileocoecalis tájék anatómiája minden vonatkozásában egyike az anatómia azon fejezeteinek, melyekkel a vizsgálók sokat foglalkoztak. Fejlődése, különösen embrionalis topografiája azonban kevésbé ismeretes, az adatok, melyeket az irodalomban találunk főleg a fiatal stádiumokra vonatkoznak, s az embrionalis élet későbbi változásait a szerzők kevésbé méltatják figyelmükre.

Épen ezért vizsgálat alá vettem a 3. hónaptól kezdve a kérdést s jelen sorokban a 3—6. magzati hónapban található viszonyokról óhajtok beszámolni. Vizsgálataim tárgyául 77 magzat szolgált és pedig 7 a 3. hóból, 26 a 4. hónapból, 27 az 5. hónapból, 14 a 6. hónapból s 3 ennél idősebb magzat.

Az eddigi irodalomban található munkák, melyekben a kérdésre adatokat találunk, TARENETZKY (1881), TOLDT (1880), MALL (1897), LÉMAIRE (1897), R. LIERTZ (1912) vizsgálatai s KEIBEL-ELZE «Normentafeln»-jei. Mindezen vizsgálók adatait összevetve, a féregnyujtvány és az ileocoecalis tájék topographiájára nézve eddigi ismereteink abban állottak, hogy a proc. verm. a 6·25—7 mm embrióon jelenik meg mint kis kiöblösödés a primitív bélansa distalis szarán s nemsokára differenciálódik coecumra és proc. verm.-ra (TOLDT szerint a 7—8. héten, TARENETZKY szerint csak 65 mm. magzaton, tehát a 3. hónapban). A bélcsatorna növésevel kapcsolatosan belekerül a fiziológikus köldöksérvbe s innen a 3. hó közepe táján jut vissza a hasüregbe, a hol a 3. hó végén a jobb hypochondriumban a máj alatt fekszik, a 4. hónapban

eléri a jobb vese alsó végét, majd lefelé tolódva, a 8. hóban éri el a csipőárkot s a 9.-ben végleg ide jut le.

Alakjára nézve általános felfogás, hogy a vakbél kúp alakú s e kúpba tölcéséren megy át a féregnyujtvány.

Mindezen vizsgálatok azonban igen kevés anyagon végezettek, így LIERTZ maga tulajdonképen csak nyolcz esetet vizsgált, TARENETZKY 38-at, MALL két magzaton tesz említést a féregnyujtványról, LÉMAIRE gyermekekkel együtt 30 esetet vizsgált meg.

Magam a fentebb említett vizsgálati anyagon, mely még nem is öleli fel az egész magzati életet, ezen ismereteinktől eltérően azon eredményre jutottam, hogy az ileocoecalis tájék fejlődésében nem állithatunk fel *egy* sémát a fejlődés, különösen az embrionalis topografia tekintetében, hanem megfelelően annak, hogy a féregnyujtvány és vakbél felnőtt, kifejlett állapotban is különböző helyen feketik, a magzati korban is különböző elhelyezésben találjuk.

A 3. hónapban, nem számítva a három fiatalabb magzatot, melyeken még a köldöksérvben volt, négy esetben a hasüregben, de igen különböző helyen volt elhelyezve; így az egyikben a máj alsó szélé mentén, a másokban középen két bélhurok között, a harmadikban egyenesen lefelé nyúlt, egyben pedig fent feküdt a máj alatt.

Már ez a néhány adat igazolja az előbb mondottakat, a miket még bővebben s bizonyítóbban illusztrálnak a későbbi hónapokban talált esetek. Ezen adatok ismertetése előtt legyen szabad közvetnem, hogy nemcsak szorosán véve a féregnyujtvány fekvését vizsgáltam meg, hanem ezzel kapcsolatosan az ileum végső darabjának viselkedését, a colon ascendens viszonyait, a féregnyujtvány alakját és hosszúságát is.

Nem akarom itt a számadatokat, a statisztikai táblázatokat részletesen közölni, hanem az ezekből kiolvasható eredmények alapján a következőket mondhatom: a *féregnyujtvány* s így az ileocoecalis tájék nem foglalja el mindig a máj alatt levő magas helyzetet, sőt legtöbb esetben egyáltalán nem fedi a máj, hanem a máj és a csipőárok között levő területen helyezkedik el; ritkán fekszik már ilyenkor a fossa iliácában. Az *ileum* végdarabja nem halad mindig határozottan felfelé, hanem haladhat hátulról

előre, előlről hátra, sőt lefelé is. A *colon* rendszeren kúpalakú, fekvésének magassága az áthajlás helyzetével arányosan változó. A bélkacsok között legtöbbször jobbra tekint, hol előre, hol hátra, hol le vagy kissé felfelé, legtöbb esetben a vese alsó fele előtt elhelyezve. A *colon ascendens* határozottan megvan már a 4. hóban, kivéve azon eseteket, melyekben az áthajlás s a féregnyujtvány oly magas fekvésű, hogy emiatt nincs *colon ascendens*. Iránya rendszeren fel és balra tart, a *colon transversum*ba való áthajlás szöge tompa szög, de lehet  $90^\circ$ , sőt ennél kevesebb is. Még a *féregnyujtványra* visszatérve, alakjáról annyit akarok felemlíteni, hogy rendkívül változatos, legtöbb esetben spirálisan csavarodott, de hurokalakú, S alakú, szabálytalan is lehet; egyenesen lefelé futó féregnyujtványt csak egy esetben találtam. Hosszúsága igen változó, s méréseim alapján az eddigi vizsgálókkal egybehangzóan azt mondhatom, hogy aránylag igen hosszú a bél többi részéhez s későbbi hosszához képest.

Ezen eredmények feltűnően egyeznek azon adatokkal, melyek a féregnyujtványnak felnőtt korban való elhelyezkedésére vonatkoznak. A mint magam magzatokon úgy találtam, hogy a féregnyujtvány (csak rövidség kedvéért szólok róla az egész ileocecalis táj helyett) a legtöbb esetben bizonyos középhelyet foglal el a máj s a csipőtájék között, ritkábban van ez alatt s még ritkábban foglal el magasabb helyzetet, úgy felnőttben is az esetek túlnyomó részében a csipőárok felső felében helyezkedik el, ennél magasabban vagy mélyebben ritkábban található.

E viszonyok mérlegeléséből a következő eredményekre jutottam:

A féregnyujtvány első elhelyezése a jobboldalon a későbbi helyzetnek felel meg, illetőleg az első elhelyezkedés magassága döntő hatású a maradandó fekvés szempontjából. Ezen első elhelyezkedés mindenesetre magasabb, mint a maradandó, de a helyzetváltozás nem magyarázható a féregnyujtvány egyszerű levándorlásával, sem TARENETZKY szerint a féregnyujtvány levándorlásával s a hasfalak felnövéseivel, hanem igen bonyolodott eltolódási folyamat, mely különösen a törzs lumbalis tájékának megnyúlása s a csipőcsontok magasságban való növekedése által a féregnyujtványt *passive* juttatja le a csipőárokba, illetőleg vég-

leges helyére. Hogy ez a magyarázat helyes, azt más hasonló folyamatokkal, az ú. n. ascensus medullæ spinalissal, a szív levándorlásával stb. is bizonyíthatjuk.

Nem mond ellene ezen felfogásnak az esetek azon csoportja sem, melyben (felnőttben) a féregnyujtvány magasan a máj alatt fekszik s colon ascendens nincs jelen. Ugyanis majdnem minden olyan esetben, hol a féregnyujtvány magasan feküdt a máj alatt, egy vagy több, meconiummal teli bélkacsot lehetett találni, a melyek szemmel láthatóan mechanikai úton nyomták fel a féregnyujtványt a máj alá. A feltolt féregnyujtvány, mivel a telt bélkacsok elfoglalják a helyet, kénytelen fent maradni, ott rögzítődik s ha a bélben a teltség idővel ki is egyenlítődik, odafent marad. Az ilyen esetek nem fejlődési visszamaradás következményei tehát (Hemmungsbildung), hanem az embrionalis korból való pathologikus folyamat eredményének tekintendők, a mely ezen specialis helyzetváltozást hozta létre.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 május 19.-én tartott üléséből.)

## VIZSGÁLATOK AZ IZOMFIBRILLUMOK ÉS AZ ÍNFIBRILLUMOK EGYMÁSHOZ VALÓ VISZONYÁRÓL.

PÉTERFI TIBOR-tól.

A szövettannak az a vitás kérdése, hogy az infibrillumok közvetlenül a myofibrillumokból erednek-e vagy kötőszöveti eredetűek, a legutóbbi években újból aktuálissá vált SCHULTZE O. vizsgálatai révén, melyeket «Über den direkten Zusammenhang von Muskelfibrillen und Sehnenfibrillen» (Arch. f. mikr. Anat. 79. k.) címmel közölt. E vizsgálatok alapján SCHULTZE az infibrillumok és myofibrillumok összefüggését megállapíthatónak véli. Felfogása szerint a myofibrillumok az izomrost végén fokozatosan átalakulva infonalkákba folytatódnak, melyek átfúrják a sarkolemmát s így egyesülnek inná. SCHULTZE észleleteit megerősítette LOGINOW, ki SCHULTZE intézetében tovább folytatta és részben kibővítette az idevágó vizsgálatokat «Zur Frage von dem Zusammenhange von Muskelfibrillen und Sehnenfibrillen» (Arch. f. Anat. u. Entwicklungsg. 1912) cz. közleményével.

Úgy SCHULTZE, mint LOGINOW technikáját egyoldalúnak és nem elég megbízhatónak tartottam ahhoz, hogy ennek alapján az izom-infibrillumkontinuitást határozottan megállapítani lehessen. Ezért élesen differenciáló kötőszöveti festésekkel: Azokarmin-Mallory, Brillantfekete-Toluidinkék-Safranin, Thiazinbarna-Toluidinkék, Hæmatein-Pikronigrosin és Vanadiumhæmatoxylin festésekkel ismételttem, illetőleg ellenőriztem SCHULTZE és LOGINOW észleleteit.

Vizsgálataim eredményeképen úgy találtam, hogy megfelelő mikrotechnikai kezelés mellett az izomrostok végét meg nem szakított sarkolemma borítja. A sarkolemmán a myofibrillumok

elvégeződnek és nem folytatódnak infibrillumokba. Az infibrillumok a sarkolemmáról, tehát az izomrost felületéről erednek. A sarkolemma ugyanis — a mint ezt már PAPPENHEIM és GRIESMANN is leírta — egy hyalinszerű alapanyagból és kötőszöveti fonálkak hálózatából áll. E hálózat fonálkái folytatódnak az izomrost végén infibrillumokba.

Nem teljesen pontos beállítás mellett, vagy az izomrost különböző physiologiai állapota szerint azonban könnyen keletkezhetik az izom- és az infibrillumok közvetlen összeköttetésének látszata. Ha az izomrost a maga teljes plasticitásában fekszik a készítményben — mint izolált rostok esetén —, akkor a sarkolemmahálózat fibrillumait igen könnyen a myofibrillumokra projiciáljuk. De metszetekben is igen könnyen előállhat ez az optikai csalódás olyankor, ha az izomrost vége igen vékony (pl. teljesen elernyedett rostokon) s a felületet borító kötőszöveti fonálkák és a myofibrillumok között olyan csekély a niveaukülönség, hogy még a legerősebb nagyítások mellett is egy síkba projiciálva észleljük őket.

Az izom-infibrillumok látszólagos kontinuitásának másik oka az, hogy az izomrost összehúzódásának vagy elernyedésének bizonyos stádiumaiban a sarkolemmahálózat, mely az izomrost megvastagodásával vagy meghosszabbodásával nem tud lépést tartani, belevágódik az izomállományba s így a kötőszöveti fonálkák valóban közvetlenül a myofibrillumok mellé kerülhetnek. Teljes összehúzódás vagy teljes elernyedés mellett ilyen sarkolemma-bevágódások nem keletkeznek, de e két stádium között igen gyakran előfordulnak s az izomfibrillumoknak az infibrillumokkal való közvetlen összeköttetésének látszatát keltik.

Ez az összefüggés azonban mindig csak látszólagos s még az ilyen kétséges esetekben is mindig sikerül bebizonyítani, hogy az infibrillumok nem a myofibrillumokból, hanem az izomrost felületéről, a sarkolemmából erednek.

## AZ EMBERI HÚGYHÓLYAG IZOMZATA.

PÉTERFI TIBOR-tól.

A húgyhólyag izomzata sima izomrostokból áll, melyek az eddigi leírások szerint a hólyag falában három, egymással anasztomozáló réteget, ú. m. külső hosszanti, közbülső körkörös és belső hálózatos réteget alkotnak.

Vizsgálataim során megállapítottam az izomrostok eredési pontját, egymással való összefüggésüket és elrendeződésük saját-szerű architektúráját.

Makroszkopiás, mikroszkopiás és fejlődéstani vizsgálataim eredménye a következő.

1. A hólyagizomzatot kétféle izom alkotja, ú. m. a hólyagfalat körülhálózó izomhálózat és a trigonum vesicæben fekvő s az urethra pars prostaticá-ját körülfogó sphincter vesicæ int., helyesebben lissosphincter urethræ.

2. A hólyagfal izomzata összefüggő, egységes izomháló. A hálózatot alkotó rostok punctum fixuma abban a síkban van, mely a symphysis pubis, az urethra kezdeti szakasza és az 1. farkcsigolya magasságában észlelhető. Ebben a síkban fekszik férfiben a symphysis, a prostata, a vesiculæ seminales, nőben a symphysis, az urethra pars pelviná-ja és a vagina. Innen erednek s innen terjednek a hólyagfalra az izomhálózat rostjai. Az eredési síkban három eredési vonalat: külső, belső és oldalsó eredési vonalat állapítottam meg. A külső eredési vonalról terjednek a hólyagra azok a rostok, melyek az ú. n. külső hosszanti réteget alkotják (főleg a m. detrusor urinæ kötegei), a belső vonalból származnak a belső hálózatos réteg rostjai, az oldalsó vonalról pedig a hólyag oldalsó felszínét behálózó ros-



tok, valamint azok a kötegek, melyeket eddig circularis réteg gyanánt irtak le.

3. A hólyagfalban ezek a rostok oly sűrűn fonódnak egymással, hogy különböző rétegeket csak mesterségesen lehet elkülöníteni egymástól. A makroszkopice látható kötegek mindegyikéből jobbra és balra, kifelé és befelé hajlanak át rostok a szomszédos kötegekhez, úgy, hogy a különböző rétegek s egy ugyanazon réteg különböző kötegei egész lefutásuk alatt állandóan rostokat cserélnek egymás között.

Mikroszkopikai keresztmetszetek azt is bebizonyítják, hogy nemcsak rétegekre nem osztható az izomzat, de teljesen helytelen egy külső hosszanti, közbülső körkörös és belső hosszanti réteg megkülönböztetése már azért is, mert a hólyag különböző pontjai szerint az izomrostok lefutása is különböző; így pl. míg az elülső és hátulsó fal közepén valóban egy külső hosszanti, közbülső circularis és belső hosszanti réteg tételezhető fel, addig az oldalsó felszíneken vagy a hólyag csúcsán ennek az elrendezésnek nyomát sem találjuk.

4. A sphincter vesicæ internusra vonatkozólag úgy találtam, hogy a mint a legtöbb szerző leírja, a hólyagfal izomzatától többé-kevésbé önálló izomnak tekinthető, mely csak az urethra kezdeti szakasza körül anastomozál az innen eredő izomhálózat rostjaival. A sphincter az ureterek hosszizomzatából ered s az ureterek átfürödése révén kerül a trigonumba, hol finom rostjai a nyálkahártya tunica propriájában fekszenek a nélkül, hogy egymással nagyobb kötegeket alkotnának.

5. Ebből a morphologiai szerkezetből a hólyagizomzat működését a következőkben állapíthattam meg. Az izomzat mint detrusor-izom szerepel a vizelet kiürítésekor, a mennyiben egyszerre minden átmérő irányában szűkíti a hólyag lumenét s a vizeletet mintegy kipréseli. Ez a funkció gyorsítja és erőteljesebbé teszi a vizelet kiürülését. Különösen nagy szerepe van ennek a működésnek akkor, ha kis mennyiségű vizelet ürül ki a hólyagból. Szerepel a hólyagfal izomzata dilatator gyanánt is; anastomozáló rostjai révén ugyanis kitágíthatja a sphincter-gyűrűt. Valószínű azonban, hogy nem annyira a sphincter tágítása a szerepe, mint inkább az, hogy a már egyszer ellazult sphinc-

tert és a megnyílt urethra-nyílást nyitva tartja mindaddig, míg a hólyag teljesen kiürült.

Fő szerepe a hólyagfal izomzatának véleményem szerint az, hogy a nagy nyomásingadozások alá vetett hólyag körül erős kontraktilis vázat alkot. Az izomhálózat kötegeinek és rostjainak olyan az elrendeződése, hogy a belső nyomással szemben a hólyagfal mindenütt fokozatos ellentállást tanúsíthat, az izomzat tónusa lépést tart a telődő hólyag belső nyomásával s így a hólyag tágulás egyenletesen történik. Az izomzat főműködése tehát nem a kiürülés, hanem a megtelődés időszakára esik. Az izomrostok elrendeződésében az az elv nyilvánul meg, hogy egy feszülési ellipsoid minden nagyobb nyomásnak kitett pontján trajectoryumok keletkezzenek. Az izomhálózat ezek szerint statikai szerkezet s épen úgy, mint a csontok spongiosájában, itten is mechanikai törvényszerűségek szerint kifejlődött architektúráról beszélhetünk. A hólyagfal izomzata tehát újabb példája a szervek szerkezetében megnyilvánuló statikai vagy mechanikai törvényszerűségeknek, újabb typusa azoknak a szerkezeteknek, melyeket TREPPÉL trajektorialis systemáknak, Roux pedig funkcionális strukturáknak nevez.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 május 19-én tartott üléséből.)

## ÖSSZEHASONLÍTÓ TANULMÁNYOK ORGANIKUS SELENIDEKRŐL ÉS SULFIDEKRŐL.<sup>1</sup>

KONEK FRIGYES-től.

Néhány évvel ezelőtt végzett kutatásaim,<sup>2</sup> a melyeknek célja kéntartalmú alkaloidák synthesise volt, a többi között az antipyrin két új kéntartalmú származékának: a mono- és dithiobisantipyrinnek a felfedezéséhez vezettek, a mely physiologiailag érdekes vegyületek antipyrin és kénchloridból, illetve kénchlorürből elég sima lefolyású reactio keretében képződnek.

Az a nagymérvű analogia, a mely a kénchlorür és selenchlorür között az eddigi kutatások és tapasztalatok alapján fennáll, indított engem arra, hogy vizsgálat tárgyává tegyem a selenchlorürnek az antipyrinre való hatását és a keletkező termékeket úgy szerkezetileg, mint tulajdonságaiban is összehasonlítom az analog lefolyású reactióval kénchlorürből és antipyrinből keletkező dithiobisantipyrinnel. Az így várható antipyrilselenidek szerkezetéből és magatartásából pedig következtetéseket akartam vonni magának a selenchlorürnek a szerkezetére is. Dolgozatom első fejezetében azokat a synthetikai kísérleteket ismertetem, a melyekkel sikerült az antipyrin és selenchlorür között végbemenő reactio mechanismusát felderítenem; továbbá az így kapott új selenartalmú antipyrinszármazékok tulajdonságait, elemzéseit és összehasonlításukat a megfelelő kéntartalmú vegyületekkel. A későbbi fejezeteknek lesz fentartva ezen reactio általánosítása, vagyis a selenchlorürnek más analog szerkezetű, heterocyklikus organikus vegyületekre való hatásának a tanulmányozása.

---

<sup>1</sup> Közlemény az egyetem III. sz. vegytani intézetének és az orsz. chem. intézet technológiai osztályának laboratoriumából.

<sup>2</sup> KONEK: Mathem. és Természettud. Értesítő XXV., 363.

## I. FEJEZET.

## Az antipyrin mono- és biselenidjéről.

Konek Frigyes-től és Schleifer Oszkár-tól.

A selennek két vegyületét ismerjük chlorral, úgymint a selenchlorürt:  $Se_2Cl_2$  és a selentetrachloridot:  $SeCl_4$ ; míg a kénchloridnak:  $S_2Cl_2$ -nek megfelelő  $SeCl_2$  eddig ismeretlen. A selenchlorürnek kétféle szerkezeti képletet adhatunk, a melyek megfelelnek a kénchlorür,  $S_2Cl_2$  strukturájának:

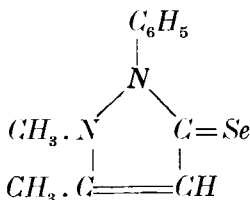
1.  $Cl - Se - Se - Cl$  szimmetrikus és

2.  $Se = Se$   $\begin{matrix} / Cl \\ \backslash Cl \end{matrix}$  asszimmetrikus alak.

Az eddigi és főleg újabbkori vizsgálódások alapján<sup>1</sup> a selenchlorürnek is ép úgy, mint a kénchlorürnek a selenoselenchlorid:

$Se = Se$   $\begin{matrix} / Cl \\ \backslash Cl \end{matrix}$  képletet tulajdonítjuk. Míg a selentetrachloriddal

már többen<sup>2</sup> végeztek organikus synthésiseket, addig a selenchlorürnek hatását szerves vegyületekre ezideig még nem tanulmányozták. MICHAELIS<sup>3</sup> ismertet ugyan a szakirodalomban egy  $C_{11}H_{12}N_2Se$  összetételű selenopyrint vagy selenoantipyrint, de ez a vegyület a selent a pyrazolon oxigénje helyén tartalmazza:



és  $KHSe$ -nek az 1-phenyl-3-methyl 5 chlorpyrazol chlormethylátjára való hatásakor keletkezik.

<sup>1</sup> BECKMANN: Zeitschr. f. phys. Chem. 70. II. 1.; DIVERS & SHIMOSE: GMELIN-KRAUT: Handb. d. anorg. Chemie I. 2. 212.

<sup>2</sup> KRAFFT-KASCHAU: Ber. XXIX. 429.

<sup>3</sup> MICHAELIS: Ann. 320. 32.

### Antipyrin és selenchlorür. Diantipyrilbisenid.

A kísérletekhez KAHLBAUM-féle legtisztább és frissen frakcionált selenchlorürt használtunk, a mely a gyár elemzése szerint 80%  $Se_2Cl_2$ -t tartalmaz. Az antipyrint pedig a höchsti festékgyár «Farbwerke vormals Meister Lucius & Brüning» bocsájtotta rendelkezésünkre kristályos és legtisztább alakban, a miért is nevezett cégnek e helyen is köszönetet mondunk.

A selenchlorür legjobb oldószerének a széntetrachlorid bizonyult, a mely jól és minden bomlás nélkül oldja és az oldatok sötétben sokáig eltarthatók; a selenchlorürt tartalmazó beforasztott üvegesöveket  $CCl_4$  alatt kell szétörni, mert különben a levegővel érintkezve, azonnal bomlást szenved, vörös selen válik ki, a mi tetemes veszteséget okoz. Számtalan kísérlet után a következő eljárás bizonyult legcélszerűbbnek:

Két molekula, azaz 376 súlyrész antipyrint feloldunk annyira abszolút (alkoholmentes) chloroformban, hogy az oldatból még a zérus fok alá való hűtéskor se váljanak ki kristályok, és a jól lehűtött oldathoz lassan és folytonos kavarással közben egy molekula  $CCl_4$ -ben oldott selenchlorürt cseppentünk. Czélszerűnek bizonyult az egész kísérletet szénsaváramban végezni, hogy minden levegőöközta mellékhatást vagy bomlást eleve kizárjunk. Mindjárt az első csepp  $CCl_4Se_2Cl_2$  oldat sárgás, gyorsan elvörösödő csapadékot választ ki az antipyrin chloroformos oldatában, a mely a reactio befejeztével sűrű, pépes tömeggé változik. Ezt rövid ideig állás után szivattyú segítségével leszűrjük, gyorsan agyagtányérra kenjük és vacuumban paraffin fölött megszabadítjuk a chloroformtól és széntetrachloridtól. A vacuum-száraz anyagot finom porrá szétdörzsölve feles vízzel maceráljuk, hogy egyrészt a feles antipyrint kioldjuk belőle, másrészt a keletkezett chlorhydrátokat elbontsuk; 2--3 órai állás és digerálás után a levált szabad bázist leszűrjük és agyagtányéron vacuumban megszáritjuk. Az első kísérletekben az így előállított nyers bázist erősebb sósavban oldottuk, hogy az anyag így a chlorhydráton keresztül tisztítható legyen, de ez az eljárás nem bizonyult helyesnek, mivel a sósav már hidegen is selen leválása közben elbontja a vegyületet. Egyelőre czélszerűbbnek bizonyult tehát a

sósavval való tisztítás mellőzésével a teljesen száraz nyers terméket chloroformban oldani és ebből az oldatból ætherrel kicsapni; a mikor is kis sárgaszínű túalakú kristályokban válik ki az új vegyület. De ez az eljárás tetemes veszteséggel jár. Sok próbálgatás után a körülbelül 40%-os æthylalkoholból való kristályosítás bizonyult eredményesebbnek, olyan formán, hogy a nyers anyagot feloldjuk 96%-os borszeszben és a vízfürdőn felmelegített oldathoz addig folytatunk vizet, míg zavarodás mutatkozik; ezt kevés alkohollal eltüntetve, az oldhatlan szennyezésektől azon forrón és gyorsan való szüréssel elkülönítjük. Lehűléskor finom sárga színű túalakú kristályok alakjában válik ki a vegyület, míg a színező anyagok s az esetleges melléktermékek oldatban maradnak. Így eljárva 30 gramm száraz nyers anyagból, a mely azonban még sok szinselent is tartalmaz, 15 gramm kristályos vegyületet sikerült nyerni, a mely azonban még nem vegytiszta, mert secundär hatás következtében még kevés monoselenidet is tartalmaz. Ettől úgy sikerült elkülöníteni, hogy kevés chloroformmal rázzuk, mikor a könnyebben oldható monoselenid kevés biseleniddel együtt teljesen oldatba megy. A visszamaradt biselenidet azután a fent leírt módon hígított borszeszből kristályosítjuk. Olvadáspontja  $215-16^{\circ}$  C, a mely ismételt jegeztítés által már nem emelkedik.

Elemzések:

I. 0·2592 gramm anyag adott az égetéskor<sup>1</sup> 0·4752 gramm  $CO_2$ -t és 0·1012 gramm  $H_2O$ -t;

II. 0·2976 gr. anyag adott az égetéskor 0·5464 gr.  $CO_2$ -t és 0·1146 gr.  $H_2O$ -t;

III. 0·1112 gr. anyag adott a DUMAS-féle nitrogén-meghatározáskor  $10\cdot5$  cm<sup>3</sup> nedves nitrogéngázt  $19\cdot5^{\circ}$  C-on és 762 mm barometer-nyomásnál;

IV. 0·1136 gr. anyag adott DUMAS szerint  $10\cdot8$  cm<sup>3</sup> nedves nitrogéngázt  $20^{\circ}$  C-on és 762 mm barometrikus nyomás mellett;

V. 0·3260 gr. anyag adott conc. kénsavval elbontva<sup>1</sup> 0·0954 gr. szinselent.

---

<sup>1</sup> Selentartalmú organikus vegyületek elemzését lásd a következő, a II. fejezetben.

Talált értékek :

$$\begin{aligned} C &= 49\cdot97\% \text{ (I), } 50\cdot07\% \text{ (II); } \\ H &= 4\cdot36\% \text{ (I), } 4\cdot31\% \text{ (II); } \\ N &= 10\cdot79\% \text{ (I), } 10\cdot84\% \text{ (II); } \\ Se &= 29\cdot26\%. \end{aligned}$$

Az antipyrylbiselenid:  $C_{22}H_{22}O_2N_4Se_2$  tapasztalati képlet számított értékei:

$$\begin{aligned} C &= 49\cdot60\% ; \\ H &= 4\cdot18\% ; \\ N &= 10\cdot53\% ; \\ Se &= 29\cdot74\% . \end{aligned}$$

Ezen elemzési adatokból kitűnik, hogy az antipyryrin és selenchlorür között végbemenő kémiai reakcióban teljes analogia nyilatkozik meg a kénchlorürnek antipyryrinre gyakorolt hatásával és hogy az sematikusan a következő egyenlettel fejezhető ki:



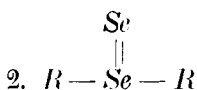
A keletkezett kristályos termék egy antipyrylbiselenid, a mely azonban lényegesen különbözik úgy szerkezetében, mint összetételében és tulajdonságaiban a fentebb említett, MICHAELIS előállította oxgyénmentes selenopyrintól.

*Oldhatósági viszonyok.* Mint előre látható volt, az antipyrylbiselenid vízzel szemben úgy viselkedik, mint a megfelelő kénvegyület, azaz vízben majdnem oldhatatlan. Ha feles vízzel hosszabb ideig rázzuk, a szűrletek kellemetlen kesernyész ízt mutatnak, jelölül annak, hogy nyomokban — valószínűleg bomlás közben — mégis feloldódik valami a vegyületből. Chloroform kitűnően oldja, bár nem azzal a határtalan könnyűséggel, melyet a megfelelő kénszármazékon tapasztalunk. Methyl- és aethylalkohol hidegen kevéssé, de forrón nagyon jól oldja. Hideg benzol alig, de forró benzol tetemes mennyiségben, bár kis bomlás közben oldja, úgy, hogy ezen oldószer a vegyület kristályosítására felette alkalmas. Aetherben és széntetrachloridban a vegyület csaknem oldhatatlan.

Sóit tiszta állapotban elkülöníteni eddig nem sikerült, mivel azok a vegyület gyengén bázikus természeténél fogva vízzel

érintkezve azonnal elbomlanak és az oldhatatlan bázis, mint olyan, rögtön kiválik; ebben ismét teljes analogiát látunk a megfelelő kénvegyülettel.

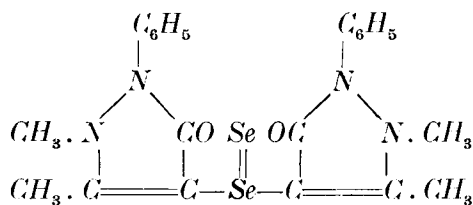
Az antipyrilbisenidnek ép úgy, mint a bisulfidnak, kétféle szerkezeti képletet adhatunk:



aszerint, a mint a selenchlorürt a  $Cl - Se - Se - Cl$  (symmetr.) vagy pedig a  $Cl - Se - Cl$  (assymetr.) képlet illeti meg. Összes eddigi



tapasztalataink az assymetriás vagyis «selenoselenid» képlet mellett szólnak. Ezirányú megfigyeléseink között legfontosabb a biselenid viselkedése erősebb sósavval szemben, mellyel összehozva, a vegyület azonnal lehasít egy atom selent amorf alakban és átalakul antipyrilmonoselenidé. Ezen magatartásában különbözik a korrespondeáló dithiobisantipyrintől, a mely conc. sósavban feloldódik anélkül, hogy egy kétatomot lehasítana. Eleget teszünk tehát a vegyületnek sósavval szemben tanúsított eme fontos viselkedésének, ha a «selenoselenid» képletet tulajdonítjuk neki:



és «diantipyrilselenoselenidnek» nevezzük.

A vegyület ezen szerkezetéből eléggé biztos következtetést vonhatunk magának a selenchlorürnek a szerkezetére is, hogy az t. i. organikus synthesiseknél való viselkedésénél fogva a  $Cl - Se - Cl$  szerkezettel bír és «selenoselenchloridnak» tekin-



tendő. Ebbeli következtetésünk megegyezik azzal az eredménnyel,

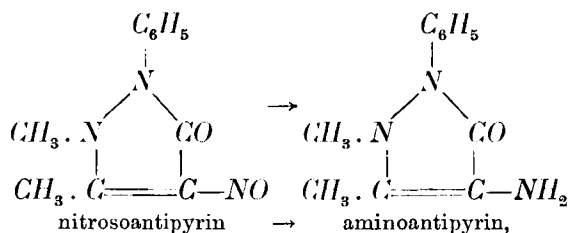


a melyet BECKMANN<sup>1</sup> a selenchlorür physicochemiai vizsgálata alkalmával az újabb időkben nyert.

Egyikünk<sup>2</sup> a dithiobisantipyrinből és fémhiganyból chloroformos oldatban való rázás által előállította a szépen kristályosodó és a dithiovegyületre jellemző mercuriodithiobisantipyrin, a mely egy atom higany felvétele által simán és quantitative keletkezik az antipyrin és homologjainak dithioszarmazékaiból. Minden eddigi fáradozásunk az analog higanyadditós terméknek a selensorozatban való előállítására hiábavalónak bizonyult, mert ha a legtisztább antipyrilselenoselenidet chloroformos oldatban fémhiganyval akár órák hosszat rázzuk, kevés selenhigány leválását tapasztaljuk; ha erről leszűrünk, a szűrlet bepárlása után csak higanymentes kristályokat kapunk, a melyek mindannyiszor a változatlan antipyrilbiselenidnek bizonyultak.

Ez az eljárás itt tehát nem egyéb egy rationalis tisztítási processusnál, a melynek segélyével eltávolíthatjuk a vegyületből még azokat az utolsó selennyomokat is, a melyek a többszörös jegezcítés által a kristályoktól el nem választhatók, illetve a jegezcítéskor előálló csekély bomlások folytán azokon mindig újból lerakódnak.

A selenchlorürből előállított antipyrilselenoselenid szerkezetének kifogástalan bizonyítása végett tervbe vettük a symmetrikus antipyrilbiselenid synthesisét a következő módon. A KNORR-féle nitrosoantipyrin redukáljuk aminoantipyrinné:

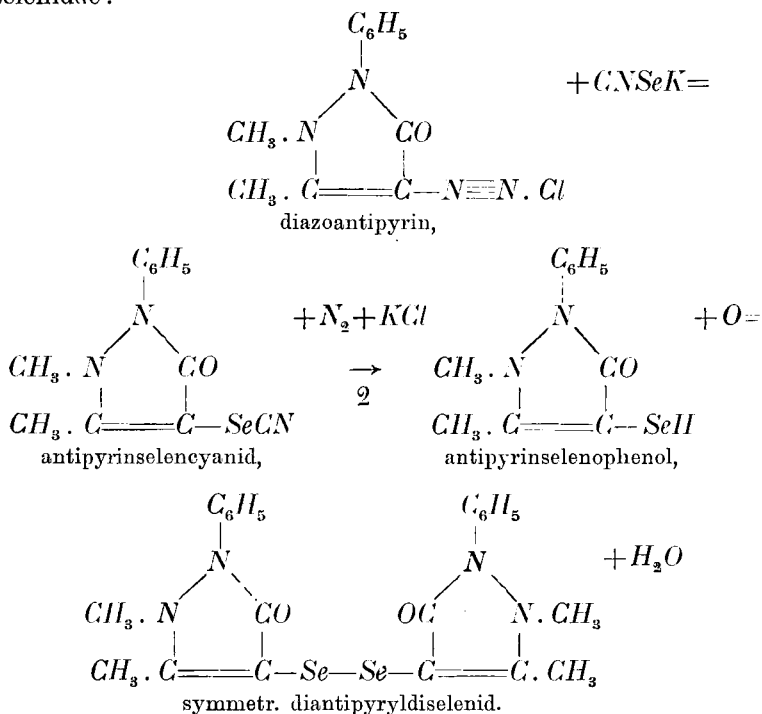


ebből diazotálás és a diazonium vegyületnek selencyankáliummal való elbontása által antipyrilselencyanidnak, illetve antipyril-

<sup>1</sup> BECKMANN: l. c.

<sup>2</sup> KONEK: Math. és természettud. értesítő XXV., 386,

selenophenolnak kell keletkeznie, a melynek már a levegő oxgyénjének behatására át kell alakulnia a megfelelő symmetrikus biselenidvé:



Ha fentebbi okoskodásunk helyes volt, az így synthetizált symmetrikus diantipyrilbiselenidnek különböznie kell a selenchlorürből általunk előállított diantipyrilselenoselenidtól. Ezirányú kísérleteinket már megkezdtük, eredményükről pedig annak idején később fogunk beszámolni.

### Diantipyrilmonoselenid.

Mint már fentebb említettük, az antipyrin selenoselenidje conc. sósavval összehozva egy atom selen lehasítása közben simán elbomlik és átalakul egy új vegyületté, az antipyrin monoselenidjévé. E célból a nyers biselenidet — vagy akár a tisztítottat is — feles conc. (30%) sósavval főzzük, míg a szinselen

leválása befejezettnek látszik. Ettől szűrés által elkülönítjük s az új bázis chlorhydrátját tartalmazó oldatot szódalúggal hidegen telítve, kiválik az oldhatatlan, nyers, de már eléggé tiszta új bázis, az antipyrilmonoselenid. A nyers terméket szivattyúval gyorsan leszűrjük és vacuumban teljesen kiszárítjuk, majd forró tiszta benzolból többször átkristályosítjuk, míg olvadáspontja eléri a 240° C-t. Ily módon gyönyörűen irizáló, gyöngyházfényű, hófehér, pikkelyes kristályok alakjában nyerjük.

Elemzések:

I. 0.1608 gr. anyag adott az égetéskor 0.3457 gr.  $CO_2$ -t és 0.0693 gr.  $H_2O$ -t.

II. 0.1084 gr. anyag adott DUMAS szerint 11.4 cm<sup>3</sup> nedves nitrogéngázt 18° C-on és 760 mm barometrikus nyomás mellett.

III. 0.2616 gr. anyag adott  $Na_2O_2$ -vel elégetve<sup>1</sup> és sósavval és jódkáliummal redukálva 0.0460 gr. fekete színselent.

Talált értékek:

$$C = 58.63\%$$

$$H = 4.82\%$$

$$N = 12.10\%$$

$$Se = 17.58\%$$

A  $C_{22}H_{22}O_2N_4Se$  tapaszt. képlet számított értékei:

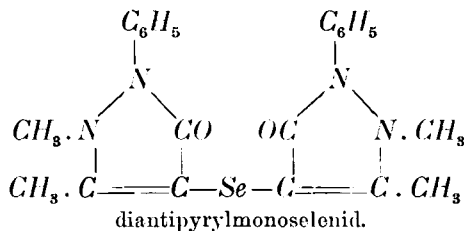
$$C = 58.22\%$$

$$H = 4.89\%$$

$$N = 12.36\%$$

$$Se = 17.46\%$$

Ezen elemzési adatokból kitűnik, hogy az új termék a biselenidből egy atom selen leválása közben keletkezett és így nem lehet más, mint az antipyrin monoselenidje:



<sup>1</sup> L. a következő fejezetet.

A vegyület oldhatósági viszonyai azonosak a biselenidéivel. A sóképzéskor is hasonlóan viselkedik, hogy t. i. annyira gyenge bázis, hogy még a legerősebb savakkal képezett sók is vizes oldatban rögtön disszociálnak savra és az oldhatlan csapadék alakjában leváló bázisra.

Érdekes lett volna az antipyrilselenidnek physiologiai hatását is tanulmányozni, a mely hivatva volna világot vetni a selen pharmakodynamikai hatására; ebbeli állat- és emberkísérleteinket azonban csak akkor valósíthatjuk meg, ha majd ezen meglehetősen drága és nehezen hozzáférhető selenid nagyobb mennyiségben fog rendelkezésünkre állani.

## II. FEJEZET.

### Adatok és észrevételek selentartalmú organikus vegyületek elemzéséhez.

*Konek Frigyes-től és Schleifer Oszkár-tól.*

Selentartalmú szerves vegyületek elégetése a szén és hydrogén quantitativ meghatározása czéljából eléggé kényes feladat. A szakirodalomban és a legújabb tankönyvekben található adatok éppenséggel nem mondhatók megbízhatóknak. Sok próbálgatás után legezélszerűbbnek bizonyult az égetőcsöveket ólomchromáttal tölteni, elülső részükben pedig egy 10—15 cm hosszú szemcsés ólomsuperoxyd-réteget alkalmazni, a mely légfürdőben 190—200 fokra hevítendő. Az oxygen-árammal esetleg előre jutó selenesav-tartalmú égési gázokat ez a meleg ólomsuperoxyd-réteg minden bizonnyal megtisztítja, a mennyiben a selent selenit vagy selenat alakjában visszatartja. Ilyen elrendezés mellett az elégetendő anyagban nitrogén és halogén is lehet, az ólomsuperoxydréteg ezeket az elemeket is visszatartja nitrát és haloidsó alakjában és így ártalmatlanná teszi őket az absorptiók készülékekre nézve.

Lassú oxygenáramban így bármely selentartalmú szerves vegyület elégethető és az általunk már előállított selentartalmú kristályos antipyrinszármazékok is ezen eljárást követve, a helyes értékeket szolgáltatták.

A DUMAS-féle nitrogénmeghatározás rendes menetére a selen-tartalom nem gyakorol befolyást, a mennyiben az égési gázokkal esetleg előrejutó savanyú selenoxydok az erős káliklóg által teljesen absorbeáltatnak. Lehet ólomchromáttal vagy akár réz-oxyddal töltött csövekben is égetni és a nitrogénoxydok elbontására a rendes redukált fémréz spirálist alkalmazni a cső elülső részében. A kristályos és tiszta antipyrilmono- és biselenid ily módon a helyes nitrogén-értékeket szolgáltatta.

Annál nagyobb nehézségeket okozott azonban szerves vegyületek selen-tartalmának quantitativ meghatározása.

E téren szerzett tapasztalataink teljesen igazolják MEYER HANSNAK az «Analyse und Konstitutionsbestimmung organischer Verbindungen» czimű kitűnő munkájának legújabb kiadásában tett amaz észrevételét, hogy organikus vegyületek selen-tartalmának quantitativ meghatározására jó és megbízható módszert ez idő szerint még nem ismerünk. Kísérlet tárgyává tettük a következő, a szakirodalomban megbízhatónak elfogadott módszereket.

1. Conc. vagy füstölgő salétromsavval való oxydatio;
2. salétromsavval és  $KClO_3$ -dal való oxydatio;
3. conc. kénsavval való elbontás;
4. FRERICHS - CARIUS eljárása, conc. salétromsavval és  $AjNO_3$ -mal;
5. nátriumsuperoxyddal való elégetés;
6. kalorimetr. bombában nagy nyomású oxygenben való elégetés.

Mindezekre az eljárásokra röviden a következő észrevételeket tehetjük:

1.-re vonatkozólag: a bepárláskor a selen jelentékeny mennyisége elvész; ez a módszer a mi esetünkben nem volt alkalmazható.

2.-re vonatkozólag: a bepárláskor még tetemesebb selen-vesztéseket tapasztaltunk; valószínű, hogy illó chlorvegyületek mennek el.

3.-ra vonatkozólag: az a meggyőződésünk, hogy a következő óvintézkedések szem előtt tartásával ez a módszer — melyet rendkívüli egyszerűsége is ajánl — alkalmazható szerves anyagok selen-tartalmának quantitativ meghatározására. Eljárás-

sunk, a mely az antipyrin selenidjeire alkalmazva helyes eredményeket adott, röviden a következő: 0·2—0·3 gr. anyagot 50—100 cm<sup>3</sup>-es quarcz-lombikban leöntünk 10—12 cm<sup>3</sup> tiszta conc. kénsavval és dróthálón folytonos mozgatus közben addig melegítjük, míg a tiszta oldat barnás-zöld színt vesz fel, vagy benne csokoládébarnás emulsió mutatkozik; kénsavgőzök ekkor még nem fejlődnek. Kihülés után 200 cm<sup>3</sup> hideg vízbe öntjük s nem törődve a vörös felhő alakjában kiváló selennel, az oldatot kénessavgázzal telítjük; felforraljuk és a főzőpoharat a fenekén összegyűlt fekete selencsapadékkal együtt legalább is egy éjjelen át állani hagyjuk, miután megelőzőleg még 100 cm<sup>3</sup> vízzel hígítottuk. Reggelre még mérhető mennyiségű piros selen csapódik ki. A kivált selent mért szűrőre gyűjtjük, teljesen kimoszuk forró vízzel, majd alkohollal is. A szűrletekből még további álláskor mérhető mennyiségű selen már nem válik ki. A módszer bökkenője ott van, hogy nem absolut biztos az az idő vagy temperatura, a melynél a selen quantitativ kioldása befejeződött; mert ha ezen túl megyünk, akkor a conc. kénsav a feloldott selen egy részét valószínűleg oxydálja  $SeO_2$ -vé és ennek a reductiója kénsavas közegben azután már felette nehéz.

Kísérleteket akarunk végezni aziránt, vajjon nem sikerül-e az organikusán kötött selent conc. kénsavval való KJELDAHL-szerű roncsolás segélyével quantitative kioldani, illetve selenoxydokká változtatni és ezeket azután jódkáliummal vagy más reductió eljárással színselenné redukálni.

4. A FRERICHS-CARIUS módszer, a midőn az illető szerves anyagot ezüstnitrát jelenlétében füstölgő salétromsavval való bepárlás által szétroncsoljuk, a keletkezett ezüstselenitet szűrőn elkülönítve, salétromsavban oldjuk és VOLLHARD szerint  $\frac{n}{10}$  rhodanammonnal megtitráljuk: antipyrilmonoselenid esetében helyes eredményt adott. Úgy látszik tehát, hogy az ezüstnitrát jelenléte elejét veszi a selen illóságánál fogva különben elkerülhetetlen veszteségeknek. Döntő véleményt a módszerről majd csak akkor mondhatunk, ha nagyobb kísérleti anyag áll rendelkezésünkre.

5. A nátriumsuperoxyddal való elégetés igen biztatónak

látszott, mert hiszen várni lehetett, hogy ez a peroxyd, valamint az organikus ként quantitative  $Na_2SO_4$ -gyé, úgy a selen is  $Na_2SeO_4$ -gyé oxydálja. Eddigi, nagy számmal végzett kísérleteink azonban meggyőztek arról, hogy lényeges különbség van e tekintetben a kén és a selen között, a mennyiben ez utóbbi sokkalta nehezebben oxydálható, sőt első kísérleteinkben a selen jó része amorf alakban maradt vissza. A nátriumsuperoxyd mennyiségének a fokozásával el lehet ugyan érni azt, hogy amorf selen ne maradjon vissza, de a nátriumselenát reductiója akár sósavval és kénessavval, akár pedig jódkáliummal, eleddig teljesen nem sikerült és mindig néhány százaléknyi hiány mutatkozott. Ezirányú kísérleteinket még folytatni fogjuk.

6. Ha végül selentartalmú szerves vegyületeket a BERTHELOT-MAHLER-féle caloriméter bombájában 25 atmosphaera nyomás alatt oxygénben elégetünk, több mint bizonyos, hogy az összes selennek a legmagasabb oxydatiós terméké, azaz selensavanhydriddé,  $SeO_3$ -á kell átalakulnia, a mely az égési vízzel selensavat adna. Ez a sav pedig a bomba kiöblítése és a szénsav kiforralása után a salétromsav mellett egyszerű titrálással, vagy szinselenné való redukálás után gravimetrikusan is meghatározható. Eddigi kísérleteinkből azonban kitűnik, hogy nem minden szerves selenid viselkedik így, a mennyiben pl. az antipyrilbisenidből a bombában egy vízben oldhatatlan selenoxyd keletkezik. További hátránya az eljárásnak, hogy ott, a hol a selenpastilla a platinával érintkezik, a gyújtás pillanatában kiváló selen, még mielőtt oxydálódott volna, a platinával ötvöződik, a mi kisebb-nagyobb veszteségeket okoz.

Egyszerű és gyűrűs selenidekkel végzendő kísérletek lesznek hivatva eldönteni azt, hogy vajjon sikerül-e ezen hátrányok kiküszöbölésével ezen eljárást annyira tökéletesíteni, hogy vele egy egyszerű és megbízható módszert nyerjünk szerves vegyületek selentartalmának a quantitativ meghatározására.

## A VÉGBÉL ÉS A PARS ANALIS RECTI MIKROSKOPI SZERKEZETÉRŐL.

SZENT-GYÖRGYI ALBERT-től.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a végbél legalsó szakasza gyakori megbetegedései miatt orvosi szempontból egyike az emberi test legfontosabb részeinek, és ha nem tévesztjük szem elől azt a körülményt, hogy itt két különböző csíralemeznek, az ekto- és entodermának közvetlen átmenetét figyelhetjük meg, a mi e tájéknak különös szövettani érdekességet kölcsönöz, szinte feltűnik, mily szegény e tájék finomabb anatómiájának és szövettanának az irodalma.

Nem látszott tehát feleslegesnek a canalis analis mikroskopi anatómiáját még egyszer tüzetesen áttanulmányozni, már azért sem, mivel az irodalomban egyik-másik nem kevésbé fontos mikroskopi részletkérdés elbirálásánál hiányzott a kívánatos összhang.

A canalis analisnak (Symington) legkülső, átlag 1·5 cm-nyi darabja még alig különbözik a környezeti külbőrtől. Utóbbinál valamivel sötétebb színű, a mit a pigment okoz. Tapintata is valamivel lágyabb. Rajta egyénenként váltakozva meglehetősen gazdagságban hosszú vagy rövidebb szőrözés látható. A felületét durvább sugárirányú ránczok foglalják el, melyek keretén belül ismét egy finomabb ránczolat figyelhető meg.

Ez a külső, nagyjában a külbőrhöz igen hasonló része a canalis analisnak a *zona cutanea*.

A bélcsatornának ettől befelé következő része sima alkotása által tűnik ki. Szőrözete egyáltalában nincs és redőket is alig visel. Színe rózsaszín, tapintata lágy. Az élön azonban a sphincterek tónusa következtében ez a részlet is durva redőkbe van



szedődve. Ezt a részét a bélesatornának, melynek átmérője átlag 11 mm, WALDEYER «*zona intermedia*»-nak, RODIN és CADIAT «*zone cutanée lisse*»-nek nevezte el.

A következő részlet, melyet MORGAGNI találóan «*zona columnaris*» névvel jelölt, hosszant futó redőkből áll. E redőket (columnae Morgagni), melyeknek száma 8 körül ingadozik, a nyálkahártyának vályúszerűn kivájt részletei, a sinus Morgagni választják el egymástól. A columnák alapjukon kiszélesedve ívszerűen hajolnak át egymásba. Ezen, a columnákat összekötő ivercskék teszik a *linea sinuosát* (RAUBER), mely elválasztja a zona intermediát a zona columnaristól.

A sinusok distalisabb, főleg a *salvulae Glissonii* által fedett részei kisebb, szabad szemmel gyakran alig észrevehető tasakoknak, hosszabb-rövidebb járatoknak, canaliculusoknak (MORGAGNI) teszik kiindulási helyét. E járatok egészen az izomzatig hatolhatnak be. Egyik részük elágazódik, másik részük pedig megtartja mindvégig egységes alkotását. E canaliculusok olykor hosszú, csőszerű, rendkívül megnyúlt Lieberkühn-kriptákhoz hasonló járatokra oszlanak, melyek előre vagy esetleg hátrafelé futva, melyen behatolhatnak a zona intermedia alá. A zona columnaris nyálkahártyája a végbél szürkés-fehéres nyálkahártyájától halvány rózsaszín megjelenése által különbözik. A végbél színét szürkévé a Lieberkühn-kripták teszik. A két színárnyalat között az átmenet rendszeren észrevétlenül lassú, néha azonban hirtelen s így az átmenet helyét egy vonal, a HERRMANN által leírt «*ligne anorectale*» jelzi, a mely a columnák végének tájékára esik. E kis, nem mindig kifejezett színelkülönbségtől eltekintve, szabad szemmel alig tudunk valamely más különbséget találni a zona columnaris és az orálishan következő bélrészlet nyálkahártyája között.

A columnák nagyobb részének hossza átlag 1 cm. Egy részük azonban rendszeren tovább megy felfelé és a *linea sinuosá*tól mintegy 4 cm-nyire irányt változtatva, egy rendkívül dús, a nyálkahártya redői által alkotott hálózatba megy át. A végbél e legfelső, de egyúttal leghosszabb részletén (12 cm) ugyanis a nyálkahártya szabálytalan, össze-vissza futó redőkbe szedődik, miáltal egész megjelenésével a gyomor nyálkahártyájához lesz

igen hasonlónak. E redők megjelölésére a «*plicae reticulares*» nevet találtam legalkalmasabbnak. Bár e redők praktikus jelentőségre is tehetnek szert, eddig majdnem teljesen elkerülték a szerzők figyelmét.

A zona columnarist a végbélnek ettől a redőkben dús darabjától egy simább részlet választja el, melyet *zona glabrá*-nak nevezhetünk. E zónában apró, tüszúrásszerű gödröcskék és karcolásszerű barázdák jelzik a lymphatikus csomóknak a nyálkahártyákban való megjelenését. E helytől felfelé a csomók mindinkább nőnek, úgy, hogy a pars reticularis területén rendszeren már meglehetősen feltűnő kis tojásdad vagy kerek dombocskák képében ismerhetők fel. Minden dombocska közepén egy kráter-szerű behúzóadás, egy «porus follicularis» látható. A plicák közti hasadékszerű mélyedésekben kiemelkedések természetesen nincsenek, míg a behúzóadás a nagyobb lymphatikus csomók felett aligha fog hiányozni.

Azt azonban ki kell emelnünk, hogy a nyálkahártya összes alakulatai, a columnae Morgagni-kat is beleértve, rendkívül alá vannak vetve pathológiás, főleg pedig postmortalis elváltozásoknak.

Az egyes, mikroszkopice megkülönböztethető zónáknak meg van az egymástól eltérő, jól jellemezhető szövettani alkotása.

A zona cutanea a mikroszkop alatt is alig különbözik a külbőrtől. A papillák magasak és szabálytalanok. Csak a szaruréteg nem oly vastag, mint a test felszínén általában lenni szokott. Megtaláljuk itt a bőr két jellemző mirigyféleségét is, a faggyú- és verejtékmirigyeket. Az előbbieket, a mint azt már GAY is kiemeli (1871), néha meglepően nagyok és aránylag igen tagozottak. A verejtékmirigyek, melyeket első leírójukról GAY-féle circumanalis mirigyeknek neveznek, morfológiailag igen gyakran szintén nem térnek el a rendes verejtékmirigyektől, rendszeren azonban ez utóbbiaknál nagyobbak, sőt nem ritkán igen nagy méreteket mutatnak. Különlegességük nem annyira a gomoly nagyságában, mint inkább a lumen tágasságában keresendő, mert a mi a gomoly nagyságát illeti, e mirigyek messze elmaradnak a hónalj-mirigyek mögött, míg a lumen tágasságát illetőleg e mirigyek minden más tájék verejtékmirigyeit túlszárnyalják.

Nyiroksejtek elszórta már ezen zónában található. Itt

azonban e sejtek csomócskákká még sehohsem tömörülnek s csak a faggyúmirigyek körül és esetleg a felszín közelében jelennek meg kissé számosabban.

A zona intermediában a hám képe megváltozik. A magas, szabálytalan papillák helyét szabályos, kissé alacsonyabb, végeiken lekerekített papillák foglalják el. A stratum corneum már a zona külső részén lassan elenyésczik s csak a stratum granulosum követhető egészen a linea sinuosáig. A hám alatti kötőszövet nagyjából a bőr coriumának felel meg. Zsírt a legmélyebb rétegekben közvetlen a sphincter ani internus felett csak az esetek kis részében találunk, akkor is csak kis mennyiségben. A lymphaticus sejtek száma szaporodott, főleg a hám alatt. Lymphaticus csomócskákra emlékeztető sűrűbb elrendeződés azonban még itt sem található.

Mint mindenütt, a hol a külbőr a nyálkahártyába megy át, itt is megtalálhatjuk a szabad (vagyis hajtűsző nélkül álló) faggyúmirigyeket, melyeket e helyen először egy olasz szerző, Romitti írt le. Ezek kicsi, olykor erősen tagozott mirigyek. Meglehetős ritkán állanak és csak az esetek 50%-ában találhatók meg. Egészen a linea sinuosáig terjednek, sőt esetleg kivételesen még a valvulae semilunares Glissonii alatt is megtalálhatók.

A zona intermedia alatt találjuk a sphincter ani internust, melynek kifelé eső része van a hámhoz legközelebb, melytől befelé menve mindinkább eltávolodik, míg végül a zona columnaris kezdeti része alatt a bél circularis izomburkolatába megy át. A sphincter internus caudalis végénél kezdődik a circularis nyálábokra tagozott sphincter externus. Ez a sphincter körkörös nyálábokból áll, melyek egymást a metszeten leggyakrabban cserépszindely módjára fedve veszik körül a végbélnyílást. A legbelső nyálábot a sphincter internustól csak kevés kötőszövet választja el. Ez a két sphinctert elválasztó kötőszövet felel meg a felületre vonatkoztatva a zona cutanea és intermedia közötti határnak. A külső végbél-nyílás-záróizom harántul csikolt, míg a belső sima izomelemekből áll. Ennek megfelelőn a külső sphincternek megfelelő zonát, a zona cutaneát pars leiosphinctericának nevezhetjük a pars rhabdosphinctericával, azaz a zona intermediaival szemben, mely a belső sphincternek felel meg.

A zona columnaris hámja két részletből áll. Más hám borítja a columnákat, és más hám béleli ki a sinusokat. A columnákon többrétegű laphámot, a sinusokban többrétegű cylindrikus hámot találunk. A laphám körülbelül 5—6 rétegből áll. A legmélyebb sejtek hosszúkásak és kicsinyek. A középsők köbalakúak, a felületesek lelapultak. Elszarusodás itt nincs. A sinusok hámja megegyezik a columnák hámjával, csak a legfelületesebb ellapult réteg helyett találunk hengeres sejteket. Azonban úgy látszik, a hengeres hám igen érzékeny és igen könnyen alakul át laphámmá, mert igen sok helyen találunk laphámot oly helyeken is, ahol cylindrikus hámot várhatnánk.

A canaliculusokat, melyeket HERMANN «dépressions», BRAUN pedig «Sinusitäten» néven foglalt össze, a kezdeti részekben több rétegű lapos, majd köbhám béleli, melynek vastagsága a mélység felé lassan 2—4 rétegre redukálódik. A hosszú csőszerű járatokat magas, cylindrikus hám béleli ki, melyet kifelé csak 1 vagy esetleg 2 rétegben környeznek a köbalakú basalis sejtek. Itt megemlíthetjük, hogy a hosszú, keskeny, csőszerű másodlagos járatok végeikkel legtöbbször egy valódi kis lymphaticus csomócskába vannak ágyazva, még akkor is, ha végeik a pars leiosphinctericába érnek. A bélesatorna mucosájának izomrétege legtöbbször a linea sinuosáig követhető. A columnának semmi különös izomnyalábokból álló, fentartó készüléke — amint azt KOHLRAUSCH és RÜDINGER leírta — nincsen.

Tehát e zonában legtöbbször már megkülönböztethetnénk egy tunica propriát, muscularist és submucosát, ugyan a muscularis még nem annyira egy összefüggő rétegből, mint inkább nyalábokból áll. Minden fentartás nélkül azonban mégsem szólhatunk mucosáról s így teljesen hozzájárulhatunk a HERMANN által először használt «mucosa analis» megnevezéshez.

A nyiroksejtek e zonában már meglehetősen sűrű elrendeződést mutatnak, sőt a tunica propriában sok helyen már lymphaticus csomókká tömörülnek. Valódi nyiroksejtsomókat centrum germinativummal még nem találunk. Behúzóadás a felületen még nem jelzi a csomócskák jelenlétét, melyek mikroszkopice csak egész apró fehér pontocska képében jelennek meg.

A LIEBERKÜHN-mirigyek már e zonában — különösen annak oralis harmadában — megjelennek. Kivételesen egyes igen tág depressiókban is megtalálhatók. A zona columnarisban a mirigyek még csak elszórtan jelennek meg, sűrűn sehol sincsenek elrendezve. Különösen kitűnnek rudimentär alakjukkal, mely a keskeny átmérőben, a mirigyek rövidségében, vagy épen ennek ellenkezőjében, a mirigyek cysticus tágasságában és az elágazódás iránt tanusított nagy hajlamosságban nyilatkozik.

Az oralisan következő zonákat a bél tipikus egyrétegű hengeres hámba jellemzi. A hirtelen átmenetét a mucosa analis több rétegű hámból az egyrétegű hámba a linea sinuosától mintegy 9 mm-nyire találjuk meg. E távolság azonban meg lehetős nagy ingadozásnak van alávetve.

A zona columnaristól oralisan következő részeken a LIEBERKÜHN-krypták eleinte szintén kissé elszórtan találhatók. Egy részüknek alakja még mindig kissé csökevényes jellegű. Néhány milliméteren belül azonban, esetleg már közvetlen a z. columnaris szomszédságában, felveszik sűrű elrendeződésüket.

A zona columnaristól oralisan következő simább részlet mikroszkopi képét jellemzi még a submucosában a legtöbb esetben megtalálható zsir, a mely apró lebenyekben jelenik meg.

A nyirokcsomók a zona columnaristól oralfelé fokozatos növekvést mutatnak. Eleinte még nem annyira tömörök és megelégednek a mucosa által adott térrel, a LIEBERKÜHN-mirigyeket mintegy széttőlva. A szabad szemmel alig látható pórus a zona glabra proximalis részeiben a mikroszkop alatt is megfigyelhető. Itt még nem minden folliculusnak felel meg behúzódás a felületen.

Végül figyeljünk meg egy nodulus lymphaticust a plicæ reticulares zónájában a maga kis dombocskájával és porusaival a mikroszkop alatt. A LIEBERKÜHN-mirigyek betérjednek a porus follicularis belső lejtőjére. Csak a porus legfenekén fekszik a nyirokcsövet szabadon, közvetlenül a hám alatt. A csomó, ha fejlett, igen tömött, egy világosabb központi résszel. Nemcsak a mucosát foglalja el, hanem betérjed kissé a submucosába is.

Ha a csomókat reconstruálva a térben képzeljük el, leg-

jobban egy gömbölyűen kivájt tányérhoz hasonlíthatjuk őket, melynek átmérője a szélek felé fokozatosan megkeskenyedik. A legmélyebb pont a porus follicularis fundusának felel meg. A csomócska szélei a dombocska alatt kissé a nyálkahártya színvonalára fölé emelkednek. A keresztmetszeten a csomócskák félhold alakúak, azért megjelölésükre a «*noduli semilunares*» nevet találtam legjellemzőbbnek.

---

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 május 19.-én tartott üléséből.)

# A PLATINA-VÍZ FELÜLETI FESZÜLTSGÉRŐL.

TANGL KÁROLY I. tagtól.

## Bevezetés.

1. A Math. és Természettud. Ért. XXVIII. k. 101—142. és az Annalen der Physik 34. 311—342. lapjain megjelent dolgozataimban<sup>1</sup> módszert ismertettem, melylyel le lehet mérni: mennyivel nagyobb a szilárd anyag és víz határfelületén fellépő feszültség, mint ugyanazon anyag és levegő határfelületén. Ha tehát  $T_f$  a szilárd anyag és víz,  $T_l$  a szilárd anyag és levegő határfelületi feszültsége, akkor módszerem szolgáltatja a  $T_f - T_l$  különbség értékét; nevezzük e különbséget a szilárd anyag-víz levegőre vonatkoztatott határfelületi feszültségének.

E dolgozatok megjelenése óta végzett vizsgálataim során mindenekelőtt arra törekedtem, hogy chemiailag jól definiált anyagokon végezzem méréseimet. Elsősorban a fémek jöhetnek számba, melyek az elektrokapilláris jelenségek miatt is különösen érdekesek; jelen dolgozatomban a platinára vonatkozó vizsgálataimat ismertetem.

Módszerem ama deformáció lemérésében áll, melyet a határfelületi feszültségből származó kapilláris nyomás az illető anyagból készült vékonyfalú csövön létrehoz. (I. p. 103., II. p. 312). Hogy ez a deformáció mérhető legyen, mindenekelőtt olyan platinacsöveket kellett készítenem, melyek falvastagsága ca 0.001 mm-nél kisebb.

## A platinacsövek készítmódja.

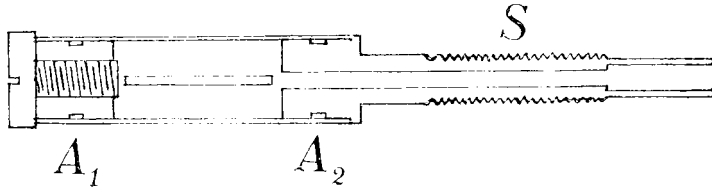
2. A kívánt vékonyságú platinacsöveket úgy készítettem, hogy vékonyfalú kaucsukcső külső felületét platinaréteggel von-

---

<sup>1</sup> Ezekre az értekezésekre a következőkben I. és II. alatt hivatkozom.

tam be. A platinaréteg alatt lévő kaucsuk nyilván nem zavar, mert hisz ha a platinázott cső vízbe merül, a víz csak a platinaréteg külső felületével érintkezik. Hosszas próbálgatás után sikerült a kaucsukcsöveket platinakathod elporlasztása útján tetszőleges vastagságú platinaréteggel bevonni.

A használt kaucsukcsövek hossza ca 4 cm, átmérője 10, illetve 12 mm, falvastagsága 0.6 mm. A kaucsukcsövet előbb alkoholos kendővel jól megdörzsölve, kívül is, belül is jól megtisztítottam, azután ráhúztam az 1. ábrán lerajzolt sárgaréz-tartóra. Az  $A_1$  és  $A_2$  hengereket az átmérőjükkel egyforma szélességű, 1 mm vastagságú, 2 cm hosszúságú lécz köti össze. A hengerek tengelyük mentén át vannak fúrva.  $A_1$ -be ebonitcsavar jár, mely a cső belsejét elzárja.  $A_2$ -hez egy vékonyabb



1. ábra.

S sárgarézcső illeszkedik, melybe kapilláris üvegső illik; ez üvegső hossza 20—30 cm, kapilláris lumenének átmérője ca 0.5 mm. Az  $A_1$   $A_2$  hengerek átmérője valamivel kisebb, mint a kaucsukcső belső átmérője, úgy hogy a kaucsukcsövet kissé meg kellett feszíteni, hogy a hengerekhez s a léczhez jól hozzásimuljon a nélkül, hogy a közepén behorpadna. A kaucsukcsövet a hengerekhez vékony sárgarézdróttal jól odakötöttem. Az így elkészített csövet platinázás előtt sellak- vagy hig kolloidumoldatba mártottam; a cső így vékony sellak-, illetve kolloidumréteggel vonódott be, mely megakadályozta platinasulfid képződését. Néhány napi szárítás után a cső vakuumedénybe került, szemben egy 4×4 cm méretű platinakathoddal, attól ca 2 cm távolságra. A levegőt ca 0.02 mm nyomásra kiszivattyúzván, induktor áramát bocsátottam át, közbeiktatott szikraközzel. Az anod és kathod közti középpotenciálkülönbséget 600 Volt körül tartottam, BRAUN-féle elektrométeren mérve.



A primær áram erőssége középértékben 6 Amp; az induktor higanyszagatóval működött. Szivattyúzásra GAEDE-fele szivattyú szolgált. A kaucsukcsövet tengelye körül forgathatóan helyeztem el a kathod előtt, hogy minden oldalát bevonhassam platinával; e végből a csövet 90°-kal különböző négy állásban tettem ki a kathodsugárzásnak. A kaucsukcső a kathodsugarak hatása alatt erősen felmelegszik; ezért egyhuzamban 2 percznél tovább sohasem exponáltam s minden kétperces expozíció után 3 percnyi szünetet tartottam.

A sellakkal vagy kollodiummal bevont csőre csapódott platinaréteg szép fehér s fényes; csupasz kaucsukon szürkés réteget kapunk, valószínűleg platinasulfid képződése miatt.

3. A platinaréteg vastagságát mérlegeléssel iparkodtam meghatározni. Kitént azonban, hogy a kaucsuk a kathodsugarak hatása alatt veszít súlyából; így pl. egy kaucsukcső, miután 48 perczig volt kitéve a kathodsugaraknak s szép platinaréteggel vonódott be, 1.1 mg-ot veszített súlyából, majd 12 órán át szabad levegőn állva, súlya 1.6 mg-mal szaporodott; további 144 perczig platinázva 5.0 mg-mal lett nehezebb. Ugyanaz a cső az első platinázás előtt egy napig vakuumban állva, a nélkül, hogy elektromos kisülés ment volna át az edényen, 1.0 mg-ot veszített súlyából. A kathodsugarak hatása alatt tehát nagyobb a súlyveszteség mint pusztán vakuumban. A platinaréteg vastagságát tehát a cső mérlegelésével nem lehetett lemérni. Azért úgy jártam el, hogy a kaucsukcső helyett vele egyforma méretű üvegcsövet helyeztem el ugyanúgy a vakuumedénybe s ugyanolyan körülmények között vontam be. Az üvegcsövet rendre 1×48, 2×48, 3×48 perczig exponálva, a súlyszaporodás egyenletesnek adódott annak jeléül, hogy a kathodsugarak hatására súlyveszteség nem történt.

#### A mérőeszköz leírása.

4. Méréseimhez az I. és II. leírt eszközt átalakítottam; ezt szükségessé tette az a körülmény, hogy a mérési eljárást némiképp módosítottam. A réztartóra húzott kaucsukcső belső terét, úgy mint azelőtt, vízzel töltöttem meg, mely a kapilláris üveg-

csőbe ért; a kaucsukcső deformációjával járó térfogatváltozást a kapillárisba nyúló folyadékcsál eltolódása jelezte.

Régi méréseimkor úgy jártam el (I. p. 108, II. p. 315), hogy a kaucsukcső vízbemerülésekor lemértem a hidrosztatikai nyomást  $p$ -t s a folyadékcsál ezzel járó eltolódását  $\delta$ -t; ezután emeltem a víznívót, lemértem a hidrosztatikai nyomás változását  $p'$ -t s az ezzel járó eltolódást  $\delta'$ -t. Az utóbbi műveletben csak a hidrosztatikai nyomás változván meg, a két mérésből ki lehetett számítani, hogy a cső vízbemerülésekor észlelt eltolódásból mennyit okozott a hidrosztatikai, mennyit a kapilláris nyomás, feltéve, hogy az eltolódás arányos a nyomással. Ugyanis a második mérésből kiszámíthatjuk a  $\frac{\delta'}{p'} = e$  viszonyt, melyet érzékenységek nevezhetünk;  $e =$  az 1 mm víznyomásnak megfelelő eltolódás; a mikor a cső vízbe merül, a hidrosztatikai nyomás  $e\rho$  eltolódást ad; valóban  $\delta$ -vel tolódott el a csál, tehát  $\delta - e\rho =$  a kapilláris nyomás okozta eltolódás, nem számítva a cső nem szimmetriás voltából származó hibát.

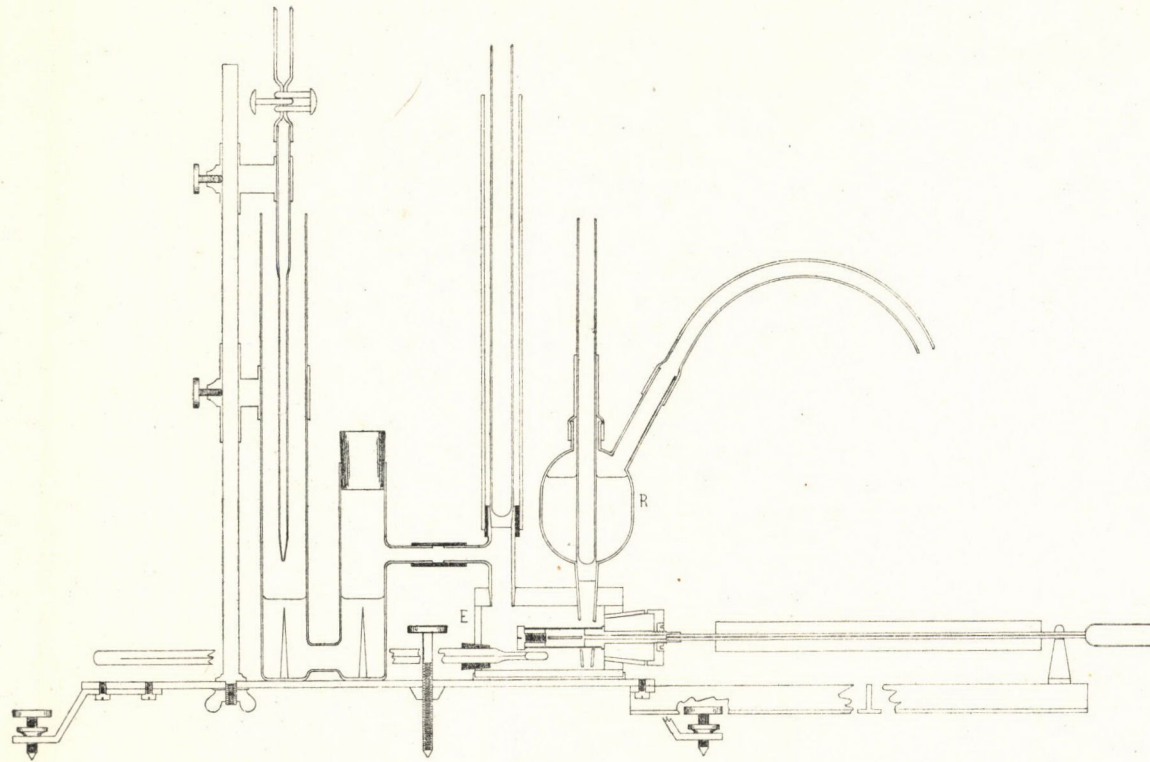
Már első méréseimkor akadtam olyan kaucsukcsőre, melyen az eltolódás nem volt arányos a nyomással, még pedig éppen a vékonyabb falú, tehát érzékenyebb csövek viselkedtek így (I. 115, II. 321). Ilyen esetben a fenti számítás hamis eredményt ad. Hogy az érzékenyebb csöveket mégis használhassam, a víznívó emelését egészen elhagytam, az érzékenység meghatározását pedig úgy végeztem, hogy a csövet teljesen zárt edénybe helyeztem, melyben a levegő nyomását ismert módon tudtam változtatni. Mielőtt a cső vízbe merült, emeltem a levegő nyomását  $p'$ -vel, észleltem a hozzávaló eltolódást  $\delta'$ -t, úgy választván meg a  $p'$  nyomást, hogy az eltolódás  $\delta'$  közel ugyanakkora legyen, mint mikor a cső vízbe merül. Ennek megtörténtével visszaállítottam a levegő eredeti nyomását, az edényt nyitottam, hogy a külső levegővel közlekedjék, az edénybe vizet bocsátottam, mely a csövet ellepte, lemértem a hidrosztatikai nyomást  $p$ -t és az eltolódást  $\delta$ -t.  $\delta$  és  $\delta'$  közel egyforma lévén,  $\delta - e\rho$  ( $e = \frac{\delta'}{p'}$ ) adja a kapilláris nyomás okozta eltolódást még akkor is, ha az eltolódás nem változik szigorúan arányosan a nyomás-

sal. Különben is az e czélből végzett mérésekből kitűnt, hogy az alkalmazott nyomási közben az arányosság megvan (l. alább).

5. Ehhez képest a mérőeszközt a következőképen rendeztem be: A kaucsukcsövet  $S$  tartójával (2. ábra) az ábrán látható módon üvegkonuszhoz erősítettem. A konusz e czélből tengelye mentén át volt fúrva, melybe a csőtartó  $S$  nyúlványa (1. ábra) beleillett; a nyúlványra csavarmenet volt vágva; az ezen járó anyacsavarral a tartót a konuszhoz lehetett szorítani. A konusz négyszögletes üvegedény  $E$  egyik oldalán lévő megfelelő nyílásába illett. Az  $E$  üvegedény planparallel üveglemezekből volt emailal összeragasztva (LEYBOLD); belső méretei: hossza 7 cm, magassága 3.6 cm, szélessége 4 cm; az edénybe 0.1 fokokra osztott hőmérő nyúlt. Az 1 cm vastagságú fedőlapján két lyuk volt fúrva (1 cm átm.), melyek egyikébe a rezervoár  $R$ , másikába egy a manometerhez vezető  $\perp$  alakú üvegső volt illeszthető. A rezervoárban látható üvegrúd zárta a rezervoárt; az üvegsövet emelvén, a víz az  $E$  edénybe ömlött egy vékony csövön keresztül, mely közel az edény fenekéig ért. A  $\perp$  cső az  $\cup$  alakú manometerhez vezetett, melynek alján anilin volt. Nyitott szárába anilint csepegtetve növeltem a levegő nyomását; a  $\perp$  cső felső nyílása akkor természetesen zárva volt. Az edény a manometerrel együtt egy fémlapra volt szerelve, az ezen lévő három csavarral a kaucsukcsövet vízszintesre lehetett állítani. A berendezés többi részlete az ábrából könnyen érthető.

Az egész eszköz vízfürdőbe került; ennek falán planparallel üveglemezzel elzárt ablakok voltak, hogy a kaucsukcsövet ellepő víz magasságát, a hőmérőt, a manometert, a kapilláris üvegsőben látható folyadékszál állását le lehessen olvasni. A vízfürdő hőmérsékletét állandóan  $20^\circ$  körül tartottam, az ingadozások mérés közben 1–2 század foknál többet alig tettek ki. Mérés előtt az eszköz körülbelül egy óra hosszat állott a fürdőben, ezalatt a rezervoárban levő víz felvette ugyanazt a hőmérsékletet, mint a melyet a hőmérő az  $E$  edényben mutatott. Egy mérés átlag 45–50 percet vett igénybe.

A csövet ellepő víznívó magasságának mérésére az  $E$  edény tetejéhez egy ferdén lefelé mutató platina-drótot erősítettem,



2. ábra.

mely a vízbe beleért a kaucsukcső közepe felett. A leolvasó mikroszkópban a csúcs s annak a víznívó-adta képe volt látható a következő alakban: < ; a törés megjelöli a víznívó helyét.

### Mérések.

6. A mérés menetének leírására legczélszerűbb egy mérést részletesen ismertetni. Álljon itt például az 1913 ápr. 1.-én végzett megfigyelés az 5. számú, előbb sellakkal bevont, majd platinizott csövön. Miután a fürdő hőmérséklete állandó lett, 5 perczenként leolvastam a folyadékszál állását egy milliméterekre beosztott skálán.

11 óra 25 percz	200·00
30        "	200 13
35        "	200·16.

Ekkor a manometer nyitott szárába anilint csepegtetek, ez 6 másodperczet vett igénybe: a csepegtetés 35 percz 12 másodperczkor kezdődött, 18 mperczkor bevégeződött, 35 percz 15 mp.-kor volt tehát a fele nyomás. A nyomás növekedett 9·70 mm víz nyomásával. A folyadékszál állása:

11 h. 35 percz 45 mpercz	192·79
36        "        15        "	192·53
36        "        45        "	192·40
37        "        15        "	192·36
38        "        15        "	192·20
39        "        15        "	192·15
40        "        15        "	192·05.

A folyadékszál állását előbb félperczenként, majd perczenként olvastam le. Az *H* edényt kinyitva, a nyomás a külső levegővel egyforma lett, a szál megint visszahúzódott s a következő helyzeteket foglalta el:

11 h. 45 percz	200·22
50        "	200·50
55        "	200·66.

Ekkor a rezervoárból vizet engedek  $\varepsilon$  edénybe, míg a kaucsukcsövet ellepi; ez a művelet is 6 másodpercet vett igénybe. Az első csepp 55 perc 12 mperczkor jutott az edénybe, 18 mperczkor ellepte a csövet; a rezervoárt ekkor zártam. A cső vízbemerülése tehát ugyanannyi időt vett igénybe, mint előbb a nyomás emelése; 55 perc 15 mperczkor ért a víznívó a cső közepéig. A folyadékszál állása:

55 perc	45 mpercz	197·22
56	“ 15	“ 198·44
56	“ 45	“ 199·15
57	“ 15	“ 109·59
58	“ 15	“ 200·19
59	“ 15	“ 200·61
12 óra	0	“ 15
		“ 200·99.

A temperatura közben 0·01—0·02 fokkal ingadozott. Ezután lemértem a víznívó magasságát a cső közepétől, s 10·06 mm-nek találtam.

7. A mint látható, a levegő nyomásának növelése után a folyadékszál nem vesz fel rögtön fix helyzetet, nem is mutat rögtön stacionárius járást. Részben a rugalmas utóhatás, részben a folyadékszál surlódása miatt csak bizonyos késéssel jut stacionárius állapotba, az észlelés tartama alatt ezt nem is érte még el. A  $p'$  nyomáshoz tartozó eltolódás tehát változik ama idővel, mely a nyomás beálltától eltelt; jelöljük ez időt  $t$ -vel. Mivel úgy a nyomás növelése, mint a vízbemerülés bizonyos időt, 6 másodpercet vett igénybe, a  $t$  időt számítom attól a pillanattól, mikor a nyomás  $\frac{1}{2} p'$  volt, illetve mikor a víznívó a cső feléig ért. Ettől az időponttól számított  $1 \times \frac{1}{2}$ ,  $2 \times \frac{1}{2}$ , ... perc múlva történt a folyadékszál leolvasása. A megejtendő számítások egyszerűsítése végett időegységül a félperczet választottam; a táblázatokban  $t$  ezen egységekben van kifejezve. A következő táblázatban összeállítottam az eltolódások  $\delta'$ , illetőleg  $\delta$  értékeit, melyek a levegő nyomásának emeléséhez —  $p'$ -hez — illetve a vízbemerüléskor lemért  $p$  nyomáshoz tartoznak a közölt észlelésben. Az eltolódások korrigálva vannak a miatt, hogy a folyadékszál úgy a nyomásváltoztatás, mint a vízbemerülés előtt bizo-

nyos járást mutatott; ez a korrekció különben nem lényeges, a mint az ki fog tűnni.

$t$	$\delta'$	$\delta$	$K'$
	$p'=9.70$	$p=10.06$	
1	7.37	3.45	— 5.29
2	7.63	2.24	— 6.98
3	7.76	1.54	— 7.90
4	7.80	1.11	— 8.45
6	7.96	0.53	— 9.18
8	8.01	0.13	— 9.67
10	8.11	0.23	— 10.10

Azonnal szembeötlik, hogy a vízbemerüléskor az eltolódás  $\delta$  jóval kisebb, mint a levegő nyomásának emelésekor, ámbár a hidrosztatikai nyomás nagyobb, mint a levegőnyomás változása,  $p > p'$ ; az is látszik azonban, hogy a folyadékszál mozgása a két esetben teljesen különböző: az első esetben a szál előre mozog, az eltolódás nagyobbodik, a második esetben visszahúzódik, az eltolódás kisebbedik; vízbemerüléskor a szál előre mozog, de már 30 mperc múlva visszahúzódik (l. 3. ábra).

A kapilláris nyomást a 4. pont szerint a  $\frac{\delta}{e} - p = K'$  különbség szolgáltatja; az előbbi táblázatban a  $K'$  értékei a negyedik oszlopban állanak.

Ha a vízbemerüléskor egyéb nem történnék, mint az, hogy a hidrosztatikai nyomáshoz állandó kapilláris nyomás járul, akkor  $K'$ -nak állandónak kellene lennie. Ennek illusztrálására egy észlelést közlök, mely a következőkép történt: A levegő nyomását növeltem  $p' = 9.44$  mm víz nyomásával, észleltem a folyadékszál eltolódását,  $\delta'$ -t; azután visszaállítottam a levegő eredeti nyomását s 15 perc múlva újra emeltem, de csak  $p = 5.64$ -gyel, az eltolódás  $\delta$ ; ha most is képezzük a  $\frac{\delta}{e} - p$  különbséget, igen közel zérust kapunk minden  $t$  értékre, a mint az a következő táblázatból kitűnik:

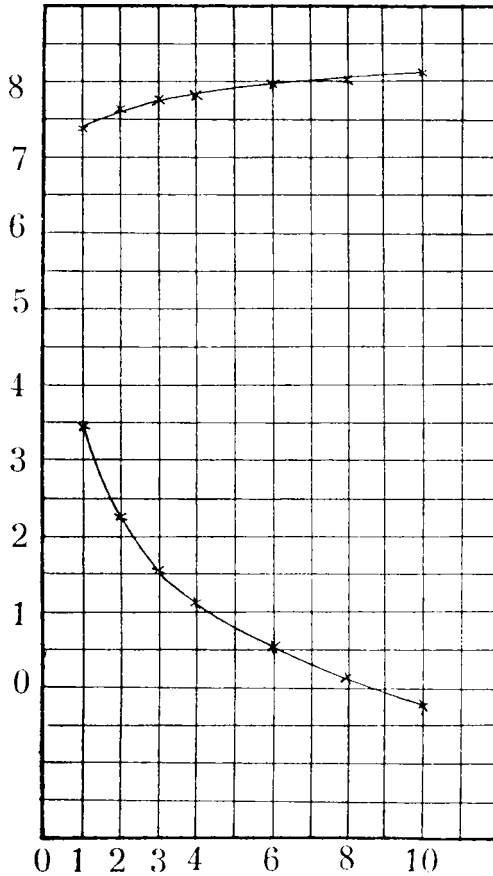
$t$	$\delta'$ $p'=9.44$	$\delta$ $p=5.64$	$K'$
1	6.39	3.79	0.04
2	6.66	3.94	0.05
3	6.81	4.01	0.08
4	6.91	4.08	0.06
6	7.07	4.16	0.08
8	7.19	4.21	0.11
10	7.27	4.26	0.11

A hibahatárokon belül  $K'$  zérusnak vehető, a mi megfelel annak, hogy kapilláris nyomás nem áll be. A táblázat egyúttal annak igazolására is szolgál, hogy a hibahatárokon belül az egyugyanazon  $t$ -hez tartozó eltolódások arányosak a nyomással, mert hisz a táblázat szerint  $p = \frac{\delta}{\delta'} p'$ .

8. A fenti alapján kétségtelen, hogy a vízbemerüléskor még egyéb is történik, mint hogy a hidrosztatikai nyomáshoz egy állandó kapilláris nyomás járul. A legközelfekvőbb feltevés az, hogy a kaucsukcső, a sellak, meg a platina-réteg vizet nyel el, a mi térfogatváltozással jár, mely a folyadékszál eltolódásában jelentkezik; természetesen lehetséges, hogy az abszorpczióval változik a felületi feszültség is, a mi szintén eltolja a folyadékszálát. Ennek már most természetes folyománya, hogy a bemerülés után észlelt eltolódásokból számított  $K'$  értékek nem is adják a kapilláris nyomást, mert hisz az abszorpczió, a velejáró diffúzió, a felületi feszültség esetleges időbeli változása szintén adnak eltolódást. A felületi feszültség időbeli változásáról semmit sem tudunk; ellenben a diffúzió időbeli lefolyását ismeretesnek vehetjük.

Kiindulva a diffúzió differenciálegyenletéből, kiszámíthatjuk a csövön át diffundált s a csőben abszorbeált víz mennyiségét. Ezt a számítást elvégeztem arra az esetre, midőn a diffúzió homogen, vékony hengeres csövön át történik (II. 330). Jelen esetben az ott közölt formula egyszerűsödik, mert  $T$  kicsiny értékeiről lévén szó ( $T$  a diffúzió kezdetétől eltelt idő)





3. ábra.

$$\frac{\pi^2}{12} - \left( z^T - \frac{1}{4} z^{4T} + \frac{1}{9} z^{9T} - \dots \right)$$

igen nagy megközelítéssel arányos  $T$ -vel,

$$\frac{\pi^2}{8} - \left( z^T + \frac{1}{9} z^{9T} + \frac{1}{25} z^{25T} + \dots \right)$$

pedig  $\sqrt{T}$ -vel.<sup>1</sup> A diffundált és abszorbeált víz mennyisége tehát ilyen alakban állítható elő

$$b \sqrt{T} + cT.$$

<sup>1</sup> J. STEFAN: Wien. Ber. 77. II. p. 388. 1878.

Az említett számítás homogen csövet tételez fel, mely kívülről vízzel érintkezik, a cső határán tehát minden időben ugyanaz az abszorbeált víz sűrűsége. Kísérleteimben a cső nem homogén; a kaucsukcsövön sellak- vagy kolloidumréteg van, ezen meg platina. A legkülsőbb rétegen a diffúzió a fenti formula szerint indul meg; a mint a víz a második réteghez ér, új diffúziófolyamat indul meg, de az időben változó határfeltétellel, mert hisz az első és második réteg közös határfelületén változik a víz sűrűsége. A fenti képlet tehát csak a bemerülés utáni rövid időben állíthatja elő a diffúzió és abszorpczió lefolyását. Ezért a kapilláris nyomás számítására mindig csak az első  $E$  perczben végzett leolvasásokat használtam fel

9.  $T$  jelenti azt az időt, mely a diffúzió és abszorpczió megindulta óta eltelt; előbb  $t$ -vel jelöltem azt az időt, mely eltelt attól az időpillanattól, hogy a víznívó a cső felét elérte. Világos ebből, hogy  $T > t$  ama kísérletekben, melyekben a cső száraz levegőből merült vízbe, mert az abszorpczió megindul már akkor, mikor víz jut az edénybe, de a csövet még nem éri el s csak vízgőz veszi körül a csövet. Erről közvetlenül meggyőződhettem úgy, hogy a teljesen száraz edénybe csak kevés vizet engedtem, mely nem ért a csőig, a folyadékszál rögtön megindult, a mint a következő észlelés mutatja. Száraz edényben a folyadékszál állása:

ápr. 8. 10 óra	9 percz	198·38
	11 "	198·42
	13 "	198·47.

Ekkor az edénybe kevés vizet bocsátok, mely a csőhöz nem ér:

13 percz	30 mpercz	201·46
14 "	—	" 203·22
15 "	—	" 204·96
16 "	—	" 205·84
17 "	—	" 206·40.

Irhatjuk tehát  $T = t + \tau$ , hol  $\tau$  ca. 3 másodpercz, mert ennyi időt vett igénybe, míg a víz a bebocsátás első pillanatától a cső közepéig emelkedett. Az abszorbeált és diffun-

dált víz mennyiségét  $Q$ -t tehát a következő formulával állíthatjuk elő:

$$Q = b \sqrt{t+\tau} + c(t+\tau). \quad (1)$$

E formulában  $b \sqrt{t+\tau}$  az abszorbeált,  $c(t+\tau)$  pedig az átdiffundált víz mennyisége.<sup>1</sup> Az abszorbeált víz megváltoztatja a cső térfogatát, a folyadékszál tehát e miatt is eltolódik. Ha a csőre  $P$  állandó nyomás működik, a folyadékszál eltolódik  $eP$ -vel, hol  $e$  az idővel változik a késés miatt. Feltettem, hogy a folyadékszálnak az abszorpczió és diffúzió folytán beálló eltolódása  $\delta_a$  is hasonló késést mutat, vagyis, hogy

$$\delta_a = eQ = e [b \sqrt{t+\tau} + c(t+\tau)].$$

Úgy a kapilláris, mint a hidrosztatikai nyomás a  $t=0$  időpontban áll be. Igaz, közel 2 másodperczet vett igénybe, míg a víznívó a cső aljából a tetejéig emelkedett, tehát a cső már  $t=-1$  másodperczkor kezdett vízzel érintkezni s csak a  $t=+1$  másodpercztől fogva érintkezett vele teljes határfelületén. Felvettem, hogy a szál eltolódása a  $t$  a pillanatban ugyanakkora, mintha a  $t=0$  időpontban jutott volna a vízzel teljes felületén érintkezésbe. Ha tehát  $P$  a hidrosztatikai,  $K$  a kapilláris nyomás, akkor ezek együtt az  $e(P+K)$  eltolódást adják, számítva attól a helyzettől, melyet a szál a  $t=0$  időpontban elfoglalt. De akkor a cső  $\tau$  ideig már abszorbeált vizet, tehát elmozdult már  $e(b \sqrt{\tau} + c\tau)$ -val s így ha  $\delta$ , úgy mint eddig, a folyadékszál eltolódását jelenti attól a helyzettől számítva, melyet a szál elfoglalt, mielőtt egyáltalában víz jutott az edénybe, akkor

$$\delta = e(P+K) - e(b \sqrt{\tau} + c\tau) + e(b \sqrt{t+\tau} + c(t+\tau))$$

vagyis

$$\delta = e(P+K) + eb [\sqrt{t+\tau} - \sqrt{\tau}] + ect.$$

Ha pedig úgy, mint eddig,  $\frac{\delta}{e} - P = K'$ , írhatjuk

$$K' = K + b [\sqrt{t+\tau} - \sqrt{\tau}] + ct. \quad (2)$$

<sup>1</sup> II. p. 332.

$K'$ -t az észlelés közvetlenül szolgáltatja;  $t = 1, 2, 3, 4$  időpontokban észlelve a szál eltolódását,  $K, b, c$  és  $\tau$  tehát kiszámítható.

10. Az elmondottak alapján a (2) formula némiképen empirikus jellegű, mert hisz levezetések különböző közelítő, de indokolt felvételekkel éltünk; a vele számított  $K$  érték megbízhatósága nagy mértékben függ attól, mekkora hűséggel állítja elő (2) a vízbemerüléskor észlelt jelenséget. Ennek megítélésére szolgáljon a következő megfontolás: A közölt példában a  $t = 1, 2, 3, 4$  időponthoz tartozó eltolódásokból kiszámítható  $K, b, c$  és  $\tau$  értéke; ha a (2) formula jó, akkor a 4 észlelésből számított  $\tau$  közel 0.1 (3 mpercz) kell hogy legyen, mert a kísérlet berendezéséből következik, hogy az abszorpczió mintegy 3 mperczcel előbb indul meg, mint a vízbemerülés. Az említett példában a 4 egyenlet így alakul:

$$\begin{aligned} -5.29 &= K + b (\sqrt{1+\tau} - \sqrt{\tau}) + c \\ -6.98 &= K + b (\sqrt{2+\tau} - \sqrt{\tau}) + 2c \\ -7.90 &= K + b (\sqrt{3+\tau} - \sqrt{\tau}) + 3c \\ -8.45 &= K + a (\sqrt{4+\tau} - \sqrt{\tau}) + 4c. \end{aligned}$$

E négy egyenletből  $\tau = 0.5$ , tehát az 0.1-től eléggé különböző érték; azonban ha az utolsó egyenletben  $-8.45$  helyett  $-8.41$ -t írunk, vagy az első két egyenletben a baloldalon  $-5.30$ , illetőleg  $-6.96$ -t írunk,  $\tau$  értéke 0.1 lesz; ha tehát a folyadékszál eltolódásában 0.02 mm-nyi hibát ejtünk,  $\tau$  érték már nagy mértékben megváltozik. Mivel pedig az eltolódásoknak a hibahatárokon belül megengedhető változtatásával  $\tau$  ama értékét kaphatjuk, mely a kísérleti berendezésből következik, azt következtethetjük, hogy a (2) formula az észleléseket jól állítja elő,  $K$  számítására használható.

A kapilláris nyomás  $K$  kiszámítására úgy jártam el, hogy  $\tau$  értékét nem is számítottam, hanem eleve 0.1-nek vettem s a 4 első leolvasásból, tehát 4 egyenletből  $K, b, c$  értékét a legkisebb négyzetek módszerével számítottam. Így a (2) formula állandóinak oly értékrendszeréhez jutottam, melylyel (2) az észleléseket bizonyos hibával állítja elő. A közölt példában

$$k = -0.89, \quad b = -8.25, \quad c = 1.63,$$

a (2) formula tehát így alakul:

$$k' = -0.89 - 8.25 (\sqrt{\tau + 0.1} - \sqrt{0.1}) + 1.63t,$$

mely az észleléseket a következő hibaeloszlással állítja elő:

$t$	Észlelt $K'$	Számított $K'$	Különb- ség
1	-5.29	-5.30	+0.01
2	-6.98	-6.97	-0.01
3	-7.90	-7.90	-0.00
4	-8.45	-8.45	-0.00

Ha  $\tau = 0.1$  helyett más értéket választunk s ugyanezt a számítást végezzük,  $K$ ,  $b$ ,  $c$  más rendszeréhez jutunk, mely azonban az észleléseket nagyobb hibával állítja elő. Így pl. ha  $\tau = 0.067$  vagy  $\tau = 0.133$ , a mi  $\tau = 2$  mp. illetőleg 4 mp.-nek felel meg, a (2) formula ily alakot ölt:

$$k' = -1.01 - 7.32 (\sqrt{\tau + 0.067} - \sqrt{0.067}) + 1.35t$$

$$k' = -1.44 - 7.54 (\sqrt{\tau + 0.133} - \sqrt{0.133}) + 1.39t,$$

mely formulák az észleléseket a következő hibaeloszlással állítják elő:

$t$	Észlelt $K'$	Számított $K'$ $\tau=0.067$	Különb- ség	Számított $K'$ $\tau=0.133$	Különb- ség
1	-5.29	-5.33	+0.04	-5.33	+0.04
2	-6.48	-6.94	-0.04	-6.93	-0.05
3	-7.90	-7.88	-0.02	-7.88	-0.02
4	-8.45	-8.48	+0.03	-8.48	+0.03

Látható, hogy a (2) formula a  $\tau = 0.1$  értékkel a legjobban simul az észlelésekhez, a hibanégyzetek összege kisebb, mint más  $\tau$  értékre. Közel 40 kísérletben végezve ugyanilyen számi-

tást, mindvégig az adódott, hogy a (2) formula a  $\tau = 0.1$  értékkel simul legjobban az észlelésekhez, melyeket a megengedhető észlelési hibáknál kisebb hibával állít elő.

Végeztem méréseket úgy is, hogy a cső nedves levegőből merült vízbe; az edény alján kezdettől fogva víz volt, a csövet vizgőzzel telített levegő vette körül. Ez esetben  $K'$  sokkal kevesebbet változott, összhangzásban azzal, hogy a cső már a vizgőzből nyelt el vizet, tehát vízbemerüléskor jóval kisebb az elnyelt víz mennyisége. A kísérleti berendezésből várható, hogy ekkor  $\tau = 0$ , mert hisz az abszorpció most valójában csak akkor indul meg, a mikor a víz eléri a csövet. A (2) formula megbízhatósága mellett bizonyít az, hogy eme észleléseket (2) csakugyan a  $\tau = 0$  értékkel állítja elő legjobban,  $\tau = 0.03$ -mal a hibák már szembetűnően nagyobbak, mint  $\tau = 0$  stb.

11. Az így számított  $K$  megadja a kapilláris nyomás értékét a  $t = 0$  pillanatban, mert hisz a (2) formulát azzal a feltevéssel kaptuk, hogy a  $\tau = 0$  időpontban áll be a kapilláris nyomás. Ha a felületi feszültség változik, akkor ez megváltoztatja a formula  $b$  és  $c$  tagját, úgy hogy a kísérletekből semmi felvilágosítást sem kaphatunk arról, változik-e a felületi feszültség vagy nem; alig hihető azonban, hogy ne változzék, mert hisz az abszorpció folytán megváltozik a szilárd anyag szerkezete. A nedves levegőre vonatkoztatott felületi feszültség úgylátszik alig változik az idővel, a mi abból látszik, hogy  $k'$  nagy megközelítéssel lineárisan változik az idővel:  $b$  közel zérus,  $c$  pedig kicsiny.

12. Hogy a cső nem szimmetrikus voltából származó hibát kiküszöböljük, a csövet tengelye körül  $180^\circ$ -kal meg kell forgatni s abban az állásban ugyanúgy mérni, mint előbb; a két állásból számított  $K$  középértéke az említett hibától ment. (L. I. p. 109, II. p. 317.)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Az I. és II-ben közölt (5) formula, mely  $K$  értékét adja, hibás. Az ottani jelzést használva, könnyen beláthatóan  $\frac{A_1}{c_1} + \frac{A_2}{c_2} = 0$  a mit tekintve véve

$$k = \frac{1}{2} \left[ \frac{\delta_1}{c_1} - \rho_{01} + \frac{\delta_2}{c_2} = \rho_{02} \right].$$

Az ott közölt formula, a  $A_1 + A_2 = 0$ , — nyilván téves — feltevéssel adódott.

## Eredmények.

### I. Száraz levegőben.

13. Vízbemerülés előtt a cső száraz levegőben állott. Az *E* üvegedényben kis ebonitsészében foszforpentoxid volt, mely energikusan szárította a levegőt. Mielőtt vizet bocsátottam az edénybe, az ebonitsészét fel lehetett emelni az edény tetejéig, úgy, hogy víz nem jutott a foszforpentoxidhoz, mikor a csövet ellepte.

Minden észlelés előtt a cső átlag 23 óráig állott az így szárított edényben; csak akkor mértem, ha a foszforpentoxid egy nap alatt alig folyt szét. Egy nap csak egy mérést lehetett végezni; a mérést váltakozva az egyik, illetve a 180°-kal különböző másik állásban végeztem.

Tiszta víz helyett igen híg «platinachlorid» oldatot ( $\frac{1}{20000}$  normál) használtam, melynek literébe 1 cm<sup>3</sup> sósavat csepegtettem.

A cső sárgaréz tartóját a kaucsuk teljesen beborította, úgy hogy az oldat rézzel sehol sem jutott érintkezésbe.

E dolgozatban 8 csövön végzett mérésekről lesz szó; ezek közül egyet közvetlenül vontam be platínával, ötöt előbb sellakkal, azután platínával, egyet csak sellakkal, egyet csak kolloidiummal; mielőtt a csöveket beplatináztam, szintén végeztem velök méréseket. E mérésekből tehát a platina-víz, sellak-víz, kollodium-víz és kaucsuk-víz száraz levegőre vonatkoztatott felületi feszültsége adódik.

A kapilláris üvegcső átmérője 0·5 mm körül volt; az érzékenység 0·7 és 1·0 között váltakozott, vagyis 1 mm víznyomás a folyadékszálat félpercczel a nyomás beállta után 0·7—1·0 mm-rel tolta el. A felületi feszültség értékeit  $\frac{mg}{mm}$  egységekben adom.

A felületi feszültség mind a négy anyagon olyan, hogy a vízzel érintkező felületet nagyobbítani törekszik, tehát ellenkező irányú, mint a víz-levegő határfelületén, azért kap a felületi feszültség negatív előjelet.

---

Az I. és II-ben közölt eredményekre azonban ez a hiba nincsen befolyással, mert a kapilláris nyomások valódi számítása nem a hibás, hanem az itt helyesbített formulával történt.

A mérések eredményeit a következő táblazatokban foglaltam össze; az első oszlopban a mérés sorszámát, a másodikban  $b$ , a harmadikban  $c$  értékét, a negyedikben a kapilláris nyomás értékét adom millimeter vízegységekben, mely két egymásra következő mérésből adódik; ennek negatív jele, mint előbb említettem, azt jelzi, hogy a kapilláris nyomás a cső felületére normálisan a víz felé van irányítva, a csövet tehát nem összenyomni, hanem széthúzni iparkodik.  $r$  jelenti a cső külső falának sugarát, tehát  $rK = T =$  a felületi feszültség.

**4. sz. cső;  $r=5.00$  mm.**

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	- 2.53	-0.22	-6.39
2	- 7.54	+1.37	-7.09
3	- 9.36	+1.78	-7.03
4	-10.31	+1.90	-5.78
5	-11.08	+2.13	-5.57
6	-11.29	+2.12	-6.42
7	-10.78	+2.00	-6.19
8	- 8.40	+1.39	-5.36
9	-10.74	+2.07	-5.86
10	- 9.42	+1.61	

**5. sz. cső;  $r=5.91$  mm.**

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	- 2.32	-0.27	-7.10
2	-10.06	+2.33	-7.18
3	- 6.32	+1.20	-6.94
4	- 8.21	+1.55	-4.92
5	-11.66	+2.45	-4.00
6	-11.23	+2.33	-4.34
7	-11.28	+2.25	-4.51
8	- 9.63	+1.66	-4.38
9	-11.30	+2.20	

**2. sz. cső;  $r=5.05$  mm.**

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	- 7.80	+2.55	-9.63
2	- 9.16	+2.21	-8.65
3	- 8.16	+1.93	-6.90
4	-11.46	+2.53	-6.75
5	-10.65	+2.21	-6.67
6	-11.08	+2.29	-5.24
7	-12.87	+2.75	-5.03
8	-10.30	+1.95	

**3. sz. cső;  $r=6.05$** 

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	- 4.21	+0.54	-4.59
2	- 8.36	+1.44	-3.34
3	-10.94	+2.29	-1.42
4	-11.28	+2.29	-2.10
5	- 8.94	+1.54	-3.06
6	- 9.56	+1.75	-2.70
7	- 8.76	+1.51	-2.46
8	- 9.08	+1.61	



**6. sz. cső**;  $r=5.91$   
Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	— 4.12	+0.51	—7.06
2	— 9.03	+1.88	—7.21
3	— 9.39	+2.05	—4.97
4	— 8.83	+1.64	—4.14
5	—11.34	+2.29	—4.48
6	—12.49	+2.58	—4.62
7	—10.24	+1.87	—5.20
8	— 9.63	+1.61	—5.27
9	—11.37	+2.09	—5.22
10	—11.01	+1.98	—4.97
11	—10.73	+1.92	—3.40
12	—13.36	+2.55	—2.55
13	—12.09	+2.25	—2.14
14	—11.64	+2.03	—3.03
15	—10.98	+1.89	

**B. cső**;  $r=5.87$   
Kollodiummal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Kollod.-víz
1	— 2.42	+0.10	—58.00
2	—14.34	+3.02	—53.46
3	—10.57	+2.31	—49.05
4	— 9.22	+2.08	—47.63
5	— 3.48	+0.25	—49.05
6	— 7.61	+1.45	—48.41
7	— 7.62	+1.05	—47.72
8	— 8.81	+1.50	

**C cső**;  $r=5.87$   
Csupasz kaucsuk.

	$b$	$c$	$K$ Kaucsuk- víz
1	—0.91	+0.08	—1.08
2	—0.38	—0.21	—1.65
3	—0.24	—0.23	—1.63
4	—0.60	—0.17	—1.56
5	—0.03	—0.03	

Öt sellakos csövet s a csupasz kaucsukcsövet bevontam platinával;  $u$  jelöli a platinaréteg vastagságát. Az eredmények a következők:

## 4. sz. cső.

Sellakon platina;  $u=52 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-7.26	+1.58	-0.83
2	-7.47	+1.09	-1.53
3	-8.92	+1.12	-1.16
4	-9.38	+1.19	-1.48
5	-7.03	+1.77	-1.51
6	-8.13	+1.25	-1.38
7	-8.33	+1.52	-1.41
8	-9.57	+1.30	-1.70
9	-8.27	+2.00	-1.44
10	-7.08	+0.87	-0.98
11	-8.43	+1.09	-0.77
12	-9.91	+0.44	-0.84
13	-8.76	+1.23	

## 5. sz. cső.

Sellakon platina;  $u=52 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-4.99	+0.99	-1.34
2	-6.59	+1.31	-1.22
3	-7.27	+1.37	-1.13
4	-8.21	+1.71	-0.80
5	-8.24	+1.63	-0.85
6	-8.09	+1.58	-0.88
7	-9.31	+1.94	-0.80
8	-9.67	+1.92	-0.78
9	-9.01	+1.84	-0.97
10	-8.80	+1.70	

## 2. sz. cső.

Sellakon platina;  $u=104 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-1.86	+0.63	-1.09
2	-1.56	+0.09	-0.97
3	-2.52	+0.53	-0.20
4	-2.59	+0.59	-0.66
5	-2.57	+0.35	-0.80
6	-2.59	+0.33	-1.36
7	-3.03	+0.41	-1.18
8	-3.76	+0.62	-0.90
9	-3.62	+0.64	-1.31
10	-3.49	+0.49	-1.52
11	-3.50	+0.44	-0.92
12	-3.91	+0.57	-0.57
13	-3.39	+0.55	-0.56
14	-4.19	+0.69	-1.33
15	-4.15	+0.57	

## 3. sz. cső.

Sellakon platina;  $u=104 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-2.88	+0.78	+0.09
2	-4.92	+1.24	-0.16
3	-2.19	+0.48	-0.36
4	-2.72	+0.47	-0.18
5	-4.17	+0.85	-0.14
6	-2.37	+0.42	-0.42
7	-3.38	+0.56	-0.83
8	-3.36	+0.54	-0.91
9	-4.40	+0.61	-1.10
10	-3.39	+0.48	-0.82
11	-3.82	+0.56	-0.72
12	-4.26	+0.78	-1.13
13	-3.64	+0.49	

A cső;  $r=5.96$   
Sellakon platina;  $u=208 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	+0.65	-0.21	-0.80
2	-1.48	+0.26	-0.62
3	-1.60	+0.33	-1.04
4	-1.01	+0.15	-1.15
5	-0.66	+0.01	-0.82
6	-1.34	+0.24	

E csőre még reácsaptam  $208 \mu\mu$  vastagságú platinaréteget, úgy hogy mindössze  $416 \mu\mu$  lett a rajta lévő platinaréteg vastagsága.

A cső;  $r=5.96$   
Sellakon platina;  $u=416 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	+2.05	-0.23	-1.00
2	+1.06	-0.02	-0.87
3	-0.38	+0.15	-1.06
4	-0.64	+0.20	-1.00
5	-0.30	+0.09	-0.74
6	-0.86	+0.29	-0.84
7	-0.54	+0.12	-1.14
8	-0.46	+0.19	

C cső.  
Kaucsukon platina;  $u=208 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-1.65	+0.30	-0.95
2	+0.68	-0.10	-1.18
3	+1.09	-0.29	-1.26
4	+0.84	-0.19	-1.28
5	+0.76	-0.22	-1.34
6	+0.81	-0.23	-1.30
7	+0.37	-0.12	-1.15
8	+0.50	-0.13	

E C csőre is reácsaptam még egy  $208 \mu\mu$  vastagságú platinaréteget.

## C. cső.

Kaucsukon platina;  $u=416 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	-0.40	+0.04	+0.08
2	-0.59	+0.18	-0.66
3	-0.47	+0.11	-0.76
4	-0.79	+0.21	-0.75
5	+0.25	-0.11	-0.60
6	-0.65	+0.16	-0.93
7	-0.10	+0.06	

Az eme táblázatokban foglalt számértékek számításában  $\tau$  értékét 0.1-nek vettem. (L. 10. pont.)

## II. Nedves levegőben.

14. Az  $E$  edény alján víz állott, a csövet tehát, mielőtt vízbe merült, telített vízgőz vette körül. A cső a mérés előtt átlag két óráig állott nedves levegőben; gondoskodtam arról, hogy a temperatura e közben le ne szálljon, nehogy a csőre vízgőz csapódjék. A kapilláris nyomás számítása a  $\tau = 0$  értékkel történt. (L. a 10. pontot.)

A mérések eredménye a következő:

## 4. sz. cső.

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	-0.60	+0.06	-0.63
2	-0.98	+0.12	-0.66
3	-0.19	-0.07	-0.82
4	-0.17	-0.09	-0.70
5	-0.22	-0.08	-0.60
6	-0.52	+0.05	-0.57
7	-0.59	0.00	

## 5. sz. cső.

Sellakkal bevonva.

	$b$	$c$	$K$ Sellak-víz
1	-1.01	+0.16	-0.42
2	-0.62	-0.14	-0.37
3	-0.96	+0.11	-0.41
4	-0.56	0.00	-0.18
5	-0.65	-0.04	-0.19
6	-0.50	-0.08	-0.59
7	-0.30	-0.09	-0.61
8	-0.93	+0.10	

**2. sz. cső.**

Sellakkal bevonva.

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Sellak-víz
1	-0.80	-0.20	-0.55
2	-0.98	+0.15	-0.62
3	-0.35	+0.07	-0.57
4	-1.09	+0.23	-0.25
5	-0.79	+0.11	-0.54
6	-0.35	+0.05	-0.74
7	-0.78	+0.10	-0.73
8	-0.43	-0.02	

**3. sz. cső.**

Sellakkal bevonva.

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Sellak-víz
1	-1.18	+0.22	-0.09
2	-0.53	+0.06	-0.10
3	-0.72	+0.06	-0.31
4	-0.19	-0.02	-0.47
5	-0.38	-0.01	-0.28
6	-0.66	+0.16	-0.41
7	-0.32	-0.03	

**6. sz. cső.**

Sellakkal bevonva.

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Sellak-víz
1	-1.09	+0.14	-0.41
2	-0.72	-0.02	-0.61
3	-0.48	+0.01	-0.77
4	-0.33	-0.24	-0.71
5	-0.36	-0.02	-0.87
6	-0.02	-0.27	-0.26
7	-0.91	+0.06	-0.12
8	-0.18	-0.15	-0.44
9	-0.51	+0.02	-0.26
10	-0.60	-0.11	-0.46
11	-1.30	+0.18	-0.78
12	+0.04	-0.11	

**B cső.**

Kollodiummal bevonva.

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Kollod.- víz
1	-1.61	+0.15	-4.15
2	0.00	+0.05	-1.09
3	-0.15	-0.01	-0.74
4	-0.41	+0.05	-0.60
5	0.00	+0.01	-0.70
6	0.10	+0.03	-0.63
7	0.00	+0.02	-0.64
8	0.00	+0.03	

**C cső.**

Csupasz kaucsuk.

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Kaucsuk- víz
1	-0.14	-0.02	-0.99
2	-0.44	+0.08	-0.68
3	0.00	+0.07	-0.76
4	0.00	-0.01	-0.78
5	0.00	+0.04	-0.67
6	0.00	+0.12	

**4. sz. cső.**Sellakon platina ;  $u=52 \mu\mu$ .

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Platina-víz
1	-0.84	+0.20	-0.32
2	-0.31	+0.05	-0.38
3	-0.27	+0.01	-0.43
4	-0.13	+0.04	-0.41
5	-0.15	-0.00	-0.39
6	-0.10	+0.02	-0.49
7	0.00	-0.12	-0.27
8	-0.56	+0.07	

**5. sz. cső.**Sellakon platina ;  $u=52 \mu\mu$ .

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Platina-víz
1	-0.38	+0.06	-0.39
2	+0.75	+0.61	-0.44
3	-0.18	+0.21	-0.30
4	+0.00	+0.36	-0.32
5	-0.06	+0.23	-0.21
6	+0.09	+0.20	-0.31
7	-0.05	+0.47	-0.35
8	0.00	+0.19	-0.38
9	-0.05	+0.34	

**2. sz. cső.**Sellakon platina ;  $u=104 \mu\mu$ .

	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i> Platina-víz
1	+0.28	-0.07	-0.52
2	-0.01	-0.03	-0.27
3	-0.30	+0.05	-0.10
4	-0.42	+0.06	-0.30
5	-0.08	-0.01	-0.55
6	-0.32	+0.06	-0.22
7	-0.04	+0.01	-0.26
8	-0.23	+0.06	-0.57
9	-0.30	+0.06	-0.71
10	-0.26	+0.01	-0.57
11	-0.05	+0.01	

**3. sz. cső.**

Sellakon platina;  $u=104 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	+0.08	-0.09	- 0.04
2	-0.09	+0.01	+0.05
3	-0.41	+0.08	-0.13
4	-0.32	+0.08	- 0.11
5	-0.10	-0.05	+0.03
6	-0.48	+0.09	-0.43
7	+0.44	-0.13	-0.66
8	-0.16	+0.03	-0.40
9	-0.05	-0.01	-0.40
10	-0.09	+0.02	-0.31
11	-0.37	+0.06	

**A cső.**

Sellakon platina;  $u=208 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	0.00	+0.05	-0.35
2	0.00	+0.04	-0.30
3	0.00	+0.01	-0.41
4	0.00	+0.03	-0.56
5	0.00	+0.03	-0.54
6	0.00	+0.05	-0.59
7	0.00	+0.03	

**A cső.**

Sellakon platina;  $u=416 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	0.00	+0.01	- 0.45
2	0.00	+0.04	- 0.29
3	0.00	+0.03	-0.61
4	0.00	0.00	-0.71
5	0.00	0.00	-0.27
6	0.00	0.00	- 0.28
7	0.00	0.00	-0.36
8	0.00	0.00	

**C cső.**

Kaucsukon platina;  $u=208 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	0.00	+0.01	-0.24
2	0.00	+0.01	-0.40
3	0.00	+0.01	-0.45
4	0.00	+0.04	-0.19
5	0.00	-0.02	-0.08
6	0.00	0.00	-0.22
7	0.00	0.00	

## C cső.

Kaucsukon platina;  $u=416 \mu\mu$ .

	$b$	$c$	$K$ Platina-víz
1	0.00	0.00	—0.66
2	+0.24	—0.28	—0.84
3	+0.15	—0.02	—0.91
4	+0.14	—0.03	—0.80
5	+0.16	—0.04	—0.57
6	—0.06	+0.05	—0.56
7	0.00	+0.02	—0.48
8	0.00	+0.01	—0.52
9	0.00	+0.06	—0.75
10	+0.13	+0.06	

Az  $A$  és  $C$  csöveken  $K'$  a hibahatárokon belül lineárisan változott  $t$ -vel;  $b$ -t tehát eleve zérusnak vehettem s csak  $c$ -t számítottam lineáris formulával.

15. A mérésben elkövetett hibák miatt  $K$ -t is bizonyos hibával kapjuk. Legjelentékenyebbek ama hibák, melyek a  $\delta$  és  $\delta'$  eltolódások mérésekor csúszhatnak be, ezek mellett a  $p$  és  $p'$  nyomások hibái elhanyagolhatók. Tegyük fel, hogy a folyadékszál állásának leolvasásban 0.01 mm-nyi hibát követünk el;  $\delta$  és  $\delta'$  értéke, mint két leolvasás különbsége,  $\pm 0.02$  mm-rel lehet tehát hibás; akkor  $k' = \frac{\delta}{\epsilon} - p$ , mint könnyen megállapítható, átlag  $\pm 0.04$  mm vízzel lehet hibás, ha az érzékenységet átlag 1-nek vesszük.

A mint továbbá a (2) formulából kiszámítható,  $K$  a legrosszabb esetben  $\pm 0.60$  mm vízzel lehet hamis. Ezek alapján az egyugyanazon csövön mért  $K$  értékekben várható legnagyobb ingadozás 1.20 mm vízre rúghat. Ha nagy az abszorpczió, mint pl. a száraz levegőben sellakon vagy kollodiumon végzett mérések esetén, a folyadékszál gyorsabban mozog, különösen a  $t =$  időpontban; ilyenkor nagyobb is lehet a leolvasás hibája, nagyobb



ingadozást is várhatunk. A nedves levegőben észlelt értékek a megengedettnél kisebb ingadozást mutatnak, a száraz értékek közel olyat.

A sellakon s kollodiumon kapott kapilláris nyomás az idővel határozottan kisebbedik, mint ez különösen a 6. sz. csövön jól látható; a platinázott csöveken ez nem tapasztalható. Úgy látszik a sellak vízzel többször érintkezve megváltozik, legalább a felületi rétege, a mivel egyidőben a felületi feszültség is megváltozik.

16. A kapilláris nyomásból megkapjuk a felületi feszültséget  $T$ -t, ha szorozzuk a cső sugarával. A következő táblázatban az egyes csöveken nyert  $K$ -k középértékével képezett felületi feszültségeket állítom össze.  $K$  középértékéről megjegyzem: Sellakon  $K$  erősen változik az idővel; hogy tehát az 5 sellakos csövön nyert értékeket egymással összehasonlíthassam, minden csövön csak az első nyolcz mérés eredményét használtam fel a középérték számítására. A többi csőtől igen eltérő a 3. sz.; sellakkal bevonva száraz levegőben jóval kisebb értéket ad (l. a táblázatot), platinával bevonva is eltér a többitől annyiban, hogy az első hat mérés száraz levegőben jóval kisebb  $K$ -t ad, ellenben az utolsó 7 mérés már egymás közt s a többi csővel is jól egyezik; nedves levegőben is az első  $K$  értékek kisebbek. Ezért a 3-csőre vonatkozó középérték képzésében a platinán száraz levegőben észlelt értékekből az első ötöt nem vettem figyelembe, a nedves levegőben észleltekből az első kettőt.

A nedves értékek közül a kollodiumon nyert első értéket hagytam ki a középérték képzésében, mert az első észlelés előtt a cső csak 15 perczig állott nedves levegőben (addig száraz térben volt), ez az érték tehát nem hasonlítható össze a többivel. Erről az észlelésről még szó leszen.

Cső	$r$	Bevonás neme	$K$ száraz	$K$ nedves	$T$ száraz	$T$ nedves	
4	5.00	Sellak	— 6.35	— 0.66	— 31.8	— 3.3	
5	5.91		— 5.57	— 0.40	— 32.9	— 2.4	
2	5.05		— 6.98	— 0.57	— 35.2	— 2.9	
3	6.05		— 2.81	— 0.37	— 17.0	— 2.2	
6	5.91		— 5.38	— 0.52	— 31.7	— 3.1	
B	5.87		Kolloidum	— 50.47	— 0.73	— 296.3	— 4.3
C	5.76	Kaucsuk	— 1.48	— 0.89	— 8.5	— 4.1	
4	5.00	Sellakon platina	52 $\mu\mu$	— 1.25	— 0.38	— 6.3	— 1.9
5	5.91		52 $\mu\mu$	— 0.97	— 0.33	— 5.7	— 2.0
2	5.05		104 $\mu\mu$	— 0.95	— 0.41	— 4.8	— 2.1
3	6.05		104 $\mu\mu$	— 0.85	— 0.30	— 5.1	— 1.8
A	5.96		208 $\mu\mu$	— 0.89	— 0.46	— 5.3	— 2.7
A	5.96		416 $\mu\mu$	— 0.95	— 0.42	— 5.3	— 2.5
C	5.76	Kaucsukon platina	208 $\mu\mu$	— 1.21	— 0.26	— 7.0	— 1.5
C	5.76		416 $\mu\mu$	— 0.60	— 0.68	— 3.5	— 3.9

A sellakkal kapott száraz  $T$ -k közül csak a 3. csőé tér el nagyon a többitől, azonban ez sem kisebb, mint pl. a 6. csőé hosszabb használat után; e csővön pl. az utolsó négy mérés közepe  $K = -2.78$  és  $T = -16.8$ ; a 3. cső tehát annyiban viselkedik eltérően, hogy jóval gyorsabban vette fel a kis értéket; annyiban is eltér a többitől, hogy platínával bevonva erősen változott a  $K$ -ja. A többi négy sellakos csővön kapott  $T$ -k elég jól egyeznek egymással, ha számbavesszük, hogy az egyes mérések mennyire különböznek egymástól, továbbá azt, hogy a sellak nem is jól definiált anyag. A sellak nedves  $T$ -i már sokkal jobban egyeznek egymással.

Ugyancsak jobb egyezést mutatnak a platina  $T$ -i, még pedig úgy száraz, mint nedves levegőben, a mi a mellett szól, hogy a sellakon észlelt nagyobb eltéréseket talán a sellak felületének könnyebb megváltozása okozza.

A platinázott csövek közül csak a C cső mutat nagyobb mérvű eltérést. E csövön a platinát közvetlenül a kaucsukra csaptam, miközben platinasulfid képződhetett, a mi megmagyarázhatja az eltérő viselkedést. E mellett szól az, hogy ha csupasz kaucsukcsövet ezüsttel vonunk be kathodelporlasztással, a csapadék sárgás, kékes színű, nyilván az ezüstsulfid miatt, míg kolloidummal vagy sellakkal bevont csövön a csapadék szép fehér. Ez a tapasztalat egyúttal indokoltá teszi, hogy a kaucsukcsöveket platinázás előtt sellakkal vontam be.

17. A mérések eredményéből az a feltűnő körülmény állapítható meg, hogy míg a különböző anyagok — sellak, kolloidum, kaucsuk, platina — száraz levegőre vonatkozó feszültsége egymástól nagyban különbözik, addig a nedves levegőre vonatkoztatott feszültségek hasonlíthatatlanul közelebb állanak egymáshoz, a mint az a következő táblázatból kitűnik, hol az összes csöveken nyert feszültségek középértéke áll:

	<i>T'</i> száraz	<i>T'</i> nedves
Sellak ...	--- 32.9	--- 2.8
Kolloidum	---296.3	---4.3
Kaucsuk ...	--- 8.5	---4.1
Platina ...	--- 5.4	---2.2

A középértékekre megjegyzem, hogy a sellak száraz középértékben a 3 cső nem szerepel, a platinában pedig figyelmen kívül hagytam a c csövet.

Hogy a különböző anyagok nedves értéke közt oly kicsiny a különbség, holott a száraz értékek közt oly nagy, úgy értelmezhető, hogy az anyagok vízgőzből abszorbeálnak bizonyos vízréteget. Hogy a cső vízbemerülve oly kicsiny feszültséget mutat, az annak a jele, hogy a szilárd anyag határfelületének állapota a vízbemerüléssel alig változik, a mi továbbá arra mutat, hogy az abszorbeált vízréteg sűrűsége ott, hol a szilárd anyaggal érintkezik, közel akkora, mint a cseppfolyós fázisban lévő vízé. Az abszorbeált vízrétegnek a vízgőzzel érintkező felü-

letén is lesz bizonyos feszültsége. Vízbemerüléskor megszűnik ez a határfelület, megszűnik a feszültsége is, s megváltozik esetleg a réteg és szilárd anyag közti feszültség is. Az észlelés a két hatás összegét adja, mely a mérések tanúsága szerint a vizsgált négy anyagra közel egyforma; mivel e négy anyag száraz levegőre vonatkoztatott feszültsége közt igen nagy a különbség, valószínű, hogy minden anyag így viselkedik. Azt következtethetjük továbbá, hogy az abszorbeált vízréteg vastagsága kisebb a molekuláris erők hatásszférájánál; mert ha nagyobb volna, akkor a réteg és szilárd anyag közti feszültség már nem változnék a réteg vastagságával, a réteg s a vízgőzzel telített levegő közti feszültség a víz felületi feszültségével volna egyenlő, azaz  $7\cdot5 \frac{mg}{mm}$ -rel s így az észlelések  $T - 7\cdot5 \frac{mg}{mm}$  értékét adnák, hogy pedig a nedves levegőre vonatkozó feszültségek elég közel jutnak egymáshoz, azt mutatja, hogy ámbár az abszorbeált vízréteg vastagsága kisebb a molekuláris hatásszféránál, mégis vele egyenlő rendű, mert különben a szilárd anyag egyéni viselkedése jobban előtérbe lépne. IHMORI<sup>1</sup> a platina felületén abszorbeált vízréteg vastagságát  $0\cdot33-1\cdot22 \mu\mu$ -nek találta, 1-nek véve a sűrűséget, a mi szintén megerősíti a fenti következtetést, ha számba vesszük a molekuláris erők hatásszférájára kapott értékeket (l. a.).

18. Ez észlelésekből, függetlenül minden hipotézistől következik, hogy a nedves levegőre vonatkoztatott felületi feszültség a szilárd anyag-víz rendszerre alig jellemző: jellemző csakis a száraz levegőre vonatkoztatott feszültség.

Igen érdekes, hogy a vízgőz mily rövid idő alatt változtatja meg a felületi feszültséget, vagy az említett elmélet alapján mily rövid idő alatt történik meg az abszorpció java része. A következő kísérletet végeztem az 5. sz. platinázott csővel: A cső száraz levegőben állott egy napig; meghatároztam az érzékenységet, azután vizet bocsátottam az edény aljára, mely azonban a csövet nem érte. A folyadékszál rögtön kezdett behuzódni; 5 percz után a cső vízbe merült s a rendes módon mértem s

<sup>1</sup> T. IHMORI: Wied. Ann. 31. p. 1006 — 1014. 1887.

számítottam  $K$  értékét s  $+0.54$ -nek találtam. Az 5. sz. csövön száraz levegőre  $K = -0.97$ ; tehát 5 perczig állva nedves levegőben, a felületi feszültség  $-5.7$ -ről  $+3.2$ -re változott. Ez a nedves érték nagyon eltér attól, melyet kaptam, ha a cső legalább 2 órát állott nedves térben ( $-2.0$ ): az abszorpczió tehát 5 percz mulva igen jelentékeny, de még korántsem fejeződött be. Az 5 percz mulva képződött réteg vastagsága kisebb, mint 2 órai időzés után s mivel utóbbi vastagságáról azt következtettük, hogy kisebb a molekuláris erők hatásszférájánál, nem csodálkozhatunk azon, hogy 5 percznyi abszorbeálás után a vízréteg felületi feszültsége is lényegesen más.

Közvetlen mérések is vannak arról, hogy az abszorpczió nagy része rövid idő, néhány percz alatt megy végbe. Igy pl. GIESEN<sup>1</sup> mérleggel vizsgálta az abszorpczió időbeli lefolyását; azt találta, hogy 5 percz alatt a szén a széndioxid végleges mennyiségének 75 százalékát abszorbeálta.

Kollodiumos csövön azt találtam, hogy miután 15 perczig állott nedves levegőben,  $K$  értéke  $-7.62$ , holott száraz térben  $-50.47$ ; hosszú ideig állva nedves térben  $-0.73$ .

Ez a tapasztalat is hozzájárul ahhoz, hogy a (2) formulát bizonyos mértékben mint tapasztalati formulát fogjuk fel, mert addig, míg a cső teljesen vízbe merül, a vízgőzből adszorbeál is, a mi más törvény szerint történik, mint az abszorpczió és diffúzió.

18. A sellak, kollodium száraz levegőre vonatkoztatott feszültsége negatív s abszolút értéke jóval nagyobb, mint a vízé ( $+7.5$ ). Azt várnók tehát, hogy a víz eme anyagokat jól nedvesíti. A tapasztalás mást mutat: a víz nem nedvesíti azokat. Ennek magyarázatát megtalálhatjuk abban, hogy a nedves levegőre vonatkoztatott feszültség abszolút értéke kisebb a vízénél s így a mikor a vízmeniszkuszt sellakkal vagy kollodiummal érintkezik, közvetlen közelében a sellak, kollodium vízgőzzel érintkezik s így felületi feszültsége kisebb lesz, mint a vízé s így nedvesítés nem is állhat be. I. és II.-ben leírtam mérés-

<sup>1</sup> GIESEN: *Drudes Ann.* 10. p. 1903. H. FREUNDLICH: *Kapillarchemie* p. 113.

seket olyan kaucsukcsövön, melyet a víz jól nedvesített; a nedves levegőre vonatkoztatott feszültség e csövön csakugyan negatív s abszolút értékben a vizénél nagyobb volt. A platinázott csövet a víz nem nedvesítette, megegyezésben a mérések eredményével.

Néhány platinázott csövön azt észleltem, hogy a víz jól nedvesítette őket, mikor először jutottak vízzel érintkezésbe; többszöri érintkezés után mind rosszabb lett a nedvesítés; mégis a száraz levegőre vonatkoztatott feszültség az első érintkezés-kor is ugyanaz volt, mint később. Lehet, hogy a nedves levegőre vonatkoztatott feszültség kezdetben más volt, mint később; méréseket erre vonatkozólag nem végeztem.

19. A mérési eredmények tanúsága szerint az 52, 104, 208 s 416  $\mu\mu$  vastagságú platina réteg-víz felületi feszültsége a hibahatárokon belül egyforma. Ebből azt következtethetjük, hogy a sellak, valamint a platina molekulák hatásszférája  $\frac{1}{2} 52 = 26 \mu\mu$ -nél kisebb, mert különben a felületi feszültség 52  $\mu\mu$ -nél vastagabb rétegeken változnék a vastagsággal.<sup>1</sup> Ez az eredmény egyezik más szerzők méréseivel, kik nem a felületi feszültséget, hanem vékony rétegek más sajátságát használták fel a hatásos szféra megállapítására.<sup>2</sup> A méréseket ez irányban folytatom annál is inkább, mert az eddigi mérések alapján 52  $\mu\mu$ -nél talán valamivel nagyobbnak mondható a felületi feszültség mint nagyobb vastagságoknál. Erre a vizsgálatra különben a kollodium alkalmasabb, mint a sellak, mert sokkal nagyobb a feszültsége.

20. A felületi feszültség számítására használt (2) formulában  $b$  és  $c$  függ a diffúzióegyütthatótól. Sellakkal nagyok az együtthatók, annak jeléül, hogy a sellak aránylag sok vizet nyel el, a mit WARBURG és IHMORI<sup>3</sup> is észlelt. A mint nő a platinaréteg vastagsága,  $b$  és  $c$  fokozatosan kisebbedik, a mint az a táblázatokban látható; a platina tehát jóval kevesebb vizet nyel el; a diffúzió-együttható is jóval kisebb. Vastagon bevont csöveken  $b$  igen kicsiny lesz, szinte zérusnak vehető. Ez azt

<sup>1</sup> L. A. FREUNDLICH: Kapillarchemie p. 267. 1909.

<sup>2</sup> U. o.

<sup>3</sup> E. WARBURG u. T. IHMORI: Wied. Ann. 27. p. 481—507. 1886.

mondaná, hogy a platina észrevehető mértékben nem nyel el vizet s  $b$  fokozatos csökkenése a platinaréteg vastagodásával inkább azt mutatná, hogy a platinaréteg megrepedezik s e repedéseken jut víz a sellakhoz.

Igaz, a platinázott csövön mikroszkoppal sem volt látható repedezés, a felületi réteg vezette az elektromos áramot. Viszont azonban tapasztaltam, hogy üvegre csapott platinaréteg megrepedezik, ha vízzel jut érintkezésbe.

### Összefoglalás.

1. Megmértem a sellak-víz, kollodium-víz, kaucsuk-víz, platina-víz száraz és nedves levegőre vonatkoztatott felületi feszültségét.

2. A száraz levegőre vonatkoztatott felületi feszültség különböző anyagokon igen különböző, a nedves levegőre vonatkoztatott közel egyforma.

3. A nedves levegőre vonatkoztatott feszültség egyformasága adszorbeált vízrétegnek tulajdonítható.

4. A platinavíz száraz levegőre vonatkoztatott feszültsége állandó, ha a platinaréteg vastagsága  $52 \mu$ -nél nagyobb.

Ugy a mérésekben, mint a számításokban HERCZ SZIDONIA kisasszony s GYULAI ZOLTÁN úr nagy segítségemre voltak, a miért e helyen is hálás köszönetet mondok nekik.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1913 április 21.-én tartott üléséből.)

---

