

2993
50639

Wpl
FRANKLIN-TÁRSULAT

MATEMATIKAI
és
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADÉMIA III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI FRÖHLICH IZIDOR OSZTÁLYTITKÁR.

XLV. KÖTET.

KÉT TÁBLÁVAL.

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON I. FRÖHLICH KLASSENSEKRETÄR.

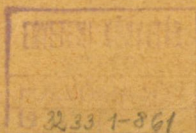
BAND XLV.

MIT ZWEI TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

1928.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
58 CHEMISTRY BUILDING
CHICAGO, ILLINOIS 60637

RECEIVED
JAN 10 1964

HEAVY METALS
SECTION

ANALYSIS OF
SOLUBLE METALS

BY
DR. J. H. HARRIS



MATEMATIKAI
ÉS
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
ÉRTESITŐ.

A M. TUD. AKADEμία III. OSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

SZERKESZTI **FRÖHLICH IZIDOR** OSZTÁLYTITKÁR.

XLV. KÖTET.

KÉT TÁBLÁVAL

MATHEMATISCHER
UND
NATURWISSENSCHAFTLICHER
ANZEIGER

DER UNGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

REDIGIERT VON **I. FRÖHLICH** KLASSENSEKRETÁR.

BAND XLV.

MIT ZWEI TAFELN

BUDAPEST.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEμία.

1928.

50639

TARTALOMJEGYZÉK.

INHALTSVERZEICHNISS.

| | <i>Lap</i> <i>Seite</i> |
|--|----------------------------|
| BÁRÓ ANDREÁNSZKY GÁBOR: Növényföldrajzi tanulmányút Szicília szigetén 1926 május 2—9. | 455—469 |
| — Pflanzengeografischer Studien-Ausflug auf der Insel Sicilien, den 2—9. Mai 1926 | 470—471 |
| CHOLNOKY JENŐ: Lefolyástalan medencék sorsa | 428—445 |
| — Die Umgestaltung der abflusslosen Becken | 446—447 |
| DUDICH ENDRE: A tengervíz hatása az édesvízi ászkákra | 167—191 |
| — Die Wirkung des Seewassers auf Süßwasserasseln | 192 |
| FEHÉR DÁNIEL és SOMMER GÉZA: Vizsgálatok az erdőtalaj lélekzéséről, különös tekintettel annak az erdő életében elfoglalt biológiai jelentőségére | 541—574 |
| — Untersuchungen über die biologische und forstwirtschaftliche Bedeutung der CO_2 -Atmung der Waldböden | 575—583 |
| KERÉKJÁRTÓ BÉLA: Folytonos csoportok geometriai elméletéről. II. A háromdimenziós tér euklidesi és hiperbolikus csoportjairól | 290—304 |
| — Théorie géométrique des groupes continus. II. Les groupes euclidien et hyperbolique de l'espace à trois dimensions | 305 |
| KERÉKJÁRTÓ BÉLA: Folytonos csoportok geometriai elméletéről. III. A Hárommértű geometria megalapozása a HELMHOLTZ-féle monodromia-axiómával | 306—315 |
| — Théorie géométrique des groupes continus. III. Fondation de la géométrie à trois dimensions par l'axiome de monodromie | 316 |
| KISS ÁRPÁD: A neutrális sóhatásokról ionreakciók esetén | 193—208 |
| — Neutralsalzwirkung bei Ionenreaktionen | 209 |
| KLUG LIPÓT: Konfokális kúpszeletekről | 584—606 |
| — Über konfokale Kegelschnitte | 607—608 |
| KONEK FRIGYES: Wöhler Frigyes emlékének | 506—512 |
| — Dem Andenken Friedrich Wöhlers | 513 |
| KONEK FRIGYES: Újabb kísérletek a mesterséges helyi érzéstelenítők szintézise terén | 514—523 |

| | <i>Lap Seite</i> |
|--|----------------------|
| F. KONEK: Neuere Versuche auf dem Gebiete der synthetischen Lokalanästhetika | 524—525 |
| KUTASSY ENDRÉ: Triászkorú faunák a Béli- és Bihar-hegységből | 526—538 |
| — Triadische Faunen aus dem Béler- und Bihar-Gebirge | 539—540 |
| KÖVESSI FERENC: Az élőlények szabályosságának a magyarázata. | |
| I. közlemény | 652—663 |
| — Erläuterung der Gesetzmässigkeiten lebender Wesen. I. Mitteilung | 664 |
| KÖVESSI FERENC: Az élőlények szabályosságának a magyarázata. | |
| II. közlemény. Bizonyítása annak, hogy az élőlények fejlődésénél szereplő csillapított rezgés koeficiensei a biológiai viszonyok szerint változnak | 665—675 |
| — Erläuterung der Gesetzmässigkeiten lebender Wesen. II. Mitteilung. Beweis, dass die Koefficienten der aperiodisch gedämpften Schwingung, die bei der Entwicklung lebender Wesen auftreten, den biologischen Verhältnissen gemäss veränderlich sind | 676—677 |
| KÖVESSI FERENC: Az élőlények szabályosságának a magyarázata. | |
| III. közlemény. Az élőlények növekedésénél szereplő csillapított rezgőmozgás koeficienseinek biofizikai értelmezése | 678—687 |
| — Erläuterung der Gesetzmässigkeiten lebender Wesen. III. Mitteilung. Biofisikalische Interpretierung der Koefficienten der aperiodisch gedämpften Schwingung, die bei dem Wachstum lebender Wesen auftreten | 688—689 |
| KRENNER JÓZSEF †: Két új magyar ásvány | 1—7 |
| — Zwei neue Minerale aus Ungarn | 8—9 |
| KRENNER JÓZSEF †: Inesit Nagybányáról | 10—11 |
| — Inesit von Nagybánya | 12 |
| KRENNER JÓZSEF †: Berthierit Felsőbányáról | 13 |
| — Berthierit von Felsőbánya | 14 |
| KRENNER JÓZSEF †: Metacinnabarit Felsőbányáról | 15—18 |
| — Metacinnabarit von Felsőbánya | 19 |
| MANNINGER REZSŐ: A paratyphus-bacillusok systematikája, különös tekintettel a suipestifer-csoportra | 488—503 |
| — Zur Systematik der Paratyphusbazillen, mit besonderer Berücksichtigung der Suipestifer-Gruppe | 504—505 |
| MAUTHNER NÁNDOR: Az Acylgyök vándorlása az acetyl-dimethylpyrogallolnál | 399—405 |
| — Über die Wanderung der Acylgruppe beim Acetyldimethylpyrogallo | 406—407 |
| MAUTHNER NÁNDOR: A dioxymethylengyűrű szétbontása | 408—410 |
| — Über die Aufspaltung des Dioxymethylen-Ringes | 411—412 |
| MAUTHNER NÁNDOR: Dialkylresorcinekkal végzett ketonszintézisekről | 413—417 |

| | <i>Lap</i> <i>Seite</i> |
|--|----------------------------|
| N. MAUTHNER: Über den Verlauf der Ketonsynthesen bei den Dialkylresorcinen | 418—420 |
| MAUTHNER NÁNDOR: Egy új gallusaldehyd szintézise | 421—425 |
| — Die Synthese eines neuen Gallusaldehydes | 426—427 |
| MEDUNA LÁSZLÓ: Kísérletes vizsgálatok a mikroglia histopathológiájáról | 448—453 |
| — Experimentaluntersuchungen über die Histopathologie der Mikroglia | 454 |
| Szőkefalvi NAGY GYULA: A maximális osztályindexű vagy — indexű síkgörbék jellemző számai között fennálló relációkról | 245—257 |
| — Über die Relationen zwischen den charakteristischen Zahlen der ebenen Kurven vom Maximalklassenindex oder vom Maximalindex | 258—259 |
| Szőkefalvi NAGY GYULA: A maximális osztályindexű síkgörbék rendszámára fennálló egyenlőtlenségekről | 260—276 |
| — Über die Ungleichungen für die Ordnung der ebenen Kurven vom Maximalklassenindex | 277 |
| NAGY L. JÓZSEF: A gipszkristályok rácsállandójára vonatkozó vizsgálatok | 609—616 |
| — Untersuchungen über Raungitter-Konstanten der Gipskristalle | 617—618 |
| PALIK PRORSKA: Hydrodietyon-tanulmányok. Két táblával | 20—45 |
| — Hydrodietyon-Studien. Mit zwei Tafeln | 46—47 |
| POGÁNY BÉLA: A Harress-féle kísérlet megismétléséről. II. Közlemény | 332—344 |
| — Über die Wiederholung des Harress-schen Versuches. II. Mitteilung | 345 |
| POGÁNY BÉLA és SCHMID REZSÓ: Az NO-sávós színekép úgynevezett harmadik pozitív csoportjához tartozó sávok vonalainak ZEEMAN-jelenségéről | 472—479 |
| — — Über den Einfluss des Magnetfeldes auf die Bandenlinien der dritten positiven Stickstoffgruppe (γ -Banden) | 480 |
| RADÓ TIBOR: A felszínmérés elméletéhez | 225—239 |
| — Sur la quadrature des surfaces courbes | 240—244 |
| RADOS GUSZTÁV: Az EULER-féle lineáris differenciálegyenletről | 369—374 |
| — Über EULER's lineare Differentialgleichung | 375 |
| SCHERFFEL ALADÁR: A Lathraea Squamaria L. hydathodjai és epiphyticus bakteriuma: Mycobakterium Lathraeae mihi | 346—364 |
| — Die Hydathoden von Lathraea Squamaria L. und deren epiphytisches Bakterium: Mikrobakterium Lathraeae mihi | 365—368 |
| SCHMID REZSÓ: Az NO-sávós színekép harmadik pozitív csoportjának sávjairól (γ -sávok) | 481—486 |
| — Über die Banden der dritten positiven Stickstoffgruppe (NO- γ -Banden) | 487 |

| | |
|---|---------|
| SCHMID REZSŐ és POGÁNY BÉLA: Az NO-sávós szinkép úgynevezett harmadik pozitív csoportjához tartozó sávok vonalainak ZEEMAN-jelenségéről | 472—479 |
| — — Über den Einfluss des Magnetfeldes auf die Bandenlinien der dritten positiven Stickstoffgruppe (γ -Banden) | 480 |
| SZÉLL KÁLMÁN: A kétatomú gázok rotációs-rezgési entropiája | 210—223 |
| — Über die Rotationsschwingungsentropie der zweiatomigen Gase | 224 |
| TOKODY LÁSZLÓ: A Chromit kristály-szerkezete | 278—286 |
| — Über die Kristallstruktur des Chromits | 287—289 |
| VENDL ADADÁR: Konia környékének homokjairól | 317—330 |
| — Über die Sande in der Umgebung von Konia | 331 |
| ZECHMEISTER LÁSZLÓ és ROM PÁL: Szerves vegyületek redukciója magnézium és metylalkohol segítségével | 619—636 |
| — — Reduktion organischer Verbindungen mittels Magnesium und Methylalkohol | 637—638 |
| ZECHMEISTER LÁSZLÓ, CHOLNOKY LÁSZLÓ és VRABÉLY VERA: Újabb vizsgálatok a paprika festékéről | 639—650 |
| — — — Neuere Untersuchungen über den Paprika- (roten Pfeffer-) Farbstoff | 651 |
| ZEMPLÉN GÉZA: A foszforpentaklorid hatása a szabad szénhidrátokra és glükozidokra | 48—77 |
| — Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf freie Kohlenhydrate und Glukoside | 78 |
| ZEMPLÉN GÉZA: A cellobiózból keletkező magasabbrendű szénhidrátról | 79—83 |
| — Über das aus Cellobiose entstehende höhere Kohlenhydrat | 84 |
| ZEMPLÉN GÉZA: Kutatások az izomaltósról | 85—104 |
| — Untersuchungen über die Isomaltose | 105 |
| ZEMPLÉN GÉZA: A casein újfajta szétbontását célzó kutatások | 106—123 |
| — Untersuchungen über eine neue Spaltung des Caseins | 124 |
| ZEMPLÉN GÉZA: Adatok a solanin szerkezetéhez | 125—135 |
| — Beiträge zur Konstitution des Solanins | 136 |
| ZEMPLÉN GÉZA: A KARRER-féle cellálról | 137—165 |
| — Das Cellal KARRER's | 166 |
| ZIMMERMANN ÁGOSTON: Musculus pronator teres összehasonlító anatómiájához | 376—395 |
| — Zur vergleichenden Anatomie des Musculus pronator teres | 396—398 |

KÉT ÚJ MAGYAR ÁSVÁNY.¹

† KRENNER JÓZSEF r. tagtól.

Hat szövegábrával.

Amikor évekkel ezelőtt Szomolnokon a pyritbányákat bejártam, az onnan már ismert sulfátokon kívül még másokat is találtam, amelyek beható vizsgálatok után újaknak bizonyultak; ² ezek közül kettőt a következőkben ismertetek. Mindkét sulfátnak apró kristálykái ez utóbbiak hasonnemű anyagán, gömböscseppköves képződményein egyenkint vagy drúzásan ülnek.

Mindkét ásványt LOCZKA JÓZSEF múzeumi őr úr, Nemzeti Múzeumunk volt vegyész-elemezte.

1. Rhomboklas.

Az ásványt a kristálykák alakja és jó hasadásuk után neveztem el.

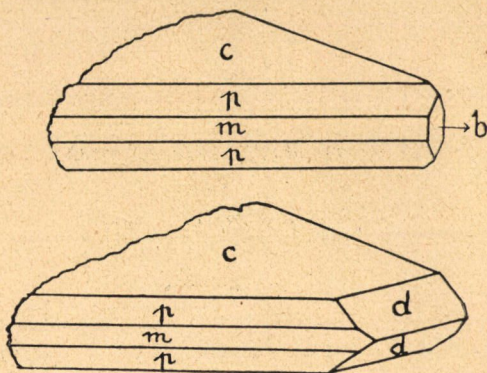
A rhomboklas apró, szintelen, vagy szürke táblácskái a cseppköves képződményekre telepedvén, ezek fenyőtobozokhoz hasonlítanak. A rhombalakú táblácskák legfeljebb 2—4 mm hosszúak és 0·5—0·8 mm vastagok. A szintelenek átlátszók, a szürkék homályosak, üveg- vagy zsírfényűek. Keménységük a gipszével egyező, ugyancsak hajlíthatók és az uralkodó lap szerint jól hasadnak.

A táblácskák a goniométeres és optikai vizsgálatok alapján

¹ Jegyzőkönyvi rövid kivonat: Akadémiai Értesítő, 1891, 2. köt. 96. lap.

² Matematikai és Természettud. Ért. 1926, 42. köt. 1. l.

rhombosaknak bizonyultak. Az uralkodó alak $c \{001\}$, ezenkívül mint alárendelt, keskeny lapocskák $p \{111\}$ és $m \{110\}$. Olykor



1. és 2. ábra.

az alappiramis sarkéleit tompítja $d \{011\}$ és nagyon ritkán kifejezett $b \{010\}$ (1—3. ábra).

A mérések eredményei:

| Mérés: | Számítás: |
|--|-----------------|
| $(111) : (\bar{1}11) = 101^\circ 28'*$ | — |
| $(111) : (001) = 62^\circ 38'*$ | — |
| $(110) : (1\bar{1}0) = 58^\circ 36'$ | $58^\circ 41'$ |
| $(110) : (\bar{1}10) = 121^\circ 29'$ | $121^\circ 19'$ |
| $(110) : (001) = 90^\circ 5'$ | $90^\circ 0'$ |
| $(111) : (1\bar{1}1) = 51^\circ 26'$ | $51^\circ 35'$ |
| $(111) : (110) = 37^\circ 15'$ | $37^\circ 22'$ |

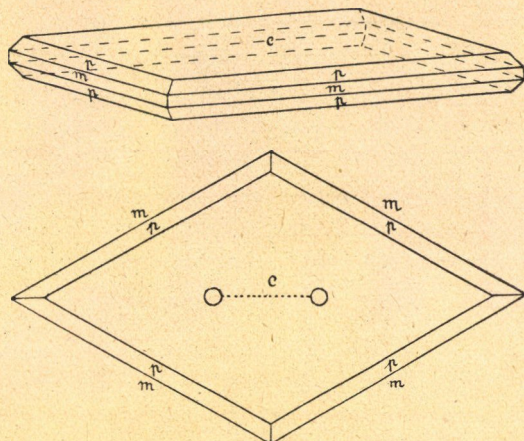
Az alapértékekből megállapított tengelyarány:

$$a : b : c = 0.56965 : 1 : 0.94644.$$

A főhasadáson kívül úgy látszik egy csekélyebb fokú is van $m \{110\}$ szerint.

A kioltás iránya pontosan egybeesik a rhombos-táblácskák diagonálisával. Az optikai tengelyek síkja egyenlőközü (100) lappal. Az egyik középvonal merőleges $c \{001\}$ lapra és negatív jellegű; ennek tengelyszöge igen nagy, a tengelypontok messze túlesnek a látómezőn 4. ábra. Olajban ($n = 1.469$), sárga fényben mértém $2Ho = 137^\circ 9'$. Kettőtörése meglehetősen erős.

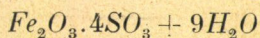
A rhomboklasz eléggé állandó, a levegőn nem változik. Lángban hevítve kissé összezsugorodik és szürke, grafithez vagy



3. és 4. ábra.

kokszhhoz hasonló salak marad vissza; nagyon apró szilánkjai szürke, csillámló a platinasodronyhoz símuló, mágneses gyönggyé olvadnak.

Loczka úr az elemzés adataiból



tapasztalati képletet vezetett le.

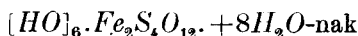
A százalékos összetétel:

| | Észlelés : | Számítás : |
|---------------------|----------------|----------------|
| SO_3 | 49·27 % | 49·86 % |
| Fe_2O_3 | 24·54 % | 24·91 % |
| FeO | 0·35 % | — |
| CuO | 0·03 % | — |
| CaO | 0·10 % | — |
| $Mg (Na_2) O$ | 0·15 % | — |
| Al | nyomok | — |
| H_2O | 25·54 diff. | 25·53 % |
| Oldatlan | 0·02 % | — |
| | <hr/> 100·00 % | <hr/> 100·00 % |

Fajsúly 2·241.

*

Pótlás. LOCZKA JÓZSEF úr az elemzés adatait 1890 november 16-án adta át nekem, amelyeket a saját megfigyelésemmel együtt 1891 január 19-én mutattam be a M. T. Akadémiának. Tizenkét évvel később megjelent SCHARIZER RUDOLF-nak¹ a vas-sulfátokra vonatkozó érdekes vizsgálatainak harmadik sorozata. Többek között egy általa készített savanyú ferrisulfátot is leírt, amely apró rhombos táblácskákban kristályosodik, ezeknek a mikroszkóp alatt csak közelítőleg mérhető szöge $57\frac{1}{2}^\circ$ volt. Az optikai tengelyek síkja párhuzamos a makro-tengellyel; az optikai tengelyek szöge igen nagy, a hozzátartozó optikai közepvonal merőleges a táblácskák uralkodó (001) lapjára és negatív jellegű. A tengelypontok a látómezőn kívül esnek.² Ennek a mesterséges sulfátnak az képletét SCHARIZER³ az elemzés alapján



állapította meg.

Az elemzés eredménye a következő:

| | Észlelés: | Számítás: |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Fe_2O_3 | 25·61 % | 23·60 % |
| SO_3 | 47·50 " | 47·20 " |
| H_2O | 28·89 " | 29·20 " |
| | <u>100·00 %</u> | <u>110·00 %</u> |

Összehasonlítva a rhomboklasz és a mesterségesen előállított ferrisulfát kémiai összetételét, kristálytani és optikai sajátosságait, csakhamar arra a meggyőződésre jutunk, hogy a szomolnokai rhomboklasz és SCHARIZER mesterséges sulfátja azonosak.

*

2. Szomolnokit.

Ezt a sulfátot a lelethelye után neveztem el. Az ásványnak apró (0·5—2·5 mm) piramisai vagy palán ülnek, vagy a gömböstalaktites képződményekre telepedtek, sokszor sűrűn egymás

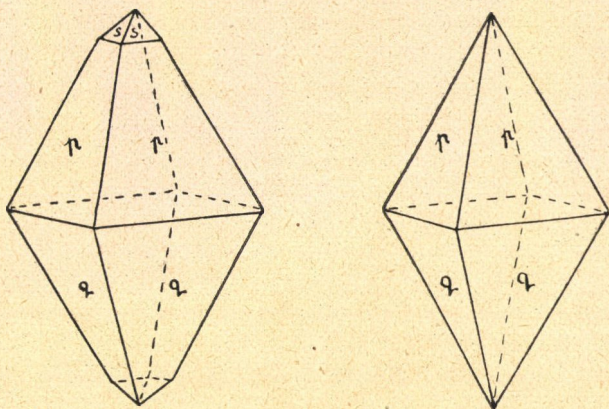
¹ Zeitschrift f. Krystall. und Mineral. 1902. 35. köt. 345. l.

² Az id. h. 351—352. l.

³ Az id. h. 347. l.

mellé. A kristálykák kén-borsósárgák, jácintvörösek vagy világosbarnák; az elsők átlátszók, erősen üvegfényűek, míg az utóbbiak csak áttetszők vagy átlátszatlanok és zsírfényűek.

A piramisok egyhajlásúak, többnyire csak $p\{111\}$ és $q\{\bar{1}\bar{1}1\}$ kombinációi; olykor láthatni még a kristályok hegyén $s\{113\}$ pi-



5. és 6. ábra.

ramisnak alárendelt lapocskáit (5. és 6. ábra). Nagyon ritkán felismerhetni még a prisma $m\{110\}$ nyomait.

A kristálytani elemek kiszámítására mértem:

$$(111) : (\bar{1}\bar{1}1) = 79^\circ 32'*$$

$$(111) : (113) = 26^\circ 28'*$$

$$(113) : (1\bar{1}3) = 54^\circ 24'*$$

Ezekből következik:

$$a : b : c = 0.9544 : 1 : 1.8999$$

$$\hat{\beta} = 86^\circ 39' 54''.$$

Az alapértékeken kívül még mértem:

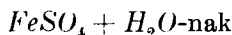
| | Mérés: | Számítás: |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| $(11\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}1)$ | $81^\circ 56'$ | $82^\circ 10\frac{1}{3}'$ |
| $(111) : (11\bar{1})$ | $40^\circ 12'$ | $39^\circ 51'$ |
| $(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$ | $85^\circ 56'$ | $85^\circ 48'$ |
| $(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ | 139°ca | $140^\circ 10'$ |
| $(111) : (1\bar{1}0)$ | — | $87^\circ 13'$ |

A kristálykákat óvatosan széttörve hasadás felismerhető, de apróságuk miatt a hasadási lapok helyzetét nem állapíthattam meg. Csak az egészen apró kristályok átlátszók, kicsinységük miatt azonban csak néhány optikai adatot állapíthattam meg. A kettőtörés erős, az optikai tengelyek síkja párhuzamos (010) lappal. A vertikális tengelyre merőlegesen csiszolt lemezeken, amelyek csaknem quadrátos alakúak, közel a látótér mellső széléhez látható volt egy optikai tengely a jellegző fekete sávval.

A nagyobb kristályok belsejében nagyon apró, behintett pyritszemecskék ismerhetők fel, ezek a csiszolat készítését rendkívül megnehezítik, mivel kioldódnak, a csiszolatot pedig tönkreteszik.

A szomolnokit lángban hevítve megfeketedik, később bágyadtfényű szürke gyönggyé olvad. A lángot kissé zöldesfehérre festi.

A kémiai elemzéshez nagy gonddal homogen anyagot választottam ki. Az elemzés adataiból LOCZKA úr a szomolnokit képzetét



állapította meg.

| | Észlelés : | Számítás : |
|------------------------|------------|------------|
| SO_4 _ _ _ _ _ | 47·96 % | 47·07 % |
| FeO _ _ _ _ _ | 39·42 " | 42·35 " |
| Fe_2O_3 _ _ _ _ _ | 1·36 " | — |
| CuO _ _ _ _ _ | 1·20 " | — |
| CaO _ _ _ _ _ | 0·07 " | — |
| MgO _ _ _ _ _ | 0·25 " | — |
| $Na_2(K_2)O$ _ _ _ _ _ | 0·31 " | — |
| ZnO _ _ _ _ _ | 0·14 " | — |
| H_2O _ _ _ _ _ | 10·36 " | 10·58 " |
| | <hr/> | <hr/> |
| | 101·07 % | 100·00 % |

Fajsúly 3·035.

Ez a vassulfat izomorph a megfelelő magnesium sóval, a kieserittel. TSCHERMAK¹ a hallstadi kieseritet vizsgálta meg kristálytanilag és azt szintén egyhajtásúnak találta. Amint az

¹ Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1871, 63. köt. 317. l.

alábbi táblázatból látható, a két ásvány kristályainak szögértékei és geometriai elemei közel állanak egymáshoz, mint az izomorph anyagoknál.

| | Szomolnokit | Kieserit (Hallstadt) |
|-------------------------------------|--|-------------------------|
| | $(111) : (\bar{1}\bar{1}1) = 79^\circ 32'$ | $77^\circ 34'$ |
| | $(113) : (\bar{1}\bar{1}3) = 54^\circ 24'$ | $51^\circ 51'$ |
| | $(111) : (113) = 26^\circ 28'$ | $27^\circ 34'$ |
| | $(111) : (11\bar{1}) = 40^\circ 12'$ | $42^\circ 18'$ |
| | $(11\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 81^\circ 56'$ | $78^\circ 28'$ |
| $a : b : c = 0.9544 : 1 : 1.8999$ | $a : b : c = 0.9147 : 1 : 1.7445$ | |
| $\tilde{\beta} = 86^\circ 39' 54''$ | $\tilde{\beta} = 88^\circ 53'$ | |

Ezek után nem lesz meglepő, ha a megfelelő mangansulfátot, a felsőbányai szmikitet, amelyet eddig csak cseppköves alakban ismerünk, valamikor kristályosodva találnák, azt mint e csoport harmadik izomorf tagját vehetjük fel.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1891 január 19.-én tartott üléséből.)

ZWEI NEUE MINERALE AUS UNGARN.

Von † JOSEF KRENNER.

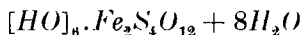
Die zwei neuen Sulfate kommen mit anderen, bereits bekannten in den Kiesgruben zu Szomolnok (Komit. Szepes) vor. Die kleinen Kriställchen sitzen vereinzelt oder zu Drusen vereinigt auf stalaktitischen oder kugelförmigen Gebilden derselben Substanz. Die chemische Analyse führte Herr JOSEF LOCZKA im Jahre 1890 aus, die Resultate der chemischen und kristallographischen Untersuchungen legte ich am 19. Jänner 1891 der Ungr. Akademie der Wissenschaften vor. Das eine Mineral wurde benannt nach der Kristallform und Spaltbarkeit *Rhomboklas*, das andere nach dem Fundort *Szomolnokit*.

1. *Rhomboklas*. Die kleinen rhombischen Tafeln sind 2–4 mm lang und 0·5–0·8 dick, und sind entweder wasserklar, durchsichtig oder graulich durchscheinend, haben Glas oder Fettglanz. (Fig. 1–4 auf Seite 2 und 3 des ungar. Textes.) Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $p\{111\}$, $m\{110\}$, $d\{011\}$, $b\{010\}$, die zwei letzteren selten. (Winkelwerte auf Seite 5 und 7 des ungar. Textes.)

Die Auslöschungsrichtung ist parallel zu den Diagonalen der rhombischen Tafeln. Ebene der optischen Achsen (100). Der Winkel der optischen Achsen ist sehr groß, die Achsenpunkte liegen ausserhalb des Sehfeldes. In Öl ($n_D=1\cdot469$) wurde bei gelben Licht gemessen $2Ho=137^\circ 9'$. Die negative Mittellinie ist vertikal zur dominierenden $c(001)$ Fläche. Doppelbrechung ist ziemlich stark.

Die Analyse-Ergebnisse sind auf Seite 4 des ungar. Textes mitgeteilt, aus welchen die Formel $Fe_2O_3\cdot 4SO_3+9H_2O$ sich ergibt.

Nachtrag. Im Jahre 1902 veröffentlichte R. SCHARIZER die III. Reihe seiner Untersuchungen über die Eisensulfate (Zeitschrift f. Krystall. u. Mineral. 1902, Bd. 35. pag. 345—352), unter andern beschrieb er auch ein von ihm hergestelltes saueres Ferrisulfat, dessen Zusammensetzung



war. Die kristallographischen und optischen Eigenschaften stimmen ganz genau mit denen des Rhomboklases.

2. *Szomolnokit.* Die monokrösen pyramidalen Kriställchen erreichen eine Größe von 0·5—2·5 mm. Die Farbe ist schwefelgelb, hyacinthrot bis braun. Beobachtete Formen $p\{111\}$, $q\{\bar{1}11\}$, $s\{11\bar{3}\}$, sehr selten $m\{110\}$ (Fig. 5—6). Winkelwerte und Achsenverhältnis sind auf Seite 5 des ungar. Textes angegeben. Ebene der optischen Achsen parallel zu $b\{010\}$. Die chemische Analyse (Seite 6 des ungar. Textes) führte zur Formel $FeSO_4 + H_2O$. Szomolnokit ist isomorph mit dem Kieserit (siehe Tabelle auf Seite 6 des ungar. Textes).

(Aus der Sitzung vom 19. Jänner 1891 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)



INESIT NAGYBÁNYÁRÓL.

† KRENNER JÓZSEF r. tagtól.¹

Amikor 1904. év nyarán Nagybányán voltam, SCHMIDT JENŐ bányamérnök úr egy ásványt mutatott nekem, amelyet eddig Szatmár vármegye ezen híres bányahelyén még nem találtak. A mérnök úr az új előfordulás egy darabját szíveskedett átengedni közelebbi megvizsgálásra, amely után kiderült, hogy az ásvány *inesit*, amely mangansilikát Magyarországról eddig ismeretlen volt.

Az inesit Nagybányán a veresvízi «Márton» nevű aranyteléren fordul elő, amely főleg ezüstös aranyat tartalmaz, ritkán behintett galenittel és sphalerittel. SCHMIDT² bányamérnök úr megfigyelései szerint a telér gazdagabb helyein összefüggő tömegekben kíséri az aranytartalmú kvarcot, de mállott és fehéresszürke színű, ez különösen a telér fedője táján észlelhető. Ellenben a telér szegényebb helyein az ásvány csak egyes foltokban lép fel, de üde és élénk rózsaszínű.

Az inesit 10 mm hosszú és 0·1—0·3 mm vastag szálakból összenőtt sugaras-gömbös aggregatumai szintelen vagy halvány ibolyaszínű kvarcba vannak ágyazva. Az ásvány világos rózsaszínű, gyöngye selyemfényű. A szálak hosszirányában két különböző hasadás ismerhető fel. A tökéletes hasadás $b\{010\}$ lemezekben a kioltás $29^\circ 10'$ a repedési vonalakhoz, konvergens poláros fényben pedig az aszimmetriás tengelykép látható. Az optikai középvonal ferdén lép ki, a tengelypontok pedig a lát-

¹ Az elhunyt szerzőnek 1904 október hó 10-én bemutatott dolgozatát hátrahagyott kézírata alapján rendezte sajtó alá ZIMÁNYI KÁROLY r. t.

² Bányászati és Kohászati Lapok 1905, 41. köt., 143—144. l.

mezőn kívül esnek. A kettős törés negatív. SCHEIBE¹ a nassaui inesiten ugyanezeket az optikai sajátságokat figyelte meg.

A nagybányai inesitben kimutattam a *Mn*-, *Ca*-, *SiO*₂-t és a vizet. A boraxgyöngyöt a redukáló lángban borsósárgára festi, amely szín az oxidáló lángban jácintvörösre változik, továbbhevítve gránátvörös, barna, végre fekete lesz. Ellenőrző kísérletekhez a svédországi inesitet használtam, amely éppen így viselkedett. Igen jellemzők a változások, ha az inesitet zárt üvegcsőben hevítjük. Vizét veszítve őzbarna színt nyer, a szálak számos apró darabra esnek szét, végül egy durva fűrészporthoz hasonló tömeg marad vissza.

Az inesitnek eddig ismert lelethelyei Dillenburg (Hessen-Nassau),² Pajsberg,³ Jakobsberg,⁴ Langbanshyttan⁵ Svédországban és Villa Corona közelében (Durango distr.) Mexikóban,⁶ ezekhez most Nagybánya is sorolható. Bennünket különösen a mexikói előfordulás érdekel, ahol az inesit az andesit üregeiben és hasadékaiban található, nálunk az andesitben vonuló nemesérteléreken.

¹ Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesell. 1887 37. köt., 829. l.

² Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesell. 1887, 37. köt. 829. l. — Jahrb. d. kön. preus. geolog. Landesanstalt. für 1887. 472. l.

³ Öfversigt af Sved. Vet.-Akad. Förh. Stockholm 1888, 571. l. — Ref. Zeitschr. f. Kryst. 1891, 19. köt. 93. l.

⁴ Geolog. Foren. Förh. 1894, 16. köt. 323. l. — Ref. Zeitschr. f. Kryst. 1896, 26. köt. 89. l.

⁵ Bullet. of the Geol. Institut of Upsala. 1900—1901, 5. köt. — Ref. Zeitschr. f. Kryst. 1902, 36. köt. 197. l.

⁶ Bullet. Field Columbian Museum. Geol. Ser. 1900, 1. köt. 221. l. — Ref. Zeitschr. f. Kryst. 1902, 36. köt. 76. l.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1904 október 10.-én tartott üléséből.)

INESIT VON NAGYBÁNYA.

Von † JOSEF KRENNER.

Die radial-kugeligen Aggregate des Inesits sind von 10 mm langen und 0·1—0·3 mm dicken Fasern zusammengesetzt und sind in farblosem, oder blassviolettem Quarz eingewachsen. Die Farbe des Minerals ist lichtrosa mit schwachen Seidenglanz. Der Länge nach sind zwei verschiedene Spaltungsrichtungen zu erkennen. An den Spaltungsblättchen nach $b \{010\}$ ist die Auslöschung $29^{\circ}10'$ zu den Spaltungsrissen. Im convergenten polarisierten Lichte erscheint das asymmetrische Achsenbild, mit schief austretender Mittellinie. Die Achsenpunkte liegen ausserhalb des Sehfeldes. Doppelbrechung negativ.

Ich konnte Ca , Mn , SiO_2 und H_2O bestimmt nachweisen. Zu Vergleichsversuchen diente mir ein Inesit von Schweden, welcher sich ganz gleich verhielt.

Diese Mineralspecies ist für Ungarn neu. Von den bisher bekannten Fundorten des Inesites hat das von *Villa Corona* (Mexiko) mit dem von *Nagybánya* insofern Ähnlichkeit, dass das Mineral an beiden Orten in Gängen andesitischer Gesteine vorkommt.

(Gelesen in der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 10. Oktober 1904.)

BERTHIERIT FELSŐBÁNYÁRÓL.

† KRENNER JÓZSEF r. tagtól.

Felsőbányán az utóbbi időben az antimonit kristályai közt a berthieritet is felismertem; a két ásvány tüalakú, vagy szálas kifejlődésében külsőleg nagyon hasonló.

Erősen fémfényű szürke, vagy barnásszürke szálai olykor 40 mm hosszúak is, párhuzamosan vagy sugarasan összenőtt pamacsokat alkotnak. A szálak hosszirányukban erősen rovátkoltak, síklap rajtuk nem figyelhető meg. Ridegségük folytán harántirányban könnyen törnek, de hosszirányban igen jól hasíthatók. A friss törésen és az erősfényű, sima hasadási lapon az ásvány *jellemző színe világos acélszürke*, eltérőleg az eddigi adatoktól, amely a levegőn állva csak később megsötétül.

A berthierit sokszor bensőleg összenőtt az antimonitszálakkal, ezenkívül egyéb kísérő ásványai még nagyon vékony arsenopyrit-tük és baryttáblácskák.

A lángban mágneses vas-regulusszá olvad; üvegcsőben hevítve kén és antimon mutatható ki.

Az elemzéshez a legnagyobb gonddal arsenopyrit- és antimonitmentes anyagot választottam ki, mindennek dacára, amikor LOCZKA JÓZSEF úr az elemzés előtt az ásványt káliumhydrosulfiddal kezelte, antimonitrészecskék még feloldódtak, amelyek a berthierithez szorosan tapadtak. A fajsúly két nagyon jól egyező meghatározásból 22·8°—23·8° C közt 4·622.

Az elemzés eredményei az alábbiak:

| | Észlelés: | Számítás: |
|-------------|-----------|-----------|
| S | 29·28 % | 30·24 % |
| Sb | 55·96 % | 56·55 % |
| Fe | 12·61 % | 13·21 % |
| Cu | 0·06 % | — |
| Pb | 0·94 % | — |
| Zn | 0·24 % | — |
| Mn | 0·31 % | — |
| As | nyomok | — |
| Oldhatatlan | 0·05 % | — |
| | 99·44 % | 100·00 % |

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1908 október 19.-én tartott üléséből.)

BERTHIERIT VON FELSŐBÁNYA.

Von † JOSEF KRENNER.

Neben und zwischen den nadelförmigen Antimonitkristallen finden sich bräunlichgraue Fasern bis zu 40 mm Länge zu Büscheln vereinigt in paralleler oder radialen Lage. Oft sind die beiden nahe, dicht aneinander gewachsen und etwas schwer zu unterscheiden. Die Bruchfläche der spröden Fasern hat charakteristische *licht stahlgraue* Farbe, welche an der Luft nur später dunkler oder bräunlich wird. Die von Herrn J. LOCZKA ausgeführte Analyse findet man auf Seite 13 des ungarischen Textes.

(Aus der Sitzung vom 19. Jänner 1908 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

METACINNABARIT FELSŐBÁNYÁRÓL.

Két szövegábrával.

† KRENNER JÓZSEF r. t.-tól.¹

A pfalzi és idriai higanybányákban a vörös cinober mellett előforduló fekete, tömör higany-szulfidot már a XVIII. század végén megfigyelték, dacára annak, hogy nem elemezték, a vörös ásvánnyal azonosnak tartották és «*Hydrargyrum aethiops mineralis*»-nak nevezték;² később azonban HAUSMANN³ a két ásvány azonosságát nem fogadja el véglegesen; erre vonatkozólag így nyilatkozik: «In wie fern dasjenige was von mehreren mineralogischen Schriftstellern u. A. von Suckow⁴ als natürlicher *Quecksilbermohr* (Aethiops minerale) beschrieben worden, mit dem durch Kunst erzeugten übereinkomme, wage ich nicht zu beurteilen, da ich das Beschriebene nicht habe untersuchen können».

Csak 1870-ben elemezte MOORE G. E.⁵ ezt a fekete ásványt a californiai «Redington Mine»-ből, kimutatván annak chemiai azonosságát a cinnabarittal, azt metacinnabaritnak nevezte el.

¹ Az Akad. Értesítő 1908, XIX. köt. 591. lapján *sajtóhiba* folytán Nagybánya szerepel lelethelynek, ez azonban határozottan téves.

Zimányi K.

² L. A. EMMERLING: Lehrbuch der Mineralogie. Giessen, 1796, 2, 150. — ESTNER: Versuch einer Mineralogie. Wien, 1799, 3, I. Abt., 312. — G. A. SUCKOW: Anfangsgründe der Mineralogie. Leipzig, 1804, 2, 126.

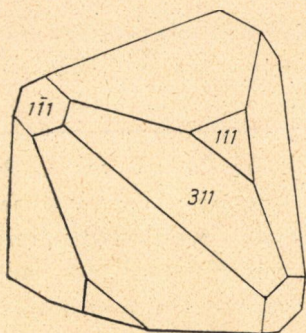
³ I. Fr. L. HAUSMANN: Handbuch der Mineralogie. — Göttingen, 1813, 1, 218.

⁴ G. A. Suckow: Anfangsgründe der Mineralogie. — Leipzig, 1804, 2, 126.

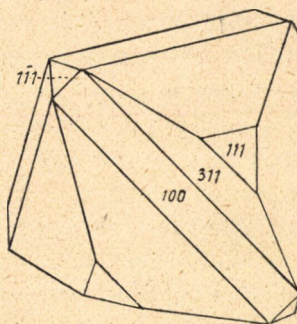
⁵ Journal f. prakt. Chemie. 1870, 2, 319 és American Journal of Sc. 1872, 3, 36.

MOORE már kristályokat is megfigyelt. PENFIELD¹ ugyanerről a bányahelyről származó, jól kifejlett kristályokon végzett méréseket és $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{211\}$, $\{322\}$, $\{100\}$ alakokat figyelte meg. Később SCHRAUF² az idriai cinnoberbányákból mért és írt le kristályokat. Ezt a ritka ásványt, amelyet eddig hazánkból nem ismertünk, Felsőbányán találtam, ahol háromféleképpen fordul elő.³

Víziszta vagy kissé sárgás, táblás barytkristályokba növe, amelyek 7 cm diagonális hosszúságot is elérnek. Ezekben az 1—2 mm nagyságú, néha fényes metacinnabaritkristálykák oly



1. ábra.



2. ábra.

módon vannak behintve, hogy egymást nem érintik és egészben véve párhuzamos síkokban helyezkedtek el a baryttáblák (001), ritkábban (110) lapjaival. Ezek a metacinnabaritrétegek néha nagyon közel fekszenek a határlapokhoz, sőt a bezárt fekete kristálykák felerészben kiemelkednek a barytkristályok felületéről; elvértve olyanokat is találhatunk, amelyek csaknem egészen

¹ American Journal of Sc. 1885, III. Ser. **29**, 452.

² Jahrbuch der kais. kön. Geolog. Reichsanstalt. 1891, **41**, 349.

³ FIZÉLY SÁNDOR ny. főbányatanácsos úr szíves közlése szerint (1927 június 15) ezek a metacinnabarytos darabok a nyugati bányákból valók, az altáró felett fekvő egy munkahelyről, amelyet évtizedek előtt már bezűntettek; 1903-ban rövid ideig ismét dolgoztak itt, ugyanekkor találták a szóbanforgó darabokat. 1904-ben a telérmaradék már le volt fejtve és metacinnabaritot már nem találtak.

Zimányi Károly.

szabadok. A metacinnabaritkristálykák helyenkint nagyon tökéletesek, fényesek úgy, hogy az alakokat jól lehetett megállapítani.

Az uralkodó alak $\{311\}$, ennek csúcsait a negatív tetraéder $\{1\bar{1}1\}$, míg a tetraédes éleket a hexaéder $\{100\}$ lapjai tompítják (1. ábra). Az uralkodó trigondodekaédernél a két különböző értékű él, $\hat{\epsilon}$ és $\hat{\gamma}$ egyenlő $50^\circ 28' 44''$. PENFIELD ezt az alakot a californiai kristályokon nem figyelte meg.

| | Mérés: | Számítás: |
|-------------------------------|----------------|---------------------------|
| $(311) : (113) =$ | $50^\circ 30'$ | $50^\circ 28\frac{3}{4}'$ |
| $(113) : (131) =$ | $50^\circ 25'$ | $50^\circ 28\frac{3}{4}'$ |
| $(113) : (\bar{1}\bar{1}3) =$ | $50^\circ 21'$ | $50^\circ 28\frac{3}{4}'$ |
| $(113) : (1\bar{1}1) =$ | $58^\circ 25'$ | $58^\circ 31'$ |

A másik előfordulásnál valamivel nagyobb, néha kissé bágyadtfényű kristályok egyedül kvarcon ülnek, vagy valami fehér, földes kéreggel együtt. Az uralkodó alak ugyanaz, csak hogy alárendelten a pozitív tetraéder $\{111\}$ is fellép. A negatív tetraéder néha nagyobb lapokkal tompítja a trigonalis csúcsokat, ami által a trigon-dodekaéderlapok feltűnő pentagonokká válnak.

A harmadik előfordulás mennyiségileg is a leggyébrebb. A parányi (0.2–0.3 mm) kristálykák szórványosan ülnek sárgás wurtzitkéreggel² bevont antimonit kristályokon.

Az első és második előfordulás anyagán én magam mutattam ki a fő alkotórészeket, míg a harmadikon LOCZKA JÓZSEF magyar nemzeti múzeumi vegyész úr, aki egyúttal a kémiai elemzést is végezte. Az esetleges Zn-tartalom megállapítására teljes elemzés volt szükséges. Csakis a barytból kiszabadított kristályokból nyerhettem elegendő anyagot, ezt kellő gondal magam választottam ki.

Mínthogy a baryt közönséges oldószerekben alig oldható a metacinnabaritkristálykák kiszabadítására, KLAPROTH régi módszerét használtam. A baryttáblákat hetekig főztem szódaoldatban és a képződött baryumkarbonátot successive leoldottam

¹ Az 1. ábra nem egyezik teljesen a leírással, amelyben a szerző a pozitív tetraédert nem említi és $\{100\}$ hiányzik. Zimónyi K.

² Zeitschrift f. Krystallogr. 1884, 9, 186.

hígított sósavval. Ily módon mintegy 0·8 gr homogén anyagot kaptam. LOCZKA elemzésének eredményei a következők:

| | Talált: | Számított: |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| <i>S</i> _ _ _ _ | 14·05 % | 13·80 % |
| <i>Hg</i> _ _ _ | 85·35 % | 86·20 % |
| <i>Zn</i> _ _ _ _ | 0·72 % | |
| <i>Fe</i> _ _ _ _ | 0·32 % | |
| | <u>100·76 %</u> | <u>100·00 %</u> |

Fajsúly $22\cdot4^{\circ}$ – $24\cdot4^{\circ}$ C-nál 7·54. Amint az elemzésből kitűnik, a *Zn*-tartalom nem oly nagy, mint a guadalecasaritnál, amelyben az 4%-ot is meghalad.¹

Érdekes, hogy ez a ritka ásvány, amelyet eddig cinnoberbányákban találtak, Felsőbányán is előfordul, amely eddig a harmadik lelethely, ahol a metacinnabarit kristályodottan előfordul.

Délországban Nikitowka mellett a cinnabarit penetrációs ikrei helyenkint sugaras antimoniton ülnek, Felsőbányán pedig szintén antimonitra nőtt ugyanennek az anyagnak másik módosulata, a metacinnabarit. Olykor a metacinnabaritos antimonitkristályokat meglehetősen nagy baryttáblák fogták körül, amelyekből később az antimonit ismét kioldódott, hátrahagyva a vékony, oszlopos kristályok csatornaszerű üregeit, ezeknek belső fala fekete porral van behintve, amely szintén higanytartalmú. Az a körülmény, hogy a metacinnabaritkristályok a baryttáblákba zárva találhatók, mintegy azokban lebegnek, azt bizonyítja, hogy mindkét ásványnak ugyanaz volt az oldószere. A paragenetikai sorozat tehát ez: *antimonit*, *metacinnabarit* és *baryt*, helyenkint a két utóbbi egyszerűen vált ki.

¹ TSCHERMAK: Mineralog. Mittheil. 1872, 2, 70.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1908 október 19.-én tartott üléséből, amelyben kézirat nem nyújtatott be és közlemény nem jelenhetett meg; de 1927. évi október hó 10.-i ülésén ZIMÁNYI KÁROLY r. tag által előterjesztett kézírata szerint.)

METACINNABARIT VON FELSÖBÁNYA.

Von † JOSEF KRENNER.

Den Metacinnabarit, welchen man bisher nur aus Cinnoberbergwerken kannte, fand ich kristallisiert in Felsöbánya; es ist eine neue Species für Ungarn. Die bestens entwickelten Kristalle (1—2 mm) finden sich schwebend in grossen Baryt tafeln, zuweilen ragen sie aus diesen hervor. Dominierende Form ist das Trigondodekaëder $\{311\}$, untergeordnet sind $\{1\bar{1}1\}$ und $\{100\}$ (Fig. 1). Beim zweiten Vorkommen sitzen die etwas grösseren, jedoch weniger vollkommenen Kristalle auf Quarz; es tritt untergeordnet noch $\{111\}$ hinzu und das negative Tetraëder ist zuweilen grösser entwickelt (Fig. 2). Sehr spärlich findet man unvollkommen entwickelte kleine (0·2—0·3 mm) Kriställchen auf mit Wurtzit bedeckten Antimonit. Das Spec. Gew. 7·54 bei $22\cdot4^{\circ}$ — $24\cdot4^{\circ}$ C. Die Kristallmessungen findet man auf Seite 17, die von † J. LOCZKA ausgeführte Analyse auf Seite 18 des ungarischen Textes angeführt.

(Ursprünglich der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 19. Oktober 1908 vorgelegt, doch wurde kein Manuskript eingereicht; jedoch ist gegenwärtige Mitteilung nach dem vom o. M. KARL ZIMÁNYI in der Sitzung vom 10. Oktober 1927 eingereichten Manuskript.)

HYDRODICTYON TANULMÁNYOK.

PALIK PIROSKÁ-tól.

Két táblával.

1. Bevezetés és irodalom.

1925 október havában a Budapesti Tud. Egyetem Növényrendszertani Intézetének egyik aquariumában néhány fiatal *Hydrodictyon utriculatum* hálócskát találtam, mely oda valószínűleg az Egyetemi Botanikus kertből hozott vízi növényekkel került.

Vizsgálataimat eleinte ez érdekes alga fejlődésének, az irodalom alapján való tanulmányozásával kezdtem. Később, amikor azt láttam, hogy e többszörösen tanulmányozott és sokak által megvizsgált alga fejlődésmenete és alakú sajátosságai még több tekintetben ismeretlenek és hogy a meglévő irodalmi adatok nem mindenben találnak igazolásra, *behatóbb vizsgálatokhoz fogtam*. Vizsgálataim főbb eredményeinek egybefoglalása előtt az irodalmi adatokat és általában a *H. utriculatum* megismerésének történetét foglalom össze.

LINNÉ Species Plantarumában (1753.) ezt az algát *Conferva reticulata* néven írta le s megjegyzi, hogy Európa folyóiban és azok partján található. VAUCHER (2) észlelte, hogy a fiatal háló az anyaháló egy-egy sejtjében keletkezik. ARESCHOUG (3) figyelte meg a rajzóspórák keletkezését, azok mozgását és hálóvá csoportosulását. BRAUN (6) és COHN (8) fejlődésüket tanulmányozták alaposabban. STRASBURGER (12) a sejtmagokat vizsgálta, megállapítván, hogy a sejtben sok sejtmag van. PRINGSHEIM (10) a rajzógamétákból keletkező hypnozygota továbbfejlődését tanulmányozta. ARTARI (16) megállapította, hogy a chromatophora a fejlődés korai szakában egy szabálytalanul karéjos lemez, amely később hálózatosan áttört lemezzé alakul. KLEBS (17) mutatott

rá, miszerint az, hogy ivaros vagy ivartalan nemzedék jön-e létre, külső tényezőktől, így a hőmérséktől, fénytől stb.-től függ. KLEBS (18) későbbi dolgozatában újabb részleteket dolgozott ki, ismertetvén a sejt szerkezetét, a kétféle keményítőképzést, a sejt osztódásának módját stb. TIMBERLAKE (21) a sejtmagot tanulmányozta, különösen annak osztódását, valamint a sejt osztódását is. Későbbi dolgozatában (22) KLEBS és ARTARI állításával ellentétben kimutatja, hogy a *H.*-nál nincsenek elkülönült chromatophorák, hanem a chlorophyll el van osztva a sejt protoplasmájának egész felületén és megállapította, hogy a sejtben levő keményítőt csak a pyrenoidák hozzák létre.

A *H.*-ra vonatkozó egyéb irodalom eredményeit a továbbiakban részletesen ismertetem s magát az irodalmat a dolgozat végén sorolom fel, az egyes hivatkozási számok alatt.

2. Vizsgálati anyag.

Elsősorban és főként a fennebb említett aquariumi hálócskák-ból készítettem kulturákat. Ezenkívül kultiváltam még egy németországi anyagot is, melyet dr. Soó REZSŐ úr fáradozása révén, 1927 január havában a Berliini Landesanstalt für Wasserhygiene-tenyészetéből kaptam.

A kulturákat eleinte többnyire oly módon készítettem, hogy üvegpoharak aljára homokos kerti talajt tettem s ezt vízzel feltöltvén, a poharakba helyeztem a hálócskákat. KLEBS (17) kísérleteihez részben a tovább leirt tápoldatot használta, részben pedig az edény aljára egy réteg agyagot és egy réteg homokot alkalmazott. Az élettani sajátságok megfigyelése okából úgy északi, mint déli, keleti és nyugati ablakokban helyeztem el ilyen kulturákat és pedig úgy szobában, mint a szabadban; nemkülönben egyenletesen melegített edényekben, valamint árnyékos helyen és fekete papírral teljesen elsötétített medencében. Később kísérleteztem a KNOP-féle tápoldattal, amelyet KLEBS is használt (17). Ezenkívül, — abból a célból, hogy a kerti talajjal készített kulturákba ne kerüljenek a talajjal különféle élő szervezetek desztillált vízben, mintegy 120° C-ra, egy fél óráig hevített homokos kerti talajt is alkalmaztam iszap gyanánt.

Mindeme tápfolyadékok közül legjobbnak bizonyult a kihévitett kerti talaj. Általában azt tapasztaltam, hogy a tápláló folyadék a hálók gyors fejlődése mellett, rövidebb-lassúbb fejlődése mellett hosszabb idő alatt kimerül: mikor is a hálók szép zöld színüket kezdik elveszteni. Ilyenkor a kulturákat meg kellett újítanom. Ez természetesen csak vizsgálataim alatt derült ki és így legelőször, vagyis a november elején készített kulturákban, január 27-ig sem rajzó spórák, sem fiatal hálók nem fejlődtek; a sejtek sárgás-szürke színt vettek fel. Mihelyt azonban az ilyen hálókat friss tápfolyadékba tettem, a hálók — gyakran már 24



1. kép. Két hónapos kultúra, július 6-án, északi ablakban, 4 l.-es edényben, kerti talajra öntött vízvezetéki vízben nevelve. A term. nagyság $\frac{8}{12}$ -e.

óra múlva, szép zöldek lettek és csakhamar rajzóspórák s ezekből fiatal hálók fejlődtek sejteikben. Ezt felismerve, a kulturákat mindig a kellő időben megújítottam. Az ily módon készült és megfigyelt kulturák száma az egész vizsgálat alatt meghaladta a háromszázat. A hálók ősszel, télen és tavasszal legszebben és leggyorsabban fejlődtek a déli és nyugati ablakban, valamint különösen jól a külső ablakpárkányon, a szabadban. Az északi ablakokban a hálók üde zöld színnel fejlődtek, de növekedésük igen lassú volt és ezzel kapcsolatosan a rajzóspórák, illetőleg a fiatal hálók képződése, valamint a rajzó gaméták keletkezése is későn következett be. Legjobban fejlődtek kulturáim

12 cm magas és 7 cm széles üvegpoharakban. Nagyobb, 4—5 l.-es üvegmedencékben is növekedtek a hálók (1. kép), de nem olyan jól, mint a poharakban; ellenben 30—50 l.-es üvegmedencékben már nem sikerült a kultúra. Ki kell itt emelnem, hogy KLEBS (17) szerint a hálók annál élénkebben és gyorsabban növekednek, minél nagyobb az edény. KLEBS azonban az edények köbtartalmát nem említi. E helyen hozom fel, hogy BRUNNTHALER (25.107) a *H.*-t olygosaprobának jellemzi. Minthogy a fentiek szerint a kiegészített kerti talajra öntött desztillált víz kiválóan megfelelőnek bizonyult a *H. utriculatum* tenyészetére, az esetlegesen fennforgó saprophytizmust, a *H.* előnyös fejlődése szempontjából, legalább is irrevelánsnak kell tartanunk.

3. Különböző tényezők hatása a kulturák fejlődésére.

BRAUN (6.237) szerint lapos edényben a sejtekben hamarabb keletkeznek rajzospórák, illetőleg fiatal hálók, mint mélyebb edényben. Erre nézve azt tapasztaltam, hogy 6 cm magas, tehát aránylag alacsony edényekben ugyanannyi idő alatt képződtek rajzospórák és fiatal hálók, mint 18 cm magas poharakban.

Idősebb hálókat poharastul mintegy 25° C-ra melegített aquariumba téve, a pohárban csakhamar fiatal hálókat találtam. Itt a hálóképzés hamarabb következett be, mint az ugyanakkor, de hidegebb, 14.5 és 17 C° hőmérsékű vízben készült kulturákban. Ellenben egész fiatal hálókat szintén 25 C°-ra melegített aquariumban tartva azt tapasztaltam, hogy a hálócskák eleinte szép zöldek maradtak ugyan, de igen lassan, vagy egyáltalában nem fejlődtek s végül elpusztultak. Úgy látszik, hogy fiatal korban az állandóan egyforma magas hőmérsék nem sietteti a fejlődést, hanem gátlólag hat. Megjegyzendő, hogy a melegített aquariumban tartott poharakban nappal a kultúra vére 1—2 C° mindig magasabb volt, mint az aquarium melegített vére. Borus, felhős napokon is ezt találtam. Este 7 óra tájban azonban a két víz hőmérséke egyforma volt. KLEBS (17) (nyáron két-három napig, télen hosszabb ideig) a *Hydrodictyon* hálócskákat KNOP-féle tápoldatban nevelve azt tapasztalta, hogy ha ezután a hálókat friss vízbe helyezte, 24 óra alatt a sejtek nagy

részeben fiatal hálók fejlődtek. Ezzel szemben én azt tapasztaltam, hogy ha fejlett hálókat a nélkül, hogy azokat megelőzőleg KNOP-féle tápoldatban tartottam volna, egyidejűleg egyrészt friss földes vízbe, másrészt friss földnélküli vízvezetéki vízbe helyeztem, akkor körülbelül 3—4 (XI.8—XI.12. Nyáron hamarabb) nap alatt mindkét kulturában egyidejűleg hálók fejlődtek. Vagyis a KNOP-féle tápoldat alkalmazása feleslegesnek bizonyult. A talajnélküli kulturában így létrejött fiatal hálók azonban csakhamar elpusztultak; ellenben a földes vízben a hálócskák szépen fejlődtek tovább. VAUCHER (2.87) említi, hogy az általa vizsgált *Hydrodictyon* hálók télen még -18°C mellett sem pusztultak el. Többszöri kísérleteim azt bizonyították, hogy a 24 órát meghaladó időtartamon át fagynak kitett kulturák egy bizonyos hőmérsékülyedést kibírnak és pedig: a -5°C mellett tartott, teljesen megfagyott idősebb kulturák jegét szobahőmérsékleten lassan felosztatván, a felolvasztott vízben, a víz s talaj változtatása nélkül is csakhamar fiatal hálókat találtam. Egész fiatal, két-három napos hálócskákat is kitettem vízben, -5°C -ra, amely hőmérsék mellett az egész kultúra megfagyott. Itt az eredmény az volt, hogy a hálócskák a víz felolvasztása után tovább éltek és szépen fejlődtek. Egy részét a kulturáknak, 24 órát meghaladó időtartamra -11.5°C , más részét -7°C -nak tettem ki: ezek mind elpusztultak. VAUCHER (2.87) szerint a hálók a nap teljes tüzeit elbírták: sem ez, sem pedig a teljes kiszáradás nem ártott nekik: vízbe helyeztetvén a hálók, ismét kizöldültek és tovább fejlődtek. Kulturáimon erre nézve azt tapasztaltam, hogy ha a hálókat kevés vízben direkt napfényre kitettem és körülbelül 24 óra alatt beszárítottam és ezeket ismét vízbe helyeztem, akkor egy ideig még zöldek maradtak ugyan, de már élettelenek voltak: csakhamar egészen elfehéredtek. Tehát a hálók a gyors beszáradást nem viselik el. VAUCHER erre vonatkozó fenti állítását PRINGSHEIM is (10.779) kétségbe vonja. A lassú beszáradásra vonatkozólag azt tapasztaltam, hogy mintegy öt napi, lassú beszáradás folyamán, ami árnyékos helyen ment végbe, a fejlett hálókban rajzógaméták keletkeztek s a teljes kiszáradás már hypnozygotákat talált. Ezzel szemben az ugyanígy kezelt fiatal hálócskák a kiszáradás befejeződésével elpusztultak.

A magas hőmérsékletre nézve kísérleteim az mutatták, hogy jöllehet egyes kulturáim júliusban, a déli órákban 42° C-ra felmelegedtek, a hálók mégis életben maradtak; zöld színüket megtartották. Ezzel szemben egyes, 48° C-ra melegedett kulturáimban, a sejtek csakhamar elhalványodtak és el is pusztultak; ugyanekkor néhány sejtben néhány legömbölyödött hypnozygotát találtam. Északi és keleti ablakban tartott kulturák hőmérsékletét állandóan mérve, azt tapasztaltam, hogy dacára annak, hogy az északi ablakban a hőmérsék csupán 1° — 1.5° C-al volt alacsonyabb, mint a keletiben; a különben egyidős hálók hosszában feltűnően nagy különbség mutatkozott. És pedig az északi ablakban 4—10 cm, a keleti ablakban 10—14 cm hosszú hálók fejlődtek ugyanaz alatt az idő alatt. Ez arra mutat, hogy az északi ablak kulturáinak fejlődését nem az alacsonyabb hőmérsék hátráltatta, hanem a direkt napfény hiánya. A fény hiánya e szerint hővel nem pótolható. Ebben az értelemben nyilatkozik KLEBS is (17.360).

4. A hálók és a sejtek nagysága.

VAUCHER (2.87) szerint a háló két-három év alatt fejlődik ki teljesen. BRAUN (6.205) kedvező körülmények között a háló kifejlődésének idejét három-négy hétnak találta. KLEBS (17.351) szerint áprilisban már három hét múlva a fiatal hálók zoosporaképzésre hajlamot mutattak, amihez szerinte a szabad természetben rövidebb idő szükséges.

Megfigyeléseim szerint júliusban, keleti ablak párkányán, a szabadban tartott kulturákban, a fiatal hálócskák öt nap alatt fejlődtek ki annyira, hogy bennük rajzóspórák, illetőleg fiatal hálók keletkeztek. Ez a megérése a sejtnek, a sejt nagyságától független. Ilyen rövid kifejlődési időtartamot még egy szerző sem tapasztalt. Más esetekben a kifejlődési időtartam három hét, sőt kedvezőtlen körülmények között — nevezetesen alacsonyabb hőmérsék mellett vagy ha a víz tápláló ereje gyöngült — még hosszabb volt. A fejlett hálók átlag 10—20 cm hosszúak, azonban kulturáiban 26—30 cm hosszú hálók is fejlődtek. A Nemzeti Múzeum herbáriumában levő, Felső-Ausztriában, Kremsmünster mellett gyűjtött hálók (Flora Exsiccata Austro-Hungarica 2793.) körül-

belül 40 cm hosszúak és 6 cm szélesek. DE TONI (32.562) említést tesz 6 dm hosszú és még hosszabb hálóról is. Magam is találtam 1927 máj. 13-án kulturáimban 48 cm hosszú hálókat, melyek szélessége azonban csak 1.5—2 cm volt.

A kifejlett sejtek 2—6 mm hosszúak, szélességük mintegy 0.1 mm, de a megvizsgált herbariumi példányokon hosszabb sejtek is vannak (l. a II. tábl. 19., 20., 21. kép). BRAUN (6.284) szerint szobakulturákban a sejtek csak 1—1 $\frac{1}{2}$ mm hosszúra nőnek. Szerinte a szobában nevelt, későbbi generációk már csak $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mm-t érnek el. Kétségtelen, hogy ez csakis kedvezőtlen tenyésztési feltételnek következménye lehetett.

Már BRAUN (6.284) is említi, hogy kulturáiban az edény fenekén gyakran talált hálórészleteket, melyek csupán néhány sejtből állottak és bennük a sejtek szabálytalan alakúak voltak. Ilyen abnormális alakú sejtekből álló hálórészletek az én kulturáimban is többször előfordultak. (I. tábla, 1. kép.) A Berlinből, előttem ismeretlen tápoldatban küldött *Hydrodictyon*-anyag csupa abnormális, lábszárcsontalakú sejtből állott (I. tábla, 2. kép.). Mindeme abnormális alakú sejtekben fiatal hálók és rajzógameták is fejlődtek. A berlini anyagban, a hálóképzés előtt a zöld plazma a sejt egyik kiszélesedő végébe húzódott, és itt alakult meg a fiatal háló is. Az így létrejött hálócskák sejtjei egy részének még meg volt az anyasejtre emlékeztető lábszárcsont alakja; de a belőlük fejlődő fiatal hálócskák sejtjei már a tipusos hengeralakot mutatták. A normális alakú sejtek között is fejlődtek néha olyanok, melyek közepükön elágaztak. Rajzóspórák és rajzógameták az ilyenekben is a rendes módon jöttek létre.

5. A sejtfal.

A kifejlődött sejtek sejtfalán három réteg különböztethető meg. A rétegek közvetlenül rajzóképzés előtt, a duzzadt sejtfalon jól felismerhetők. E három rétegről említést tesz már BRAUN (6.204), COHN (8.211) és KLEBS (18.791) is. BRAUN szerint a külső sejtfalréteg, melyet *kutikulának* nevez, sárga színű. Mindhárom szerző megegyezik abban, hogy kénsavval kezelve, jó hozzáadása után ez a külső réteg barnássárga lesz. Ezzel szemben a belső sejtfal-

rétegek ugyanígy kezelve a savtól megduzzadnak s a jódtól kék színt vesznek fel. Ez cellulozára vall. A kutikula a savnak ellenáll. Vizsgálataim ezt fiatal sejtekre vonatkozólag megerősítették, ellenben az idősebb, rajzospóráképzéshez közelálló sejtek kutikulája kénsav hatására feloldódott. OLTMANN (29.I.278) a kutikulát pectinből állónak mondja. A pectinre vonatkozólag alkalmaztam a vasklorid-ecetsav-ferrocyankali-reagenst és azt tapasztaltam, hogy a sejtek vastagabbfalú, egymással érintkező végei, kivétel nélkül adták a pectinre jellemző kék színt (I. tábla 3. kép), a sejtfal többi részei, e reagens alkalmazása mellett, csak akkor reagálnak kék színnel, amikor, a sejt közvetlenül a hálóképzés előtt állván, azok *gelose*-szerű anyaggá nyálkásodtak el.

A pectin-reakciót mutató, érintkező végek sejtfala abban is különbözik a sejtfal többi részétől, hogy festetlenül, vagyis az élő sejten is mindig sárgás színű. Timsóskarminnal kezelve e sejtvégek fala piros színt vesz fel; ammoniákkal és jóddal kezelve pedig élénkebb sárga lesz, holott a sejtfal többi része lilás színt mutat. Pikrinsavval s utána hámatoxylinnal kezelve, ugyancsak sárgás színű lesz, míg a sejtfal többi része szintelen marad. A fennebb leírt kutikula néha hálóképződéskor nem mállik el egészen, hanem helyenként épségben maradvá ráfeszül a duzzadó belső sejtfalrétegekre és ezeket ráncokba gyűrődve szorítja össze. (I. tábla, 4 - 5. kép.) Különben meg kell jegyezni, hogyha a szóban levő külső réteget BRAUN-nal kutikulának nevezzük is, az nem jelentheti a magasabbrendű növények kutikuláját, mert egyebek mellett az utóbbi kutikulára jellemző HOLLENDONNER-féle (Eau de Javelle, ecetsav, malachit zöld, savanyú fuchsin) reagenssel, nem adja a zöld színt, hanem a többi sejtfalrétegekhez hasonlóan piros színt vesz fel.

Érdekes sajátága az egymással érintkező sejtfalvégeknek az is, hogy fejlett sejteken, az *érintkezési korongokat egymástól karmínpiros réteg választja el* (I. tábla, 6. kép). Ezt a feltűnő sajátágot az eddigi szerzők egyike sem említi; csupán a *Pediastrum*-ra vonatkozólag írta és rajzolta le NÄGELI (5.95) és BRAUN (6. II. tábla), hogy az érintkező sejtfalrésztetek, idősebb sejteken pirosak.

SMITH (26) annak a nézetének adott kifejezést, hogy a

Pediastrum-nál a sejtfal piros színeződése valószínűleg optikai csalódás.

NÄGELI (5.15) megjegyzi, hogy alkáliakkal kezelve ez a pirosas szín kékké változik.

A *Hydrodictyon utriculatum*-sejtek érintkező sejtfalai közt levő piros anyagon azt találtam, hogy ammoniával kezelve a piros szín változatlan marad. Ezenkívül kétségtelen, hogy a *H. utriculatum*-nál ez a piros szín nem terjed ki az érintkező sejtfal belsejére, hanem itt egy különálló rétegről van szó, amit *erythropectin*-nek nevezek. Meg kell jegyezmem, hogy ez az erythropectin nem adja a pectin-reactiót. Az erythropectin-réteget a berlini vízbiológiai intézettől kapott vizsgálati anyag is feltűnően mutatta. (I. tábla, 3. kép). Az exsiccata-példányok is mutatják ezt a sajátságot. Így egy 1884-ben megszáritott, herbáriumi példány sejtjeit tejsavval megduzzasztván, a sejtek közötti piros réteg látható volt.

Az erythropectin nem a sejtfalba lerakódott anyag, hanem amint említém, külön, önálló sejtközi réteg. Előfordul, hogy az érintkező sejtfalak kissé elválnak egymástól s ekkor közöttük a piros színű lemez szabadon látható. (I. tábla, 7. kép.) E lemeznek nyilván szerepe van a sejtek összetapadásában. Mindaddig, amíg a sejtek összefüggésben vannak, nem változik, csak ha a sejtek szétválnak, tűnik el a piros szín s marad vissza a réteg helyén egy szintelen, szemcsés bevonat (I. tábla, 8., 9., 10. kép). Ez bekövetkezik természetes úton, pl. hálóképzés után, de előidézhetjük azáltal, ha a sejteket 20 % káliclór vagy Eau de Javellel kezeljük. Különböző az erythropectin piros színén abszolút alkohol, chlorzinkjód, sudán III, chromosmiumsav, pikrinsav, ammoniák-jódtinktúra-kloralhydrát, abszolút alkohol-savanyú fuchsinpikrinsav, natr. irridium klorid-jégecet, vasklorid-2 % ecetsavferrocyanáli nem változtat; valamint nem változtat az sem, hogyha rajzógaméta vagy hálóképzés következik be. Színe akkor is megmarad, ha a kulturát fagynak tesszük ki. Concentrált kénsav hatására az erythropectin piros színe néha eltűnik, de nem mindig.

6. A sejtmag.

A sejtmagot BRAUN (6.285) még nem látta; szerinte a rajzóképződésnél a plazmában látható világos foltok nem egyebek, mint a sejtmaggal analog fehérje anyag felhalmozódásai. SRASBURGER (12.65) a *H. utriculatumot* tanulmányozva, azt találta, hogy több sejtmag van, melyek szabályosan vannak szétszórva a plazmában és általánosságban minden sejtmagnak megfelel egy pyrenoida. A sejtmag 0.0023 mm átmérőjű. Szerinte kétségtelen, hogy a sejtmagok a spóráképzés kezdetén megsokszorozódnak s minden spóra egy sejtmagot tartalmaz. Ezzel szemben SCHMITZ (13.46) azt állítja, hogy a *Hydrodictyon utriculatum*-nál mindig több a sejtmag, mint a pyrenoida s a kettő között állandó viszony nincs. KLEBS (18.795) a sejtmagot nagynak, hólyagalakúnak találta, nagy nucleolus-szal. Ő is hozzájárul SCHMITZ állításához, hogy a pyrenoidák és sejtmagok elhelyezkedése között semmi vonatkozás nincs (827). Szerinte rajzóképzés alkalmával a szemcsés plazmában világos foltok láthatók, melyeken keresztül a sejtmagok előtűnnek. TIMBERLAKE (21) leírja, hogy a nyugalomban levő sejtmagok igen kis testecskék, gyengén szineződött hálózatos chromatinnal. Szerinte olykor úgy tűnik fel, mintha a sejtmagok kisebb-nagyobb csoportokban állának; lehet, hogy ezek a sejtmagok egymás felé vándoroltak, de lehet az is, hogy e csoportok egy nucleus osztódásának eredményei. A csoportok magjai később a sejtben szétesztódnak. Iridiumchlorid-ecetsavval fixálva és FLEMING-féle hármás festéssel megfestve a nucleusban, szerinte, egy vagy több nucleolus különböztethető meg, melyek világos vörösek lesznek; továbbá látható a kékre festődő chromatin-hálózat is. Ha a sejtben vegetatív aktivitás mutatkozik: ha a fiatal sejtek növekednek, ha gyors a keményítőképződés, akkor a nucleusok nagyok, hólyagszerűek lesznek. TIMBERLAKE szerint a sejtmagok indirekt osztódással szaporodnak. A sejt összes nucleusa egyszerre osztódik, a nélkül, hogy a nucleusok ugyanabban az állapotban lennének. A nucleus nagyságbeli változatosságának jelentősége előtte nem világos: az igen nagy nucleusok, a kicsinyek rendkívüli növekedését jelentik. Különben is a nucleusok nagyságának változatossága a többi

növényeknél közönséges. A *H. utriculatum*-ban, — életének bármely szakában, — felléphetnek igen nagy nucleusok. Valószínű, hogy ezek a nagy sejtmagok osztódás által kisebbekké lesznek, de ez szerinte kétséges. Hogy direkt magosztódás előfordul-e, nem tudta megállapítani. A sejtmag lehet gömbölyű, de szabálytalan, sokszögletes is; ugyanabban a sejtben különböző alakú sejtmagok is lehetnek együtt.

TIMBERLAKE (23) későbbi művében még megjegyzi, hogy úgy a nyugvó, mint az osztódó állapotban levő sejtmagok, a magasabbrendű növények sejtmagjának tipikus szerkezetét mutatják és nem tekinthetők primitív sejtmagtípusoknak.

Vizsgálataim alatt a sejtmagot állandóan figyelemmel kísérem, úgy élő állapotban, mint fixálva és megfestve. Fixálásra és festésre használtam: a TIMBERLAKE által ajánlott iridiumchlorid-ecetsav után a FLEMMING-féle hármás festést, továbbá abs. alkohol után hämatoxylin-t, pikrinsavas-nigrosint; s végül pikrinsav-timsóskarmint. A fenti eljárások közül az utóbbi a legmegfelelőbb. Én is azt találtam, hogy a sejtmag nagysága nem állandó. Egész fiatal, még az anyasejtben levő fiatal háló sejtjében a sejtmagok igen aprók, körülbelül $0.7-0.8 \mu$ nagyságúak (I. tábla, 15. kép). Idősebb sejtekben nagy, $2-3 \mu$ -os sejtmagokat is találtam. (I. tábla, 11. kép.). Több ízben láttam a sejtmag indirekt osztódását és többször megfigyeltem azt is, hogy rajzóképzés előtt a plazmában, a pyrenoidák között, igen apró sejtmagokból álló csoportok vannak. Ugyanakkor, a szomszédos sejtben, az ugyanilyen apró sejtmagok, a plazmában már szétszórva foglaltak helyet. Osztódás alatt a már keményítőhüvely nélküli pyrenoidák mellett, gyakran nem egy, de több apró sejtmagot találtam (I. tábla, 14. kép.), azonban az egészen fiatal, még az anyasejtben levő fiatal háló sejtjeiben is gyakran több, apró sejtmagot figyeltem meg (I. tábla, 15. kép.).

7. A pyrenoidák.

A *pyrenoidák* keletkezése és osztódása régóta kutatott és vitatott folyamat, nemcsak a *Hydrodictyon utriculatum*-ra vonatkozólag, hanem általában is. BRAUN (6.184) a *H. utriculatum*

pyrenoidáiról azt írja, hogy ezek keményítő hólyagocskák, melyek keletkezését megfigyelni nem tudta. Szerinte az első akkor jelentkezik, amikor a rajzospórák nyugalomba mennek át. Az ezekből alakuló hálóska sejtjeiben mindennap több és több pyrenoida jelenik meg, azonban szerinte ezek nem az elsőnek osztódása által, hanem de novo keletkeznek. Amikor pedig e sejtekben magukban is rajzók jönnek létre, akkor a pyrenoidák eltűnnek.

Ugyanezt, vagyis a pyrenoidák eltűnését és újból önállóan való keletkezését hirdeti ARTARI (16.280), KLEBS (18) és TIMBERLAKE (22) is. ARTARI megjegyzi, hogy a pyrenoidák rajzóképzés előtt a sejtben eltűnnek, azonban már a keletkező félben levő, még mozdulatlan rajzókezdeményben megjelennek. Feltételezi az első pyrenoidákról, hogy de novo keletkeznek, de cáfolja BRAUNT is azzal a feltevessel, hogy a növekedő sejtek számos pyrenoidája, az első pyrenoida osztódása által jön létre.

TIMBERLAKE (21.22) kiemeli, hogy a rajzókbán pyrenoidát nem talált, mert ezekben a pyrenoida nyilván oldott állapotba ment át. Másrészt azonban határozottan állítja, hogy a pyrenoidák az új sejtekben de novo eredetűek.

STRASBURGER (12) egyes *Cladophora* fajokon megállapítja, hasonlóan a fentiekhez, hogy a pyrenoidák rajzóképzés előtt eltűnnek. Ezzel szemben SCHMITZ (13) kiemeli, hogy a *Cladophora* sejtjeiben sem rajzóképzés előtt, sem máskor, a pyrenoidák eme eltűnését nem tapasztalta. Leírja továbbá, hogy a pyrenoidák osztódással szaporodnak, e mellett azonban de novo is létrejöhetnek. CHMILEWSKI (31) a *Spirogyra* pyrenoidáiról megállapította, hogy a sejt osztódását megelőzőleg maguk is osztódnak.

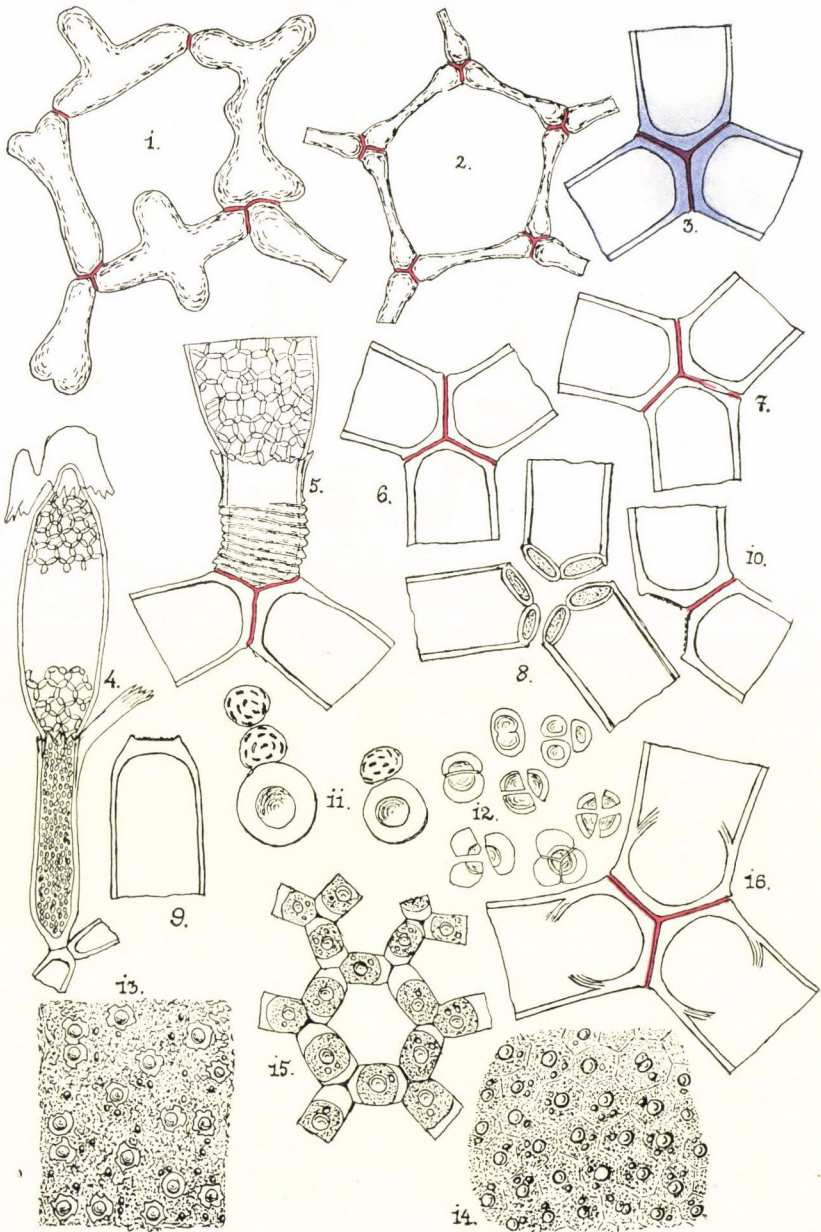
Vizsgálataim alatt a pyrenoidákra a fenti eltérő vélemények következtében nagy súlyt helyeztem és mindenekelőtt igen fontosnak tartottam azt, hogy a pyrenoidákat a fejlődés minden szakában jól láthatókká tegyem, vagyis hogy az egyéb granulák következtében nehezen analizálható sejt tartalomban, a pyrenoidákat megfelelő mikrochemiai reagenssel jól megkülönböztethetően színezzem. Ez irányban a következőket állapíthattam meg. Ammonióval kezelve a pyrenoida megduzzad, mikor is, ha osztódásban van, ez jól látható. Ha az ammonia után jóddal kezeljük a præparatumot, akkor a pyrenoidákat körülvevő keményítő-

burok kékre festődik; maga a pyrenoida pedig sárgásbarna lesz. Abszolút alkohol-savanyú fuchsin és pikrinsavval való kezelés után a pyrenoida élénkpiros színt vesz fel. Ez utóbbi festési mód a TIMBERLAKE által is alkalmazott FLEMING-féle hármastestésnél jobbnak bizonyult.

E módszerekkel vizsgálva minden kétséget kizáróan megállapíthattam, hogy *a sejtekben, a kritikus időpontban, vagyis közvetlenül rajzóképzés előtt sem tűnik el a pyrenoida*, hanem ekkor két vagy több részre osztódik (I. tábla, 12. kép), az öt körülvevő keményítő hüvellyel együtt. Az így létrejövő pyrenoida segmentumok legömbölyödnek. Ilyenkor a plazmában sok apró pyrenoida látható. Ezt már BRAUN (6.184) is észrevette s megjegyzi, hogy a tökéletesen kifejlődött sejtben több ezer pyrenoida van. Ezalatt a plazmában láthatóvá válnak az osztódási vonalak; az új apró pyrenoidák körüli keményítő-burok pedig corroziós egyenetlenségeket mutatva feloldódik (I. tábla, 13. kép.). KLEBS (18., IX. tábla, 18. kép) az ilyen pyrenoidákat sejtagnak nézte és rajzolta le. Ilyen állapotban a csupasz pyrenoidák csak jól sikerült színezés mellett figyelhetők meg. A plazma osztódásának befejeződése után minden rajzókezdeménybe ilyen csupasz pyrenoida jut (I. tábla, 14. kép). A rajzóspórákból fejlődő fiatal hálóska sejtjeiben ezek a pyrenoidák osztódással szaporodnak, hogy a sejt megérésekor, a fennebb leírt folyamat újból kezdődjék. Megjegyzendő, hogy az egész fiatal sejt pyrenoidáját körülvevő areola jóddal nem adja a keményítő reakciót: a keményítő csak később mutatható ki a pyrenoidák körül (I. tábla, 15. kép). A fentiekben említett ama felfogások, melyek szerint a pyrenoidák rajzóképzés előtt eltűnnek és a rajzókból de novo keletkeznek, kétségtelenül ezért alakultak ki, mert a pyrenoidák megfigyelése a kellő színezési eljárások nélkül bizonytalan. Ugyanaz az eset forog fent tulajdonképpen a sejtmagokra vonatkozólag is. Az előbbieken leírtak szerint, a sejtmagok bizonyos időpontban nagyobbak, máskor kisebbek: a reagensekkel néha élénken színeződnek, máskor alig vagy egyáltalán nem, úgy hogy ugyanazzal a joggal lehetne szólni a sejtmagok eltűnéséről, és de novo keletkezéséről, mint a pyrenoidákéről, csak hogy a sejtmagokra vonatkozólag annyira bebizonyított és általánosan el-

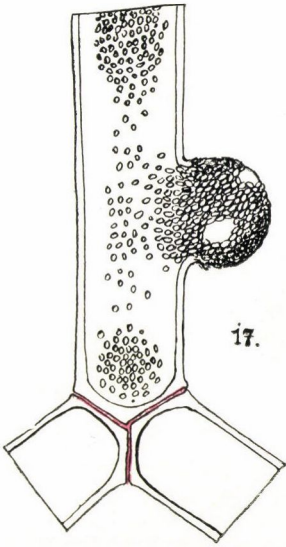
FRANKLIN-TÁRSULAI

Palik Piroska : Hydrodictyon tanulmányok.

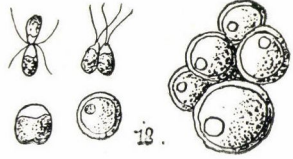




Palik Piroska: Hydrodictyon tanulmányok.



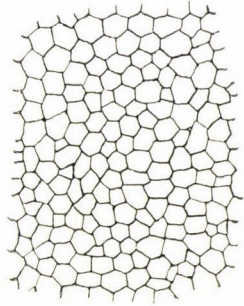
17.



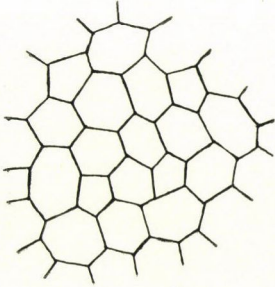
18.



19.



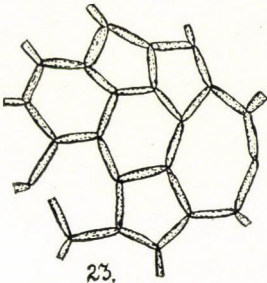
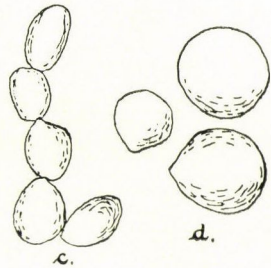
20.



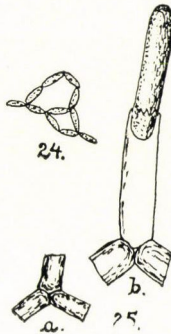
21.



22.

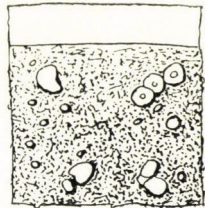


23.



24.

25.



26.

ismert tétel az, hogy az új sejtmag mindig és kizárólag csakis az előd sejtmag osztódása által keletkezhetik, hogy a megfigyelés hiánya folytán még csak nem is ébredhet fel az a feltevés, hogy sejtmag eltűnhet és de novo keletkezhet. Majdnem bizonyos, hogy a pyrenoidák ebből a szempontból éppen úgy ítélendők meg, mint a sejtmagok; legalább is a *Hydrodictyon utriculatum*-on végzett vizsgálataim ezt bizonyítják.

E helyen említem meg, hogy amint ismeretes, a protoplazma hengeralakú; egy nagy központi vakuolát vesz körül. Így a protoplazmában kifejlődő rajzóspórák, illetőleg rajzógameták is a központi vakuolát veszik körül. Többször észleltem, hogy a fiatal háló kialakulása után, a központi vakuola összezsugorodik s plazmával körülvéve, végül különböző alakú szürkés-barnás tömeggé lesz. Valószínű, hogy néha rajzógametaképzésnél is ez következik be s az összezsugorodott test a sejtől kiszabadul. Ilyen szabálytalan alakú testeket többször találtam a sejtek és rajzógameták közelében.

8. A rajzóspóra és hálóképzés.

Ha a fejlett hálóból új kulturát készítünk, csakhamar számos sejtben rajzóspórák fejlődnek és ezek hálócskákká csoportosulnak. Ha azonban néhány nappal a fiatal hálók képződése előtt hűvös, esős idő volt, úgy nem rajzóspórák, hanem rajzógameták keletkeznek, amelyekből hypnozygoták lesznek. Hűvös, esős napon is megfigyelhető hálóképződés, ha ezt meleg, napos idő előzte meg. A rajzóspóráképzésre megérett hálók szürkés-zöldes színt vesznek fel s a sejtek könnyen elválnak egymástól. BRAUN (6.147) szerint az egy sejtben fejlődő rajzóspórák száma 7000—20,000. Ezt az adatot COHN, KLEBS és más szerzők is átvették. Vizsgálataim alatt azonban azt tapasztaltam, hogy egy sejtben a rajzóspórák száma átlag csak 2000—4000-re tehető; a megvizsgált sejtek hosszúak, 3—4 mm-esek is voltak.

A rajzóspórák BRAUN (6.238) szerint nyáron, reggel 4—5 óra között; borus, őszi napokon, délelőtt 10 óra felé kezdenek mozogni. Ősszel a hálóképzés szerinte már ritka. Tizenhat esetben figyeltem meg reggel $\frac{1}{2}$ 4-től a rajzóspóráképzésre érett

sejteket, s azt tapasztaltam, hogy a mozgás gyakran már napfelkelte előtt megindul, amikor még a levegő meglehetősen hűvös. Nyáron (júl.—aug.) a rajzospórák hajnali 4 és 5 óra között kezdtek mozogni és mozgásuk 40 perctől 90 percig tartott. Nyáron, borult időben hosszabb ideig mozogtak, mint derült időben. Ősszel (okt.) a spórák reggel 8—9 óra között rajzoltak. A mozgási idő ekkor átlagosan 25—35 perc volt. Télen (január) a rajzók mozgása délelőtt 10 és 11 óra tájára esett és 50—63 percig tartott. Ősszel (nov.) azonban találtam $\frac{1}{2}$ 11-től $\frac{1}{4}$ 1-ig mozgó rajzospórákat is. BRAUN (6.147) a rajzospórák mozgási idejét $\frac{1}{2}$ órányi időtartamra teszi. ARTARI (16.281) szerint a mozgási idő 20—30 perc.

A rajzospórák az anyasejtben nem egyszerre kezdenek mozogni s mozgásuk sem szűnik meg egyszerre az egész sejtben. A mozgás rezgő mozgás, mely időnként gyengül, majd ismét erősödik; míg végül a mozgó, de helyet nem változtató rajzospórák fiatal hálóvá rendeződnek. A rajzospórák mozgásához és hálóvá csoportosulásához nem feltétlenül szükséges a napfény, illetőleg a világosság, mert elsötétítve tartott tárgylemez-kulturának rajzóképzés előtt álló sejtjeiben, másnap fiatal hálókat találtam. Az ősszel és télen keletkezett hálók gyakran nem képeznek zárt hengert, hanem meg vannak szakadozva. Ennek az az oka, hogy ilyenkor a rajzospórák közötti összefüggés nem szoros, azok könnyen eltávolodnak egymástól. A rajzospórák 12—14 μ hosszúak; két hosszú csillangójuk van. Egy szintelen mellső- és zöldszínű hátsó rész nem mindig különböztethető meg. Láttam szintelen részt a rajzospóra oldalán is. Vizsgálataim alatt azt tapasztaltam, hogy a rajzospórák nem törekednek arra, hogy szintelen részükkel kapcsolódjanak össze. Jód-jódkálival kezelve a mozgó rajzospórákat, úgy tűnik fel, mintha a plazmatartalom egy szintelen hártától húzódná vissza.

9. A rajzógameták.

A *Hydrodictyon utriculatum* rendes fejlődésmenete abban áll, hogy a háló érett sejtjeiben rajzospórák keletkeznek, amelyek egymással kapcsolódva újabb hálócskát képeznek. Azt, hogy az

érett sejtekben rajzógameták is jöhetnek létre, melyek a sejtből kilépve s páronként egyesülve hypnozygotákká lesznek, melyekből ismét rajzóspórák keletkeznek, ez utóbbiakból pedig az úgynevezett polyeder alak s benne új hálóska fejlődik, úgy kell értelmeznünk, hogy ez a rendestől eltérő fejlődésmenet s egy olyan szaporodási mód, amely akkor következik be, ha az alga tenyésztete nem optimális. Erre vallanak KLEBS (17) megfigyelései, valamint saját megfigyeléseim is, melyek szerint kedvezőtlen körülmények, — úgymint alacsony hőmérsék, rossz megvilágítás, továbbá kevés és tápanyagokban szegény víz és más meg nem felelő táplálkozási viszonyok mellett, nem hálócskák, hanem rajzógameták fejlődnek. Ezek keletkezését a különben zöld sejtek sárgás-barnulása előzi meg. Meg kell itt említenem, hogy kulturáimban az az eset is előfordult, hogy ugyanannak a hálónak szomszédos sejtjei közül, ugyanabban az időpontban, az egyikben rajzóspórák, tehát fiatal hálók, a másikban rajzógameták keletkeztek. Ez látszólag a fenti, általánosságban kétségtelenül tapasztalható megállapításnak ellene szól, azonban lehet, sőt bizonyos, hogy a hálóvá egyesült sejtek, önálló individuumok, amelyekön különféle individuális sajátságok nyilatkozhatnak meg. Az egyik sejt talán jobban, a másik kevésbé viseli el az egyes behatásokat. Megemlítem itt, hogy destillált vízben tartott hálóim rajzógametákat sem hoztak létre, hanem egyszerűen elpusztultak. Megemlítem továbbá, hogy KLEBS (17) kísérletet tett oly módon, hogy egyes fejlett hálókat kettévágva, az egyik felet sötét, a másikat világos helyen tenyésztette tovább. Eredményként leírta, hogy a sötétben tartott félhálókban rajzógameták, a világosságon tartottakban hálócskák keletkeztek. E kísérletet én is megismételtem; azonban az eredmény nem egyezett a KLEBS-ével. Nevezetesen a világosság mellett tartott félhálóban ugyan nálam is hálócskák keletkeztek; a sötétben tartott félhálóimból azonban két hónapi megfigyelés alatt se jöttek létre hypnozygoták, hanem egyes sejtekben; a sötétség dacára is fiatal hálócskák keletkeztek, a sejtek nagyobb része pedig csak annyiban mutatott változást, hogy a pyrenoidák keményítőhüvelye elvékonyodott. E sötétben tartott félhálókát két hónapi megfigyelés után friss talajra öntött, friss vízbe téve, világosságra helyeztem, ekkor a harmadik napon valamennyi

sejtben fiatal hálóska keletkezett. Ez arra mutat, hogy a fény hiánya nem vezet minden esetben rajzógameták keletkezésére.

BRAUN (6.147) szerint az ő apró sejtjeiben 30,000—100,000 rajzógameta fejlődött. Ez az adat téves, mert vizsgálataim alatt még a 4 mm hosszú sejtekben is legfeljebb 16,000—20,000 rajzógametát találtam. A kisebb sejtekben pedig alig 500—600 rajzógameta keletkezett. A gameták rövidebb-hosszabb ideig mozognak az anyasejtben, eleinte lassan, majd gyorsabban; végül a sejtfal, egyik pontján felreped s a rajzógameták kiszabadulnak. COHN (8.222, Tab. XIX. fig. 11.) szerint a kilépő rajzógameták gyakran egy kocsonyás burokkal vannak körülveve, melyben ideoda mozognak, majd a burok felreped s belőle a rajzógameták kiáramlanak. Ilyen «burkot» többször figyeltem meg, de tapasztaltam azt is, hogy a kiszabaduló rajzógameták egy szintelen gömb felületén helyezkedtek el, ezt mintegy palástként borították be. Eleinte ezen lassan mozogtak, majd mozgásuk élénkebb lett s a szintelen gömböt elhagyták. Ez utóbbi még egy ideig ideoda uszkált a mozgó gameták között, végül feloldódott (II. tábla, 17. kép). E szintelen gömbök nyilván a nagy középponti vakuola s az azt körülvevő plazma tagolódása folytán jöttek létre. Rajzóképzéskor a központi vakuola KLEBS (18.840) szerint is tagolódik.

A rajzógameták mozgása a nappali idő bármely szakában megindulhat és 1—2—3 óra hosszan tart. Egyes rajzógameták hét órán át is mozogtak. Tavasszal és nyáron, reggel öt órakor és este hat órakor is láttam mozgó gametákat. Az anyasejtben a rajzógameták mozgása rendszeren egy ponton indul meg és succesive terjed át a mozgás az egész sejt tartalmára. Ha az anyasejt fala rajzógametaképzéskor nem nyílik fel, a gameták a sejtben mozognak egy ideig, majd legömbölyödnek. Egy ilyen sejten egy alkalommal azt tapasztaltam, hogy a rajzógameták mozgása kilenc órán át tartott. Hosszabb-rövidebb ideig tartó, élénk mozgás után a kiszabaduló gameták páronként egyesülnek oly módon, hogy szintelen csúcsukkal tapadnak össze (II. tábla, 18. kép). Ezután oldalukkal összeilleszkedve ¹ egy ideig

¹ Ez az a stádium, amelyet COHN (8., Tab. XIX. fig. 14 alatt), nem tökéletes osztódás által létrejött kettős spórának (Doppelspore) magyaráz.

gyors, forgó mozgást végeznek, miközben egybeolvadva legömbölyödnek és pihenő állapotba mennek át. SUPANETZ (11.152) a rajzógameták egyesülését 1873-ban említi, de csak nagyjából.

Az egyesült rajzógametákból hypnozygota lesz, amely ekkor 5—6 μ átmérőjű, később erősen megnövekszik. Az egyesült gameták említett forgása mintegy 10—15 percig tart.

A rajzógameták keletkezésekor a kiürült sejtek még sokáig összefüggve maradnak (I. tábla, 16. kép). (KLEBS (17) úgy közli, hogy e sejtek szétválnak). A rajzógametának két csillangója van, mely olyan hosszú, mint maga a gameta vagy még annál is hosszabb. A rajzógametában sejtmag és pyrenoida látható. BRAUN (6.147 és 223) említést tesz piros szemfoltól is (rothes Bläschen). COHN (8.221) is említi, hogy a rajzógametákon a színtelen csücs alatt egy halványpiros szemecskét (Auge) látott, melyet rajzban fel is tüntet (8. Tab. 19. Fig. 13.). ARTARI (16.285) is megerősíti az előbbieket megfigyelését, azonban a rajzógametákról készített színes ábráin, habár a pyrenoidát piros színnel tünteti fel (Tab. X. 11. b), a piros szemfoltot nem ábrázolja. KLEBS (18.846) a rajzógametát leírva nem tesz említést a szemfoltól. Ez eltérő adatok következtében állandóan kutattam a rajzógametán levő piros szemfolt után, úgy a budapesti, mint a berlini anyagon és az év minden szakában, de annak soha még halvány nyomát sem találtam meg.

A hypnozygotákat hat hónapig figyeltem meg. Kulturáim úgy készültek, hogy fejlett hálókát tettem sekély vízbe üvegtálacsákba, ahol csakhamar rajzógameták keletkeztek s ezek hypnozygotákká alakultak, a víz teljes elpárolgása előtt. E hypnozygotákat két hónapig pihentettem teljesen szárazon s azután az üvegtálacsákba tiszta aquariumvizet tettem, amelyben a *Hydrodictyon utriculatum* jól szokott fejlődni. Ebben a vízben, melyet időnként megújítottam, az edény fenekén a hypnozygoták fokozatosan nőttek s hat hónap alatt közöttük a nagyobbak 25 μ átmérőt értek el. A hypnozygotákat először PRINGSHEIM (10) vizsgálta és írta le. Szerinte a nyolc-kilenc hónapos zygoták 25—42 μ átmérőjűekké nőttek meg, mikor is bennük rajzók keletkeztek. Ezideig rajzók az én fenti hypnozygotáimban nem jöttek létre: a hypnozygoták hat hónapos kulturáimban még tel-

jesen tagolatlanok. A megnövekedett hypnozygotákon azt tapasztaltam, hogy a sejtfaluk hovatovább duzzadtabb lesz és ilyen állapotban vaschlorid-ecetsav-ferrocyanáktól pectin anyagok módjára kékre festődik.

10. Rendszer és földrajzi elterjedés.

A *Hydrodictyon* genus fajai és az általam a budapesti tud. egyetem Növényrendszertani és Növényföldrajzi intézete, a Magyar Nemzeti Múzeum, a bécsi Naturhistorisches Museum herbáriumában s a párizsi Mus. d'Hist. Natur. törzsherbáriumában, nemkülönben ugyanitt a THURET és BORNET, valamint G. MONTAGNE-féle külön kezelt herbáriumban megvizsgált példányok lelőhelyei a következők:¹

1. *Hydrodictyon utriculatum* ROTH. Tent. Fl. Germ. III. 1. 531. (1800); *Conferva reticulata* L. Spec. Pl. 1165. (1753); *Hydrodictyon tenellum* ROTH. Catal. bot. II. 239. (1800); *H. majus* ROTH. Catal. bot. II. 238. (1800); *Hydrodictyon Pentagonum* VAUCH. Hist. des Conf. 88. t. I. fig. 4; et t. IX. fig. 1—10. (1803); *Hydrodictyon Reticulatum* LAGERH. Bidr. Till. Sver. Algfl. K. Vetensk. Akad. Förhandl. 2. 71. 1883.

Gallia: Paris (Rabenh. et Martens, Algæ marinæ siccatae G.; LEBEL BRONGNIART; HOHENACKER, Alg. mar. exs.); Trianon (THURET); Champs de Mars (P. PETIT); Seine dev. l. Invalides (B. de VINCENT); Vosges (Dr. Mougeot. Algues de France 131); Manche (LENORMAND, Collectio Algarum C. M. Diesing 1843; De BRÉBISSON); Perpignan (Debeaux); Falaise (De Brébisson. Reliquiæ Brebissonianæ); Gouville (CARENTON); Clermont-Riom (MALINVAUD, HERIBAUD IH. Soc. dauphin. Nr. 5706); NANTES (CANCAS; Alg. d. l'ouest de la France Nr. 27.); Urville (Herb. LEBEL); Avignon, Toulon (Herb. Roussel. 196); Amboise-Blois (BORY-THURET); St. Amand, Cher (Herb. ROUSSEL); Cher à St.

¹ A párizsi Mus. d'Hist. Natur. Montagne-féle herbáriumában levő *Hydrodictyon graniforme* BIASOLETTO (Istria) és *H. umbilicatum* Ag. (Sandvich) nem *Hydrodictyon*ok. *H. graniforme* BIASOLETTO et *H. umbilicatum* Ag. in herb. Mus. Hist. Nat. Parisii ad generum *Hydrodictyon* non pertinent.

Privat, riv. d'Yevre (RIPART, Herb. ROUSSEL); Angers (BOREAU, ex Herb. Lamotte, THURET); St. Jean de Maurienne (HÈRIBAUD); Begles pres d. Bordeaux (DRAPARNALD; ST. VINCENT). Corsica (LÉVEILLE, Herb. G. Thuret).

Helvetia: Frauenfeld (Herb. Diesing); Zürchersee bei Zollikon (Dr. Wartmann, Rabenh. Algen Sachs. resp. Mitteleuropas 660).

Suecia: Djurgardsbrunnsviken prope Holmiam (Lagerheim, Wittrock et Nordstedt, Algae exsiccatae 523.); aus Schweden (Agardh).

Germania: Berlin, (A. BRAUN); Berlin Botanischer Garten (P. HENNINGS, HAUCK et RICHTER, Phykotheka universalis 78); Berlin im Landwehrgraben (Barth; DE BARY, Rabenhorst, Algen Sachsens, 107); Grunewald bei Berlin (A. Grünow); Fasanerie bei Berlin (A. Grünow); Sümpfe am Müggelsee (P. HENNINGS, Phycotheca marchica 28 b); Botanischer Garten (P. HENNINGS, Phycotheca marchica 28 a); Bielefeld, Westphalen (BORY de ST. VINCENT); Bernbruch bei Lausigk (RICHTER, Rabenh. Algen Europa's 1847. a); in der Nähe des herrschaftlichen Hofes in Moys unweit Görlitz (R. Peck Rabenh. Alg. Sachsens, 107); Amt-Verochen in Pommern (ARNDT); Rhein, Karlsruhe (A. BRAUN, 1846; MIGULA, Crypt. Germ. Austr. Helv. exsicc. Nr. 137); Brauerteich b. Löwenberg (DRESLER); Strehlen in Schlesien (HILSE, Rabenh. Algen Sachs. 660 b); Erlangen, Baden, Rudolfzell (GLÜCK; REINSCH; RABENHORST, Rabenh. Algen Europa's 1847 b); bei Schleswig (R. HÄCKER, Breitel, Algae exsicc. 432.); Mannheim (MELLENUS); Wetterau; Chemnitz (KIRSCH); Leipzig (BULNHEIM); Hamburg (SONDER); Göttinga; Constanz (LEINER, JACK, LEINER u. STIZENBERGER, Kryptogamen Badens 11 b); Kippenheim (Schnurmann, JACK, LEINER u. STIZENBERGER, Kryptogamen Badens 11 a); Angeln bei Flensburg; Reutte bei Freiburg (W. SCHMIDLE, Wittrock, Nordstedt, Lagerheim, Algae exsicc. 1560); Hugstetten unweit Freiburg (WARTMANN, JACK, LEINER u. STIZENBERGER, Kryptogamen Badens 11); Almonshof b. Nürnberg (KAULFUSS); Dresden (HÜBNER, Rabenh. Algen Sachs. Resp. Mitteleuropas 660); Dresden (Hoene Flora Saxonica). Oranienbaum.

Bohemia: Im Lobendauer Teiche (KARL); Rybnik u. Kunratitz (HERB. HANSGIRG); Prag, Moldautümpel (HERB. HANSGIRG);

Hlubos (HERB. HANSGIRG); Libnic (HERB. HANSGIRG); Pribram (HERB. HANSGIRG); Skolvan bis Branik nächst Prag (KLEIN); Dobrisch. Brünn (J. NAVE).

Polonia: Zamarstynovie pod Lwowen (ZB. M. RACIBORSKI, Phycotheca Polonica 31.); Teich bei Byelani bei Krakau (HERB. LICHTENSTERN);

Austria: In fossis prope Monasterium Kremsmünster (PFEIFFER, Kryptogamæ exsicc. 82. et Flora exsicc. Austro-Hungarica 2793); Mödling (Diesing, Collectio Algarum C. M. DIESING); Wien (Frauenfeld); Wien beim Raaber Bahnhofe (REINHARDT, GRUNOW); In stagnis prope Claustro-Neobuza (WELWITSCH); Wien beim Südbahnhof (JURATZKA); Vinna; in der Hauslack bei Neuhof nächst Kremsmünster (Dr. POETSCH.); in der Liesing bei Jugersdorf am Wiener-Berge.

Hungaria: Soborsin, Cott. Arad. (HAZSLINSZKY); Kumanica, Karcag in aquis stagnantibus (SIMONKAI); pr. Csap, com. Ung. (MARGITAI, Plantae Hung. exsicc.); Au, im Springbrunnen (BÄUMLER, Flora Poseniensis Cryptogamae); Losonc (A. GRUNOW); in aquis stagnantibus circum silv. ad S. Georgium (BOLLA); Erzsébetfalva pr. Budapest, com. Pest, in aquis quietis Danubii minoris (KÜMMERLE, Flora Hung. exsicc. Cent. II. Algae 6.123.); a Széráta nevű patakban Koneza, Erdély (CSATÓ JÁNOS);

Italia: In den Canalisationsarmen des Gravellone und Tessin nächst Pavia (Prof. Dr. R. SOLLA und Dr. P. BACCARINI. Hauck et Richter, Phycotheca universalis 78); Pavia (TITUS); Vercelli (CESATI, Rabenh. Algen Sachs. resp. Mitteleuropas 107); Monfalcone; (HERB. BAR. LICHTENSTERN); Tortoli, nelle aque del rupello Maggio (Dr. MARCUCCI. Un itin. crypt. 1866); Negli stagni presso Casale Monferrato (F. NEGRI, Erb. Critt. Ital. Ser. II. 1432.); Lago di Mergozzo nell'Ossola (DE NOTARIS); Milano, ort. bot. (ARDISS. Herb. LEBEL); Paderno pr. Udine (DE TONI, De Toni, David Levi, Phycotheca Italica, 130); Bolzano (HAUSMANN); Pula, Sardinia (CANEPA, Erb. Crittog. Ital. Ser. II. 429);

Albania: Montes Albaniae boreali-orientalis inter opp. Prizren et Debra jacentes: in inundatis rivi Luma ad Stationem militarem Kula (KÜMMERLE, Iter Albanicum per sectionem Botanicam Musei Nationalis Hungarici susceptum).

Hispania: Merida, Estre Madura (B. de S. VINCENT).

Africa borealis: Algir: Bône.

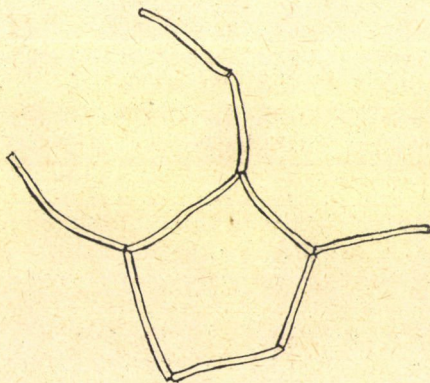
America: Americae septentrionalis ad Betlehem in Pennsylvania (Wolle. Wittrock et Nordstedt, Algae exsicc. 716. Cfr. No. 523. fasc. 11.); in rapid water Huron River (L. N. JOHNSON, Phycotheca Boreali Americana, Collins, Holden and Setchel 65.); Makao, Koolauloa, Oahu, Terr. of Hawaii (JOSEPHINE E. TILDEN, American Algae, Nr. 471); New-York (I. W. BAILEY); Minnehoha Falls, Minnesota (FARLOW); Philadelphia (BAILEY).

Asia: Japon (Y. TANAKA).

2. *Hydrodictyon africanum* JAMANOUCHI, Bot. Gaz. 55. 74—79., 1913. *Areolis reticuli* cca. 10—12 mm diam.; *cellulis subglobois*, cca. 7—16 mm longis, cca. 4—14 mm latis. Tab. II. Icon 22.

Habitat: Africa merid. Valkenberg Vlei, Near Cape Town.

3. *Hydrodictyon giganteum* nov. spec. *Planta exsiccata areolis reticuli* cca. 14 mm diam.; *cellulis cylindraceis*, cca.



2. kép. *H. gallicum*, nov. sp. 1:1.

10 mm longis, 1.8 mm latis. Tab. II. Icon 23, 24, 25, a) b), 26.

Habitat in Uruguay, ad Montevideo. Legit: prof. ARECHA-VALETA (in WITTRÖCK et NORDSTEDT, Algæ exsiccatae, No 717.)

4. *Hydrodictyon gallicum* nov. spec. *Planta exsiccata areolis*

reticuli cca. 20 mm. diam.; cellulis cylindraceis, 14—18. mic longis, 1 mm. latis. Fig. 2.

Habitat, Montpellier Galliae legit DELILE. (In herb. BORY de St. VINCENT, in Museo Hist. Nat. Parisiense).

Kedves kötelességemnek tartom ezúttal is köszönetet mondani dr. TUZSON JÁNOS egyetemi nyilv. r. tanár úrnak, ki munkámat állandóan figyelemmel kísérve, tanácsaival és útmutatásaival mindenkor ellátott. Köszönettel tartozom továbbá dr. SCHERFFEL ALADÁR úrnak is, ki útmutatásaival több ízben támogatott, nemkülönben dr. ALLORGE PIERRE úrnak, a párizsi Mus. d. Hist. Naturelle cryptogam-osztálya aligazgatójának, aki lehetővé tette, hogy Párizsban, pótlólag e múzeum anyagát is tanulmányozhassam.

Irodalom.

1. ROTH W. A. Tentamen Floræ Germanicæ, III. kötet, első rész. (1800.)
2. VAUCHER JEAN PIERRE: Histoire des Conferves d'eau douce. Genève. (1803.)
3. ARESCHOUG JOHN ERH.: Über die Vermehrungsart des Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum Roth.) Linnæa 16. [1842] 127.
4. NÁGELY KARL: Die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen. Zürich. 1847.
5. NÁGELY KARL: Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. Zürich. 1849.
6. BRAUN ALEXANDER: Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig. (1851.)
7. PRINGSHEIM N.: Über Fortpflanzung von *Coelastrum*. Næg. Flora X. 486., 1852.
8. COHN FERDINAND: Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. (1854.) Für die Kaiserl. Leopold. Carol. Akademie der Naturforscher.
9. BRAUN ALEXANDER: Algarum unicellularium genera nova et minus cognita. Lipsiæ. 1855.
10. PRINGSHEIM HR.: Über die Dauerschwärmer des Wassernetzes und einige ihnen verwandte Bildungen. Monatsberichte der Königlich Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. (1861) 775.
11. ROSTAFINSKI J.: Quelques mots sur *l'Haematococcus lacustris* et sur les bases d'une classification naturelle des Algues chlorosporées. Mémoires de la société nationale des sciences naturelles de Cherbourg. XIX. (1875.) 137.

12. STRASBURGER E.: Zellbildung und Zellteilung III. 1880.
13. SCHMITZ FR.: Die Chromatophoren der Algen. 1882.
14. LAGERHEIM: Bidrag Till Sveriges Algflora. K. Vetensk. Akad. Förhandl. 2. 71. (1883.)
15. ASKENASY E.: Über die Entwicklung von *Pediastrum*. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. VI. (1888.) 127.
16. ARTARI ALEXANDER: Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes (*Hydrodictyon utriculatum*, Roth). Bulletin de la société impériale des Naturalistes de Moscou. (1890.) 269.
17. KLEBS GEORG: Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon utriculatum*, Roth. Botanische Zeitung. XLIX. (1891.) 788.
18. KLEBS GEORG: Über die Vermehrung von *Hydrodictyon*. Flora. 48. (1890.) 351.
19. ARTARI ALEXANDER: Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen. Bulletin de la société Impériale des Naturalistes 1992. 222. (1893.)
20. SENN G.: Über einige kolonienbildende einzellige Algen. (Bot. Ztg. 1899. Bd. LVII.)
21. TIMBERLAKE HAMILTON, GREENWOOD: Development and structure of the swarmspores of *Hydrodictyon*. Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XIII. Part. ; I. (1900.) 486.
22. TIMBERLAKE H. G.: Starch-formation in *Hydrodictyon utriculatum*, Annals of Botany, Vol. XV. (1901.) 619.
23. TIMBERLAKE: Swarmspore formation in *Hydrodictyon utriculatum* Roth. Botan. Gaz. vol. 31. (1901.) p. 203.
24. YAMANOUCHI SHIGEO: *Hydrodictyon Africanum* new Species. Contributions from the Hull Botanical Laboratory 166. Botan. Gaz. vol. 55. (1913.) p. 74—79.
25. BRUNNTHALER J. in PASCHER: Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft. 5. Chlorophyceae. II. 1915.
26. SCHMITH GILBERT MORGAN: Cytological Studies in the Protococcales. II. Cell Structure and Zoospore Formation in *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Menegh. Ann. of Bot. 30. 467. (1916.)
27. HARPER A. BY. R.: The evolution of cell types and contact and pressure responses in *Pediastrum*. Memoirs of the Torrey Botanical Club. Vol. XVII. 210. (1918.)
28. HARPER A. BY. R.: Organization, reproduction and inheritance in *Pediastrum*. Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. LVII. No. 5. 375. (1918.)
29. OLTMANN FR.: Morphologie und Biologie der Algen. I—II. Jena 1922., III. 1923.
30. KOL ERZSÉBET: Előmunkálatok a Nagy Magyar Alföld moszatflórájához. Folia Cryptogamica I. Vol. 2. num. (1925.) 66.
31. CHMILEWSKI W.: Über Bau und Vermehrung der Pyrenoide bei

einigen Algen. 10 pp. 1896. (Ref. Rothert) Bot. Zentralblatt LXIX. Bd. (1897). p. 277.

32. DE TONI BAPT.: Sylloge Algarum I. 1889. 561.

I. Tábla.

1. kép. Eltorzult sejtalakok. 100 : 1.

2. kép. Lábszárcsontalakú sejtek a Berlinből, tápfolyadékban küldött anyag megérkezésekor. 80 : 1. Tovább kultiválva a sejtekből normális alakú utódok keletkeztek.

3. kép. Vaschlorid, 2 % ecetsav, majd ferrocyanálival kezelve, a sejteknek egymással érintkező sejtfal-végei adják a pectinre jellemző berlini kék reakciót. 180 : 1.

4. kép. A sejtből fiatal hálót, a sejt alsó részét a le nem vált kutikula szorítja össze. 160 : 1.

5. kép. Ugyanaz, a sejt végén a ráncokba gyűrődött kutikula. 200 : 1.

6. kép. Három, érintkező sejt között a piros színű «*erythropectin*» 180 : 1.

7. kép. Két, érintkező sejt fala kissé széjjelvált egymástól, közöttük az *erythropectin* külön lemez alakjában látható. 180 : 1.

8. kép. A széjjelválasztott sejtek végfalán, karimával körülvett 2—2 korongalakú illeszkedési felület látható. A korongalakú illeszkedési felületet kocsonyás anyag borítja. 160 : 1.

9. kép. Az illeszkedési korong, a kocsonyás anyaggal, oldalnézetben. 180 : 1.

10. kép. Ugyanaz, 180 : 1.

11. kép. Egy fejlett sejt pyrenoidái és sejtmagvai, iridium chloriddal fixálva s FLEMMING-féle hármas festéssel megfestve. 1600 : 1.

12. kép. Osztódó pyrenoidák. 1000 : 1.

13. kép. Közvetlenül az osztódás előtti állapotban levő sejt pyrenoidái, melyek keményítő hüvelye corrodeált; közöttük az apró sejtmagok. 850 : 1.

14. kép. Osztódó sejt: a plazma tagolódott, minden rajzókezdeményben egy, esetleg két pyrenoida és egy vagy több sejtmag. 850 : 1.

15. kép. Fiatal hálót, melynek sejtjeiben keményítő hüvely nélküli pyrenoidák vannak és egy vagy több sejtmag. 850 : 1.

16. kép. A rajzógameták kiáramlása következtében kiürült sejtek érintkező végei, erősen megvastagodott, foszlányos sejtfallal, mely sárgás színű. Pikrinsav hatására ez a szín fokozódik. 200 : 1.

II. Tábla.

17. kép. A középponti vakuolából kitüremkedő szintelen gömb, melynek felületét, itt-ott megszakításokkal, sűrűn borítják a rajzógameták.

Oldalt két ilyen kiszabadult gömb, melyről a rajzógameták mind leváltak. 300 : 1.

18. kép. A rajzógameták egyesülése és átalakulása hypnozygotává. Jobbról egy csoport növekedő hypnozygota. 1200 : 1.

19. kép. *H. utriculatum* fiatal hálórészlete. Természetes nagyság.

20. kép. *H. utriculatum* teljesen fejlett példányának hálórészlete. Természetes nagyság.

21. kép. Ugyanennek feltűnő nagysejtű hálórészlete. Természetes nagyság. Mindhárom szárított, herbáriumi példány.

22. kép. A *H. africanum* fejlődésének fokozatai: a) május 12.; b) máj. 20.; c) jún. 20.; d) okt. 18.; Élő anyag, természetes nagyságban. YAMANOUCHI.

23. kép. *H. giganteum* fejlett hálójának részlete. Természetes nagyság.

24. kép. *H. giganteum* fiatal hálójának sejtjei. Mindkettő szárított herbáriumi példány. Természetes nagyság.

25. kép. *H. giganteum*: a) tejsavval felduzzasztott sejtjei 2 : 1.; b) a felduzzasztott sejtre gyakorolt nyomás következtében a sejt tartalom kicsúszik. 3 : 1.

26. kép. *H. giganteum*. A tejsavval felduzzasztott sejt egy részlete savanyú fuchsin, pikrinsav és timsós karminnal való kezelés után. Látható a vastag sejtfal s a plazmában a pyrenoidák és sejtmagok. 800 : 1.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1927. évi május hó 2.-án tartott üléséből.)

HYDRODICTYON-STUDIEN.

Von PIROSKA PALIK.

Mit zwei Tafeln.

Die Anzahl der Kulturen beträgt mehr als 300, dieselben wurden im Trinkwasser angelegt und zwar in Gläsern, an deren Boden eine Schicht humoser Sand von cca. 1 cm Dicke angebracht wurde. Das lebende Untersuchungsmaterial stammt aus einem Aquarium des Botanischen-Institutes der Universität zu Budapest und ausserdem aus der Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin.

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Das Wassernetz ist keinesfalls olygosaprob.
2. Die Netze blieben bei $- 5^{\circ}$ C. und bei $+ 42^{\circ}$ C. am Leben. Bei $- 7^{\circ}$ C. und $+ 48^{\circ}$ C. gingen dieselben aber ein.
3. Im Juli waren dazu, dass in den Zellen des soeben entstandenen Netzchens sich wiederum Netzchen bilden, 5 Tage notwendig. (Laut den bisherigen Beobachtungen soll die kürzeste Entwicklungszeit 3 Wochen betragen.)
4. Die Wandung an den sich berührenden Zell-Enden gab mit Ferrochlorid-Essigsäure-Ferrocyanalkali eine Pektinreaktion.
5. Die Berührungs-Scheiben der Wandungen obiger Zell-Enden sind voneinander durch eine Schicht von karminroter Farbe getrennt. Dieselbe wird vom Verf. «*Erythropectin*» benannt.
6. Bei der Entstehung der Schwärmer lösen sich die Pyrenoiden nicht auf, sondern sie teilen sich so, dass in jede Schwärmeranlage eine Pyrenoide gelange.
7. Die Anzahl der Schwärmsporen in einer Zelle beträgt nicht mehr als 2000—4000, die Zahl aber der Schwärmgameten ist nicht höher als 16,000—20,000.

8. Roter Augenfleck konnte an den Schwärmgameten in keinem Falle beobachtet werden.

Die Fundstellen der Algen sind aus den Herbarien der Budapester Universität, des Ung. National-Museums, der Botanischen Abt. des Wiener Museums und der Cryptog. Abt. des Pariser «Mus. d'Hist. Natur.» in der Arbeit aufgezählt. Als neue Species sind *H. giganteum* (Uruguay) und *H. gallicum* (Montpellier) beschrieben.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 2. Mai 1927.)

A FOSZFORPENTAKLORID HATÁSA A SZABAD SZÉNHI DRÁTOKRA ÉS GLÜKOZIDOKRA.

ZEMPLEN GÉZA r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A növény és állatvilág igen gyakran termel olyan vegyületeket, amelyekben szénhidrátok és foszforsav egymáshoz vannak kapcsolva, de amely vegyületeknek kifogástalan tisztaságban való elkülönítése nagy nehézségekbe ütközik és ezért igen keveset tudunk róluk.

Foszforsavtartalmúak a különböző keményítőfélék is, ahol a foszforsav észteralakban van kapcsolva a keményítőmolekulák egy részének hidroxiljeihez. Valószínűleg a keményítő elcsirizesedésének folyamata éppen az aránylag csekély foszforsav jelenlétének tudható be.

Legjobban tanulmányozottak azok a foszforsavtartalmú vegyületek, amelyek az alkoholos erjedés folyamán keletkeznek a jelenlevő cukorból foszfátok és az élesztő hatására. Ezeket a vegyületeket először HARDEN és YOUNG,¹ továbbá IWANOFF² figyelték meg és kiderült, hogy az alkoholos erjedésnél jelentős szerepet játszanak. CANDIOLIN néven forgalomban is van egy termék, amely a fruktózfoszforsav calciumsója és amely úgy készül, hogy a foszfát jelenlétében erősen megindult erjedést megakasztják és az élesztő eltávolítása után nehezen oldható calciumsója

¹ HARDEN és YOUNG: Proceedings of the Chemical Society 21, 189 (1905).

² IWANOFF: Zeitschrift für physiologische Chemie 50, 281 (1906—07).

FRANKLIN-TÁBLULAT

alakjában választják le a fruktózfoszforsavat. Egy ilyen kereskedésbeli candiolin-készítmény vizsgálata a kísérleti részben le van írva.

Ami a szénhidráttartalmú foszforsavésztereknek szintézisét illeti, a legrégebb próbálkozásoknál olyan eljárásokat kíséreltek meg, amelyek például a glicerinfoszforsav előállításánál beváltak: ez a glicerinnek foszforsavval való huzamosabb hevítése. Az eredmény azonban nem volt kielégítő, mert az eljárás folyamán a cukor szenved.¹

NEUBERG² foszforoxikloridot reagáltat vízben oldott cukorral calciumcarbonát jelenlétében. Itt azonban a foszforoxiklorid túlnyomó része egyszerűen a víz és calciumcarbonát hatására calciumfoszfáttá alakul és csak minimális mennyiségben keletkezik oldható calciumsója a kívánt foszforsavészternek. LANGHELD a dioxyacetont és fruktózt metafoszforsavæthyleszterrel foszforozta és ismeretlen szerkezetű, de még redukáló és oszazonképzésre alkalmas vegyületekhez jutott.

Egyéb okokból végzett kísérleteim folyamán a salicinnak a reakcióját tanulmányoztam foszforpentakloriddal szemben és hogy vízmentes közegben, de oldószer jelenlétében dolgozzam, oldószerképpen a foszforoxikloridot alkalmaztam. Észrevettem, hogy élénk reakció indul meg már alacsony hőfokon és hogy a reakció folyamán a saligenincsoport nem hasad le, ellenben a termék nagyfokú foszforozása mutatkozik.

Az volt várható, hogy szabad cukroknak ilyen módszer szerint való foszforozása nem lesz lehetséges, mert a pentaklorid az oxyklorid jelenlétében is elroncsolja majd az érzékeny cukrokat. Ennek dacára a kísérleteket az előzetesen vákuumban gondosan megszárított szőlőcukorral elvégeztem, azzal a meglepő eredménnyel, hogy minden sárgulás, tehát roncsolódás nélkül reakció indul meg, és oldatokat lehet nyerni, melyekből alkalmas oldószerekkel foszforsav és klortartalmú vegyületek különíthetők el.

A reakció legcélszerűbb kiviteli módja a következő: A tel-

¹ BERTHELOT: Annales de chimie et de physique [3], 54, 81 (1858).

² NEUBERG és POLLAK: Biochemische Zeitschrift 23, 515 (1910).



jesen kiszáritott cukrot gömblombikban leöntjük a megfelelő mennyiségű foszforoxykloriddal, hozzáadjuk a pentakloridot és a lombikot azonnal lezárjuk olyan dugóval, mely rövid üvegsővel, majd vákuumgummicső segítségével hosszabb csővel van összekötve. Ennek vége a fülke nyílásába ér és a nedvesség elől klorcalciumos csővel van elzárva. Az ilyen készülék igen alkalmas azért, mert kényelmesen lehet rázni a reakciókeveréket, továbbá tetszésszerint melegíthető, vagy hűthető. A reakció befejezése után rendszerint igen csekély oldatlan rész marad, melyet üvegyapoton keresztül való szűréssel távolítunk el. A szüredékből száraz benzinnel kicsapjuk a reakciókeveréket, míg a foszforoxyklorid oldatban marad. A reakciótermékkel együtt kevés foszforpentaklorid is kiválik. Ezt a terméknek éteres kezelése útján utólag oldjuk ki. A szőlőcukorral számos kísérlet végeztem a körülményeknek nagy terjedelemben való változtatásával s az eredmény az volt, hogy a reakciótermék olyan szőlőcukor, amely — molekulánként — észterszerűen kötve, 2 molekula foszforsavat és 3 atóm klort tartalmaz. A két molekula foszforsav mindegyikén nyilvánvalóan marad még egy-egy kloratóm a hydroxyl helyén, mert az igen könnyen lehasad, míg a harmadik csak lúggal való melegítésre jön le, jeléül annak, hogy a cukor hydroxyljének helyére került, de nem az első szénatómhoz. Az első szénatómon feltétlenül foszforsavcsoport van elhelyezve, amit bizonyít a terméknek alacsony redukcióképesége. És a kötés igen tartós, az abból látható, hogy a savval való főzés a redukcióképeséget csak 17—18%-nyira növeli, ha a szőlőcukorredukció=100%. Az elsődleges termék-ből, a két labilis kloratóm helyébe hydroxylokat helyettesítve például nátriumbicarbonáttal való elbontás útján, megkapjuk a monoklorglükózidifoszfátot, amelynek brucinsója a számított értékekkel összetételben jól megegyezik.

A cellobióz diszaccharid a foszforozásnál, mivel az oxykloridban nehezen oldódik, hidegen nem lép reakcióba; melegítésre nyilvánvalóan felszakad a diszaccharidkötés, belőle is szőlőcukor keletkezik, miért is végeredményben ugyanahhoz a termékhez jutunk el, mint a glükózból kiindulólág.

Száritott keményítőre alkalmazva a reakciót, azt találjuk,

hogy itt foszforozás nem történik. Alacsony hőfokon a pentaklorid-oxykloridelegy teljesen hatástalan, magasabb hőfokon csekély mértékű roncsolás történik, de foszforozás nem, a reakciókeverékből elkülönített termék változatlan keményítő.

A reakciót a salicin esetében tanulmányozva, melyben a glükóz első szénatómján glükózidkötés van, a következőket észlelhetjük: A foszforozás itt is végbemegy és olyan termék keletkezik, melynek összetétele legjobban megfelel, ha azt képzeljük, hogy két molekula salicin közösen foszforozódik 3 molekula foszforsavval és mindegyik salicinmolekulára jut még 3—3 atom klor. E három kloratom közül kettő ismét könnyen lehasítható, a harmadik nem. A saligenincsoport a reakció folyamán nem hasad le.

A fruktózzal végzett kísérletek nem adtak olyan tiszta képet, mint a glükózzal végzettek, amennyiben a foszforozás olyan terméket szolgáltat, melynél már az éteres kezelés megismétlése a klortartalom fokozatos csökkenését eredményezi, jeléül annak, hogy éterben könnyebben és nehezebben oldódó keverékek keletkeznek.

Végül még a lävoglükózánál is végeztem néhány foszforozást, amelynek eredményéről a kísérleti részben számolok be.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Csűrös ZOLTÁN úr segítségével végzett kísérletek.

Foszforpentaklorid hatása glükózra.

I. 4·5 glükóz (Merck, vákuumban 100°-on szárítva).

10·5 gr PCl_5 (2 molekula).

30 cm³ $POCl_3$.

A pentakloridot két részletben adagoltam be hidegen, közben jeges vízzel hűtve. Hamar oldatba ment az egész, kevés cukor maradt oldatlan. A leöntött oldatot 100 cm³ benzinnel keverjük és leszívátva, benzinnel mossuk. Vakuümexsikkátorban szárad. Fehér termék, súlya 7·5 gr. A benne levő pentakloridot ætherrel mostuk ki. Az anyag hygroskópos, mosás és szíva-

tás közben ragacsos csomókká áll össze, ezek nehezen mennek szét. Leszívva és megszáritva 4·6 gr.

Halogén:

közvetlenül meghatározva: 0·0384 gr.: 2·54 cm³ n/10.

$AgNO_3 = 11·7\%$ Cl.

híg nátriumhidroxiddal vízfürdőn 20 percet melegítve:

0·0384 gr: 3·95 cm³ = 18·23%.

1 órai melegítéssel: 0·0384 gr: 3·95 cm³ n. 10 $AgNO_3$.

Redukció:

0·0384 gr: 7·07 cm³ n/10 $KMnO_4 = 0·0226$ gr glükóz = 29·4%.

A terméket alkoholban oldva az oldhatlan részről leszűrve redukál:

száraz maradék: 0·1074 : 3·93 cm³ n/10 $KMnO_4 = 0·0122$ gr glükóz = 11·36%.

A termékben e szerint sok a változatlan glükóz.

Redukció hidrolízis után:

0·0841 gr: 7·02 cm³ n. 10 $KMnO_4 = 26·5\%$.

0·0384 gr-ot 35 cm³ vízzel és 5 cm³ cc. $NaOH$ -al melegítünk vízfürdőn 1 óra hosszat. Bertrandozva fogy rá 0·3 cm³ permanganát. A redukció tehát eltűnik,

Forgatás vízben:

bemérés: 0·2104, összsúly: 5·2104, fajsúly: 1·042, $\alpha = +1·72^\circ$; $[\alpha]_D^{17} = +40·87^\circ$, vízben.

5%-os sósavval hidrolizálva:

2 órai forralás után $\alpha = +1·10^\circ$.

3 órai forralás után: $\alpha = +1·06$, $[\alpha]_D = +25·19^\circ$, vízben.

II. 9 gr glükóz

24 gr PCl_5 (2 mol + 20% felesleg).

60 cm³ $POCl_3$.

Hidegen 30 perc alatt megy végbe a reakció. Végén az oldatot üvegyapoton szűrve, benzinbe öntöttük. A kiváló finom fehér pelyheket aetherrel átdolgozva, újra benzinnel fedtük és leszívva, vákuumexsikkátorban szárítottuk. Súly 7·5 gr.

Halogén:

0.1298 gr 35 cm³ víz és 5 cm³ cc. halogénmentes nátronlúggal vízfürdőn 1 óra hosszat melegítve: 9.06 cm³ n/10 AgNO₃=24.75% Cl.

0.1150 gr. fenti módon 2 órai melegítéssel: 7.91 cm³ n/10 AgNO₃=24.40% Cl.

0.1662 gr. : 20 cm³ methylalkohol és 5 cm³ cc. halogénmentes lúggal ¹/₂órás 15 cm³ víz hozzáadása után új ¹/₂ órás vízfürdős melegítés után: 10.97 cm³ n/10 AgNO₃=23.41% Cl.

A halogénmeghatározás tehát legjobb eredményt a híg lúggal való melegítéssel ad. Az egy órás vízfürdős melegítés már elég.

Redukció:

hidrolízis előtt: 0.2326 gr : 3.93 cm³ permanganát=0.0122 gr glükóz=5.24%.

hidrolízis után: fenti bemérés (törzsoldatból) 5%-os sósavval, 2 órai forralás után: 5.80 cm³ permanganát=7.86%.

fenti bemérés 30 perces forralással Bertrandozva:

9.4 cm³ n/10 permanganát=12.64%.

Forgatás alkoholban:

bemérés: 0.6542 gr, összsúly: 8.7916 gr, fajsúly 0.8485 gr $\alpha = +2.01^\circ/15C^\circ$. $[a]_D^{15} = +31.83^\circ$, alkoholban, azonnal leolvasva. 24 óra múlva $[a]_D = +35.16^\circ$.

Foszfortartalom:

bemérés: 0.1444 gr : 0.0802 gr Mg₂P₂O₇=15.5% P=48.97% fosforsav.

Ezután megvizsgáltuk, hogy melegítés emeli-e a halogéntartalmat?

III. 9 gr glükóz

24 gr PCl₅ (2 mol+20 felesleg)

60 cm³ oxiklorid.

A pentaklorid hidegen való beadagolása után 10 percig melegítettük 50°-os vízfürdőben. Benzin- és ætheres feldolgozás után 8.2 gr-ot kaptunk.

Halogén:

vizes lúggal 1 óra hosszat melegítve vízfürdőn:

0·1460 gr: 10·91 cm³ n/10 AgNO₃=26·5%.

Redukció:

1. közvetlen 0·4244 gr: 8·6 cm³ n/10 permanganát=6·52%.

2. 0·3330 gr-ot vízben oldva, vízfürdőn 1 óra hosszat melegítünk, fogy rá 11·2 cm³ permanganát=10·99%.

3. 0·3485 gr 50%-os vizes-alkoholos oldatban 5%-nyi kénsavval 2 órai forralás után: 11·01 cm³ permanganát=10·3%.

4. 0·3834 gr: vizes oldatban 5%-nyi kénsavval forralva. 2 órai forralás után az oldat 1/4-ére (0·0958 gr) fogy 6·10 cm³ permanganát=20·14%.

3 órai forralás után a redukció ugyanaz.

Foszfor:

I. 0·1532 gr: 0·0774 gr Mg₂P₂O₇=14·08% P.

II. 0·1508 gr: 0·0760 gr Mg₂P₂O₇=14·05% P.

Középtértékben=14·07% P, ennek megfelel 44·4% foszforsav.

Forgatás alkoholban:

1·7424 gr. anyag, összsúly: 21·8892, fajsúly: 0·8400, forgatás=+2·06/18 C°. [α]_D=+30·81°, azonnal leolvastva, 24 óra múlva α=+2·70°/18 C°, [α]_D=+40·39°.

48 órai állás után az oldatból 15 cm³-t 15 cm³ 10%-os kénsavval forraltunk 2 óra hosszat. α=+0·92°, ez megfelel az eredeti térfogatra számítva +1·84°-nak, [α]_D=+27·5°.

IV. 9 gr glükóz

36 gr PCl₅ (3 mol+20% felesleg)

60 cm³ oxiklorid.

Az 50°-os fürdőben való melegítés közben az anyag felvett még egy molekula pentakloridot. 1/2 órás melegítés után az üvegyapoton szűrt oldatot vákuumban, 40°-os fürdőn, kb. 1/3 részre koncentráltuk be. Fémnátriummal szárított xylollal akartuk utánahajtani az oxikloridot, de a hozzáadásánál azonnal

kivált a termék jó része. Az oldatot ezután benzinnel dolgoztuk át és ætheres kezelés nélkül leszivattuk. Kapott termék vákuumban szárítva 7 gr, erősen füstölő fehér por.

I. 0·1540 gr: $13\cdot68 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 31\cdot50\% \text{ Cl}$,

II. 0·2112 " 19·04 " " " = 31·96% Cl, középértékben = 31·73%.

2 gr-ot fém nátriummal szárított ætherrel eldolgozva s utána benzinnel leszivatva és mosva, 1·5 gr-ot kaptunk.

Halogén:

I. 0·1576 gr: $11\cdot80 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 26\cdot55\% \text{ Cl}$,

II. 0·1290 " 9·63 " " " = 26·47% Cl, középértékben = 26·51%.

Ezek szerint az ætheres kezelés el nem hagyható. Foszfór (az ætherrel már kezelt termékben):

0·1544 gr: 0·0778 gr $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 14\cdot04\% \text{ P} = 44\cdot37\% \text{ foszforsav}$.

A vákuumban való bepárlás hasznos annyiban, hogy kevesebb oxiklorid marad és így a benzinnel öntésnél nem válik ki az anyag túlfinom pelyhekben, melyek nem ülepednek, hanem keményebb szemcsékben, ezek jól eldolgozhatók és jól ülepedvén, dekantálható róluk a benzinnel. A xylozol lehajtás azonban nem megfelelő, mert a termék nem oldódik benne s így a desztilláló lombik falára válik ki oly tapadóan, hogy onnan lekaparni nem lehet jól.

V. 9 gr glükóz

36 gr PCl_5 (3 mol + 20% felesleg)

60 $\text{cm}^3 \text{ POCl}_3$. $\frac{1}{2}$ órás melegítés 50° -on.

A reakció végén leszűrt oldatot vákuumban kb. 15 cm^3 -re pároltuk be. A szirupot 150 cm^3 benzinnel öntöttük. Kissé ragacsosan válik ki a termék, de hamar fehér anyaggá gyúrható szét. A kapott fehér porról leöntve a benzint, új 50 cm^3 benzinnel dolgoztuk át. A jól ülepedő fehér port 70 cm^3 ætherrel átdolgozva, újra benzint öntöttünk rá, majd leszivatva, benzinnel mostuk. Vakuumszikkátorban szárad foszforpentoxid, kénsav és paraffin fölött. Súly 14·5 gr.

Halogén:

- I. 0·2586 gr: 19·42 cm³ n/10 AgNO₃=26·63% Cl,
 II. 0·1976 " 14·79 " " " =26·54% Cl, köz-
 zépértékben=26·58% Cl.

Halogén lehasítás 5%-os kénsavval:

1·0798 gr-ot 50 cm³ 5%-os (vizes) kénsavban oldunk.
 A halogénmeghatározáshoz 5—5 cm³ oldatot használunk, hide-
 gen titrálva.

1. rögtön az oldás után fogy 5·15 cm³ n/10 AgNO₃=16·91% Cl.
2. 1/4 órás hidrolízis után 5·84 " " " =19·17 " "
3. 1/2 órás forralás után 6·04 " " " =19·83 " "
4. 1 " " " 6·19 " " " =20·32 " "
5. 2 " " " 6·39 " " " =20·98 " "

Halogén lehasítás tiszta vizes közegben, vízfürdőn:

1. 0·1646 gr. 40 cm³ vízben oldva, vízfürdőn 1/2 órát mele-
 gitve, hidegen titrálva fogyaszt 8·36 cm³ n/10 AgNO₃-ot =
 =18·01% Cl.

2. 0·1530 gr 1 órás melegítés: 8·21 cm³ n/10 AgNO₃=
 =19·02% Cl.

Foszforsav:

- I. 0·1192 gr: 0·0654 gr Mg₂P₂O₇=15·29% P,
 II. 0·1660 " 0·0890 " " =14·94 " ", középér-
 tékben=15·11% P, ennek megfelel=47·73% foszforsav.

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·5176 gr.: 8·51 cm³ permanganát=
 =0·0273 gr glükóz=5·27%.

Vizzel 1 óra hosszat melegítve vízfürdőn: 0·4672 gr:
 13·3 cm³ permanganát=0·0439 gr glükóz=9·4%.

Vizes oldatban 5%-nyi kénsavval való 2 órás forralás után:
 0·3304 gr: 20·3 cm³ permanganát=0·0695 gr glükóz=21·0%.

Forgatás alkoholban:

bemérés: 1·6356 gr, összsúly: 21·8070 gr, fajsúly: 0·8474,
 forgatás=+1·78°/18 C°.

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{1.78^\circ \times 21.8070}{0.8474 \times 1.6356} = +28.00^\circ \text{ alkoholban.}$$

24 óra múlva a forgatás: $+2.17^\circ/18\text{ C}^\circ$, $[\alpha]_D = 34.14^\circ$.

72 " " " " $+1.77^\circ/17\text{ C}^\circ$,

2 hét " " " $+1.59^\circ/18.5^\circ$, $[\alpha]_D = +25.01^\circ$.

VI. Az oxikloridot megpróbáltuk más, semleges oldószerrel pótolni. Abszolút benzolt használtunk erre.

4.5 gr glükóz

18 gr PCl_5 (3 mol + 20%)

30 cm³ abs. benzol.

A benzollal átnedvesített cukorhoz hidegen adagoljuk hozzá a pentakloridot, majd rázogatás mellett lassan felmelegítjük. 65° felett enyhe reakció indul meg, miközben az egész pentaklorid és a cukor, egy igen kis rész híjján, oldatba megy. Másfélórás melegítés után lehűtjük az elegyet, a benne levő kevés pelyhes részről leszűrjük üveggyapoton és a világossárga színű oldatot 100 cm³ benzinbe öntöttük. Fehér, eléggé jól ülepedő termék válik ki. Az oldatot mindig leöntve, először benzinnel, majd ætherrel dolgoztuk át. Végén újra benzint öntve reá, leszivattuk, benzinnel mostuk és vákuumban szárítottuk. Súlya 5.5 gr. Színe kissé szürkés.

Halogén:

I. 0.1436 gr: 11.86 cm³ $n/10\text{ AgNO}_3 = 29.28\% \text{ Cl}$,

II. 0.1648 " 13.44 " " " = 28.92 " " , középértékben = 29.10% Cl .

Foszfor:

I. 0.1528 gr: 0.0712 gr. $Mg_2P_2O_7 = 12.99\% \text{ P}$,

II. 0.1530 " 0.0738 " " = 13.44 " " , e középértékben = 13.21% P , ennek megfelel = 41.73% foszforsav.

A termék erősen füstölög, azért újból abszolút ætherrel dolgoztuk át.

Halogén:

I. 0·1590 gr: 10·67 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 23·80\%$ *Cl*,

II. 0·1544 " 10·32 " " " = 23·70 " " , kö-
zépértékben 23·75% *Cl*.

Foszfor:

0·1556 gr.: 0·0770 gr. $Mg_2P_2O_7 = 13·79\%$ $P = 43·57 H_3PO_4$.

A benzolos közegben egészen simán és jól vezethetően megy a reakció, de a végén a termék szürkészinű, nem hófehér, mint az oxikloridos reakciónál. A pentaklorid is nagyon jól oldódik benne, így felesleg nem marad oldatlan a reakciónál, benzinbe öntésnél tehát a kiváló terméket több pentaklorid szennyezi. ezt pedig ætherrel csak lassan lehet kioldani. Eszerint az eljárásnak előnye nincs az oxikloridos felett, sőt azzal szemben hátrányai vannak.

VII. 4·5 gr glükóz

18 gr PCl_5 (3 mol + 20%)

20 cm³ $POCl_3$.

A reakcióelegyet a pentaklorid beadagolása után 1 óra hosszat melegítettem 100°-on. Benzines és ætheres feldolgozás után 4 gr terméket kaptam, színe piszkosszürkés.

0·1536 gr: 14·70 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 33·9\%$.

A 100°-os melegítés az anyagnak már árt.

VIII. 54 gr glükóz (Merck, vákuumpisztolyban vízmelegítéssel foszforpentoxid felett 3 óra hosszat szárítva)

216 gr PCl_5 (3 molekula + 20% felesleg)

300 cm³ $POCl_3$.

Klorkalciumos csővel zárt léghűtő üvegsővel ellátott lombikban az oxikloriddal jól átítatott cukorhoz 36 gr-os részletekben adagolom be a pentakloridot. Ez gyors tempóban oldódik, erős sósavfejlődés mellett. A keverék közben kb. 50°-ra melegedik fel. Folytonos rázogatás közben 25 perc alatt feloldódik a pentaklorid, pár grammnyira becsülhető rész marad csak ol-

datlan. Az oldatot 50°-on melegítjük 1 óra hosszat, majd 65°-on 1 1/2 óra hosszat. Ezután melegen üveggyapoton szűrjük és vákuumban ledesztilláljuk az oxikloridnak kb. 1/2—2/3 részét. A kissé sűrű maradékot vékony sugárban 600 cm³ abszolút benzínbe csurgattuk. Olajos termék válik ki, színe kissé sárgás. 1 órai állás után ragacos tömeg lesz, majd lassan rögzössé dolgozható el. A benzint leöntve, 300 cm³ új benzinnel dolgoztuk át. Finom, kissé sárgásszínű, jól ülepedő porrá megy széjjel. Leszivatva kétszer benzinnel mostuk, majd 250 cm³ abszolút ætherrel dolgoztuk át. Egy éjszakán át áll æther alatt. Az æthert jó ülepités után leöntve, párszor új ætherrel dolgoztuk át. A leöntött æthert benzinnel pótolva, leszivattuk és benzinnel jól átmosva vákuumban szárítottuk paraffin, nátrómész és foszforpentoxid felett. A termék teljesen fehér por, súlya 62 gr.

Halogén:

35 cm³ víz és 5 cm³ cc. halogénmentes nátrium hidroxiddal 1 óra hosszat melegítve vízfürdön, utána salétromsavval megsavanyítva, a halogént a VOLHARD-módszer szerint titráltuk.

I. 0.1952 gr: 17.57 cm³ n/10 AgNO₃=31.9% Cl,

II. 0.1692 " 15.55 " " " =32.5 " " , középértékben=32.2% Cl.

Újból ætherrel kezelve a terméket,

Halogén:

I. 0.1564 gr: 13.95 cm³ n/10 AgNO₃=31.63% Cl,

II. 0.1628 " 14.50 " " " =31.58 " " , középértékben= 31.60 Cl.

Halogénlehasítás vízfürdön vízzel melegítve:

1 órai melegítés után VOLHARD szerint titrálva *hidegen*:

I. 0.1712 gr: 11.40 cm³ n/10 AgNO₃=23.61% Cl,

II. 0.2086 " 14.06 " " " =23.90 " " , középértékben=23.75% Cl.

A nehezen lejövő halogén eszerint 31.6—23.7=7.9%.

Redukció:

közvetlen meghatározva:

0.3834 gr: 8.2 cm³ n/10 KMnO₄=0.0263 gr glükóz=6.86%.

Vizes oldatban 5%-os kénsavval való 2 órai forralás után lesemlegesítve, Betrandozásnál fogyaszt:

0.4130 gr: 20.5 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 0.0704 gr glükóz = 17.05%.

Foszfor:

Lemért mennyiségű anyagot 6—8 cm³ cc. vegytiszta salétrom-savban oldunk vízfürdőn. A teljes oldódás után 10-szeres mennyiségű poralakú káliumpermanganátot adagolunk bele apránként. A kiváló barnakövet hidegen kaliumnitritoldattal oldjuk fel és a salétromsav nagy részét asbesztlapon elforraljuk. (MARIE módszer: Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 129, 766 (1899). Az oldatot azután vízzel hígítva, a benne levő foszfort Woy módszere szerint határozzuk meg.

I. 0.1090 gr: 0.0476 gr $Mg_2P_2O_7$ = 12.17% P,

II. 0.1026 " 0.0452 " " = 12.38 " " , középértékben = 12.22% P, ennek megfelel = 38.70% foszforsav.

Forgatás alkoholban:

$$[\alpha]_D^{17} = + \frac{2.25^\circ \times 9.0984}{0.8408 \times 0.9140} = +26.67^\circ$$

24 óra múlva: forgatás = +3.31°/17 C°. $[\alpha]_D = +39.24^\circ$

4 nap múlva +2.50°/15 C°. $[\alpha]_D = +29.63^\circ$.

Nátriumbikarbonátos kezeléssel kapott termék:

2 gr anyagot 20 cm³ 50%-os vizes alkoholban oldottunk. Ezután a vízzel lehasítható halogénre számított 1.1 gr. nátriumbikarbonátot adtuk hozzá apró részletekben. Az utolsó részlet beadagolása után eltűnik a kongó kék reakció. Ezután az oldatot vakuumban alacsony hőfokon sziruppá pároljuk és abszolút alkoholban vesszük fel. A nem oldódó konyhasóról leszűrve, újból bepároljuk majdnem szárazva és újból abszolút alkoholban oldjuk. Kevés honyhasó marad újból oldatlan. Erről leszűrve sziruppá pároljuk és ætherbe öntjük. Fínom, hófehér anyag válik ki, jól ülepedik. Párszor ætherrel, majd benzinnel dolgozzuk át. Leszivatva benzinnel mossuk. Vákuumexsikkátorban szárad paraffin fölött. Hófehér termék, súlya 1 gr. Szabad halogén benne nincsen.

Halogén:

35 cm³ víz és 5 cm³ cc. halogénmentes nátronlúggal 1 óra hosszat melegítve vízfürdőn.

I. 0·1390 gr: 4·60 cm³ n/10 AgNO₃=11·73% Cl,

II. 0·1968 " 6·38 " " " =11·49 " " , középértékben=11·61% kötött halogén (Cl).

Foszfor:

I. 0·0938 gr: 0·0510 gr Mg₂P₂O₇=15·15% P,

II. 0·0992 " 0·0530 " " " =14·89 " " , középértékben=15·02% P, =47·45% H₃PO₄.

Redukció:

közvetlen: 0·2426 gr: 5·5 cm³ n/10 cm³ permanganát = =0·0174 gr glükóz=7·17%.

5%-os kénsavval, 3 órai forralás után:

0·1044 gr: 5·8 cm³ n/10 KMnO₄=0·0183 gr, glükóz=17·5%.

Forgatás, 5 : 1-hez alkohol + vízben:

$$[\alpha]_D^{15} = + \frac{1 \cdot 24^\circ \times 0 \cdot 7170}{0 \cdot 8702 \times 0 \cdot 5178} = + 29 \cdot 50^\circ$$

15 óra múlva a forgatás = +1·22°; $[\alpha]_D^{15} = + 29 \cdot 02^\circ$.

Brucinos termék:

10 gr terméket a nátriumbikarbonátos kezelés után, a konyhasó eltávolítása után kapott abs. alkoholos oldatban brucinnal (ugyancsak alkoholban oldva) hoztam össze. Pelyhes fehér termék válik ki. Leszivatva, többször alkohollal mostuk és vákuum-exsikkátorban szárítottuk. Súlya 5·5 gr.

Halogén:

alkoholos lúggal való szappanosítás után gravimetrikusan meghatározva; a brucin miatt vöröszínű salétromsavas oldatban titrálni nem lehetett.

I. 0·1904 gr: 0·0376 gr AgCl=4·8% Cl,

II. 0·2066 " 0·0384 " " " =4·6 " " , középértékben =4·7% Cl.

Foszfor:

- I. 0.2054 gr: 0.0594 gr $Mg_2P_2O_7$ = 8.06 % P,
 II. 0.2016 " 0.0568 " " = 7.85 " „, középértékben = 7.95 % P, = 25.11 % H_3PO_4 .

Nitrogén:

- I. 6.631 mgr: 0.192 cm³ N, 767 mm, 19 C° = 3.35 %,
 II. 5.762 " 0.172 " " " " " = 3.46 „,
 középértékben = 3.40 %.

Redukció:

közvetlen: 0.2872 gr: 4.5 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 0.0142 gr glükóz = 4.94 %.

5%-os sósavval való 2 órás forralás (1 : 1-hez alkoholos-vizes oldatban) után: 0.2116 gr: 4.3 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 0.0135 gr glükóz = 6.38 %.

Forgatás: 50 %-os vizes alkoholban:

$$[\alpha]_D^{25} = + \frac{0.48^\circ \times 9.6332}{0.9554 \times 0.5380} = +8.99^\circ, \text{ rögtön leolvasva.}$$

24 óra múlva a forgatás: $+0.35^\circ/15$ C°; $[\alpha]_D = +6.55^\circ$.

72 " " " " $+0.35^\circ/16$ C°.

A VIII. reakcióterméknél feltűnő az alacsony foszfortartalom. A halogéntartalom viszont magasabb. A kettő közt lehet olyan összefüggés, hogy klor tartalmú foszforsav ül rá a glükózra. Az is lehet azonban, hogy a különböző lehetséges termékek egymás mellett keletkeznek és a reakció hőfoka szerint különböző a keverékek összetétele.

Diklórglükózfoszfát I.: $C_6H_{11}O_7Cl_2P = 297.05$.

$$Cl = 23.8\%, P = 10.44\%, H_3PO_4 = 33.0\%.$$

Diklórglükózfoszfát II.: $C_6H_9O_8Cl_2P = 279.04$.

$$Cl = 25.42, P = 11.12, H_3PO_4 = 35.14.$$

Diklórglükózdifoszfát: $C_6H_{12}O_{10}Cl_2P_2 = 377.10$.

$$Cl = 18.80\%, P = 16.46\%, H_3PO_4 = 52.00\%.$$

Diklórglükóz: $C_6H_{10}O_4Cl_2=217\cdot00$.

$Cl=32\cdot68\%$.

Triklórglükóz: $C_6H_9O_3Cl_3=235\cdot45$.

$Cl=45\cdot19\%$.

Triklórglükózfoszfát: $C_6H_{10}O_6Cl_3P=315\cdot50$.

$Cl=33\cdot71\%$ $P=9\cdot84\%$, $H_3PO_4=31\cdot08\%$.

Triklórglükózdifoszfát: $C_6H_{11}O_9Cl_3P_2=395\cdot55$.

$Cl=26\cdot89\%$, $P=15\cdot69\%$, $H_3PO_4=49\cdot57\%$.

Klórglükózdifoszfát: $C_6H_{13}O_{11}ClP_2=358\cdot64$.

$Cl=9\cdot88\%$, $P=17\cdot31\%$, $H_3PO_4=54\cdot69$.

Klórglükózdifoszfát brucinsója:

I. $825\cdot04$ (4 molekula kristályvízzel):

$Cl=4\cdot29\%$, $P=7\cdot52\%$, $H_3PO_4=23\cdot76\%$, $N=3\cdot39\%$.

II. $753\cdot00$ (kristályvíz nélkül):

$Cl=4\cdot71\%$, $P=8\cdot24\%$, $H_3PO_4=26\cdot04\%$, $N=3\cdot72\%$.

Foszforpentaklorid hatása cellobiózra.

A 222° olvadáspontú oktaacetilcellobiózból a nátrium-methylátos módszerrel kapott és kétszer átkristályosított cellobiózt vákuumpisztolyban szárítottuk vízmelegítéssel, foszforpentoxid felett, 5 óra hosszat.

I. 5 gr cellobióz

6·5 gr PCl_5 (2 mol=6·2 gr)

30 cm³ $POCl_3$.

Kb. 50° -os melegítésre megy csak oldatba a pentaklorid majdnem mind és a cukor legnagyobb része. Lehűtve, újból ki-válík az anyag. Üveggyapoton szűrve, fehér anyag marad vissza. Ezt benzinnel ($POCl_3$), majd alkohollal (PCl_5) mosva és meg-szárítva, 4 gr cellobiózt kapunk vissza.

Az átszűrt oldatot benzinbe öntve, csak igen minimális pelyhes anyag válik ki.

II. 5 gr cellobióz

13 gr PCl_5 (4 mol) + 5 gr = 18 gr PCl_5 = 6 mol.

60 cm³ $POCl_3$.

Az első 6·5 gr. pentaklorid 50°-on teljesen oldódik. Új 6·5 gr.-ot adtam hozzá és 50, majd 70°-on melegítettem tovább. Kb. 30 perc alatt az egész oldatba megy. Ekkor még 5 gr pentakloridot adtam hozzá és még $\frac{1}{3}$ órát melegítettük 100°-on. Az anyag enyhe gázbuborékolás közben majdnem teljesen feloldódik. Vízzel lehűtve a pentaklorid egy része, kb. 4—5 gr újból kiválik, a víztiszta oldatot erről üvegyapoton szűrtük le. Benzinbe öntve, pelyhes, fehér, jól ülepedő termék válik ki. Benzines és ætheres mosás után leszivattuk és vakuumexsikkátorban szárítottuk. Hófehér anyag, súlya 3 gr.

Halogén:

vizes lúggal $\frac{1}{2}$ órás melegítéssel:

0·06432 gr.: 5·01 cm³ $n/10$ $AgNO_3$ = 27·62% Cl.

Redukció:

0·3216 gr.: 6·9 cm³ $n/10$ $KMnO_4$ = 0·0220 gr glükóz = 6·8%.

0·1596 gr 50 %-os vizes-alkoholos oldatban 5% sósavval
2 órai forralás után:

4·30 cm³ $n/10$ $KMnO_4$ = 0·0135 gr glükóz = 8·45%.

Forgatás alkoholban:

$$[\alpha]_D^{15.5^\circ} = + \frac{1.42^\circ \times 8.6008}{0.8601 \times 0.4790} = +29.64^\circ.$$

A termék e sajátságai megegyeznek a glükózból kapott termékével. A kezelésnél félszakad a diszaharid kötés és a keletkező glükóz lép reakcióba.

Foszforspentaklorid hatása keményítőre.

Burgonyakeményítőt használtunk, ezt előbb szárítószekrényen, 80—120°-on szárítottuk, majd 3 óra hosszat vakuum-pisztolyban szárítottuk foszforspentoxid felett, 100°-on.

5 gr keményítő
20 cm³ POCl₃
5 gr. PCl₅.

A keményítőt leöntjük az oxikloriddal s utána hozzáadjuk a pentakloridot. Rázogatás közben melegedés és buborékolás nélkül oldatba megy kb. $\frac{2}{3}$ része. 50°-on melegítve, a visszamaradt rész is oldatba ment, a keményítő egy része azonban finom por alakjában lebeg az oldatban. Az egész reakció kb. $\frac{3}{4}$ órát tartott. A sárgás oldatot jégre öntöttük. Lassan bomlik a kivált olaj, az edény aljára igen finom eloszlásban ül le a változatlan keményítő, jóreakciót ad, nem redukál és halogén sincs benne. Az oldat sem redukál, jóddal pedig barnás színeződést ad, tehát a dextrinekre emlékeztet.

Fenti mennyiségekkel végeztük a reakciót, de 100°-on melegítettük $\frac{1}{2}$ óra hosszat. A benzines és ætheres mosás után 4·5 gr. barnás, porszerű termék marad vissza. Halogén benne nincsen, nem redukál, jóddal kék színt ad, mely ibolyásba megy át, tehát változatlan keményítő. A reakció tehát itt nem ment.

Foszforspentaklorid hatása salicinre.

I. 5·7 gr salicin

10·4 gr PCl₅ (2 mol + 25% felesleg)
10 cm³ POCl₃.

A pentaklorid beadagolása jeges vizes hűtés mellett ment, a salicinnel együtt oldódik élénk pezsgés mellett (HCl). A végén az igen enyhén melegedő oldatot már nem hűtöttük. Az egész reakció $\frac{3}{4}$ órát vett igénybe. Az oldatot jégre öntöttük. Fehér termék válik ki, ez porrá megy szét. Az első anyalúgot leöntve, újból 300 cm³ vizet adtam hozzá. Leszívatsánál lassan szűrődik. Vakuumban, kénsav felett szárad.

Halogén:

alkoholos lúggal elszappanosítva:

0·1866 gr: 6·91 cm³ *n* 10 $AgNO_3 = 13·13\%$ *Cl*.

Redukció:

0·0776 gr. 10 cm³ alkoholban oldva 5 cm³ cc. sósavval 2 óra hosszat forralva *nem redukál*.

II. 23 gr salicin

41·6 gr PCl_5 (2 mol + 20%)

60 cm³ $POCl_3$.

Reakció és feldolgozás ez előbbi kísérletnél megadott. Kapott termék 25 gr. Alkohol kis maradék kivételével oldja. Az alkoholból, vízzel higitva, nem válik ki az anyag, ha azonban pár csepp savat adunk hozzá, kiválik, de erősen kolloidálisan.

Halogén:

0·2600 gr 35 cm³ víz + 5 cm³ cc. halogénmentes lúggal vízfürdön 1 óra hosszat melegítve:

9·2 cm³ *n* 10 $AgNO_3 = 12·55\%$ *Cl*.

0·1860 gr 20 cm³ methalalkohol + 5 cm³ cc. halogénmentes nátronlúggal vízfürdön $\frac{1}{2}$ órát, majd 15 cm³ dest. víz hozzáadása után mégegyszer $\frac{1}{2}$ órát forralva:

6·85 cm³ *n* 10 $AgNO_3 = 13·06\%$ *Cl*.

A halogénmeghatározáshoz tehát az alkoholos-lúgos elszappanosítás szükséges.

Foszfor:

MARIE-féle roncsolás és Woy-féle meghatározás.

0·1584 gr: 0·0381 gr $Mg_2P_2O_7 = 6·7\%$ *P*, = 20·7% H_3PO_4 .

6 gr terméket 75 cm³ alkoholban oldva az oldatlan maradt kevés anyagról vattán szűrtük, az átmenő gyengén opalizáló

oldatot vakuumban bekoncentrálva vakuumexsikkátorban, kén-
sav felett pároltuk be, kristályosító csészében. Súlya 5·5 gr.

Halogén:

0·2148 gr: 6·83 cm³ n/10 AgNO₃=11·27% Cl.

Foszfor:

0·2970 gr: 0·0710 gr Mg₂P₂O₇=6·66% P=21·06% H₃PO₄.

2 gr terméket 15 cm³ ecetsavanhydridben oldtunk vízfür-
dőn. Lehűtve 15 cm³ pyridin jön hozzá. Enyhe melegedés köz-
ben fehér, pelyhes anyag kezd kiválni. Egy éjszakai állás után
a megvörösödött oldat alján vöröses réteg ülepedett le. Alkohol-
lal szétdolgozva, lassan fehér porrá megy szét. Leszívatra és
vakuumexsikkátorban megszáritva, súlya $\frac{1}{2}$ gr, gyengén sár-
gás por.

Halogén:

I. 0·2004 gr: 3·44 cm³ n/10 AgNO₃=6·08% Cl,

II. 0·2112 " 3·77 " " " =6·33 " " , közép-
értékben=6·20% Cl.

Foszfor:

0·1528 gr: 0·0450 gr Mg₂P₂O₇=8·21% P=25·95% H₃PO₄.

Nitrogén:

5·620 mgr: 0·142 cm³ N, 17°, 759 mm=2·97% N.

3 gr terméket alkoholban oldva pyridint adtunk hozzá. A
kiváló fehér terméket alkohollal átdolgozva leszívattuk és meg-
száritottuk. Súlya 2·5 gr.

Halogén:

I. 0·2086 gr: 3·38 cm³ n/10 AgNO=5·74% Cl.

II. 0·2048 " 3·28 " " " =5·67 " " , középérték-
ben=5·77% Cl.

Foszfor:

0·3126 gr: 0·0676 gr. Mg₂P₂O₇=6·03% P=19·04% H₃PO₄.

Nitrogén :

I. 6·552 mgr : 0·148 cm³ N, 21 C°, 753 mm = 2·59%.

II. 10·351 mgr : 0·233 cm³ N, 21 C°, 752 mm = 2·58%.

A következő pár reakcióban megpróbáltuk a hevítést.

- III. 11·4 gr salicin
 20·8 gr PCl_5 (2 mol + 20%)
 30 cm³ $POCl_3$.

A pentaklorid beadagolása után (1,4 óra) 10 percig melegítettük 50°-on. Vízbeöntés, leszívítás és szárítás után 13·5 gr anyagot kaptunk.

Halogén :

I. 0·2420 gr : 8·70 cm³ n/10 $AgNO_3$ = 12·74% Cl,

II. 0·2154 " 7·82 " " " = 12·87 " " , középértékben = 12·80 Cl.

Foszfor :

0·1560 gr : 0·0492 gr $Mg_2P_2O_7$ = 8·79% P = 27·77% H_3PO_4 .

- IV. 5·7 gr salicin
 10·4 gr PCl_5 (2 mol + 20%)
 10 cm³ $POCl_3$.

A pentaklorid oldódása (15 perc) után $\frac{1}{2}$ órát melegitem 50°-on. Kaptunk 6·5 gr-ot.

Halogén :

I. 0·2018 gr : 7·52 cm³ n 10 $AgNO_3$ = 13·21% Cl,

II. 0·2020 " 7·62 " " " = 13·37 " " , középértékben = 13·28% Cl.

V. *Fenti mennyiségek.*

1·5 órás melegítés 50°-on. Kapott termék (kissé rózsaszínű) súlya 7 gr.

Halogén :

I. 0·2074 gr : 8·01 cm³ n/10 $AgNO_3$ = 13·69% Cl,

II. 0·2018 " 7·76 " " " = 13·33 " " , középértékben = 13·51% Cl.

VI. *Fenti mennyiségek.*

1 órás melegítés 100° -on. Vízbe öntve (jeges víz), ragacos lepény alakjában válik ki. Szétdolgozva, nehezen szűrhető pelyhekké megy szét, mosni igen nehéz. Vakuumban szárad. Barnás ragacos tömeg lesz, megszáradva. Tovább nem dolgoztuk fel.

A hőmérséklet emelése így nem vezetett a kívánt eredményhez. A halogéntartalom nem növekedett, a 100° -os hőmérséklet pedig már ártalmas az anyagnak. Ezért, az 50° -os melegítés megtartása mellett, megpróbáltuk a terméket vízmentesen feldolgozni a glükóznál kidolgozott eljárás szerint.

VII. *Fenti mennyiségek.*

1 órás melegítés 50° -on. Az üveggyapoton szűrt oldatot 100 cm^3 benzinnel öntve dolgoztuk el. Fehér, kemény porrá megy szét. A jól ülepedő termékről a benzint leöntve, új 100 cm^3 benzinnel dolgoztuk át. Ezután 100 cm^3 ætherrel kezelve, újból benzint adtunk hozzá és leszívatta, benzinnel mostuk. Vakuumsikkátorban szárad paraffin P_2O_5 és nátrónmész felett. Színe fehér, súlya 7·7 gr.

Halogén:

- I. $0\cdot2272\text{ gr}:$ $13\cdot97\text{ cm}^3$ $n/10\text{ AgNO}_3=21\cdot8\%$ Cl,
 II. $0\cdot2544\text{ "}$ $15\cdot69\text{ "}$ " " $=21\cdot87\%$ " , középértékben $=21\cdot84\%$ Cl.

Foszfor:

$0\cdot3098\text{ gr}:$ $0\cdot0990\text{ gr Mg}_2P_2O_7=8\cdot91\%$ P $=28\cdot14\%$ H_3PO_4 .

3 gr terméket újból ætherrel és benzinnel kezeltünk. Rózsaszínes port kaptunk, súlya 2·5 gr.

Halogén:

I. $0\cdot1690\text{ gr.}:$ $11\cdot96\text{ cm}^3$ $n/10\text{ AgNO}_3=21\cdot65\%$ Cl.

A halogéntartalom a kezelésnél tehát nem változott,

VIII. Fenti mennyiségek. Reakció és feldolgozás teljesen a VII. szerint. Kapott termék 6 gr.

Halogén:

alkoholos-lúgos szappanosítással.

I. 0·2384 gr: 14·36 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 21·36\%$ *Cl*,

II. 0·2004 « 12·01 « « » = 21·25 « », közép-
értékben = 21·30% *Cl*.

Halogénlehasítás: 20 cm³ alkohol + 20 cm³ vízben oldva:

1. közvetlenül, hidegen titrálva:

0·2424 gr: 6·21 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 9·08\%$ *Cl*.

2. 1/2 órás melegítés, vízfürdőn, utána hidegen titrálva:

0·1972 gr.: 8·95 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 16·09\%$ *Cl*.

3. 1 órás melegítés:

0·1448 gr: 6·63 cm³ *n*/10 $AgNO_3 = 16·23\%$ *Cl*.

Redukció:

1. közvetlen:

0·3844 gr: 1·48 cm³ *n*/10 $KMnO_4 = 1·24\%$.

2. 50%-os vizes-alkoholban 5%-nyi kénsavval való forralás után:

0·5154 gr: 4·7 cm³ *n*/10 $KMnO_4 = 2·87\%$.

Forgatás alkoholban:

A termék elég nehezen oldódik alkoholban, kevés opalizáló anyag marad vissza, szűrni pedig nem lehet. Ezért állni hagytam, 2 nap alatt az oldat kitisztult, miközben igen kevés anyag ülepedett le.

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = - \frac{2·68^\circ \times 21·3492}{0·8254 \times 1·5196} = -45·56^\circ, \text{ alkoholban,}$$

48 órával az oldás után.

IX. 57 gr salicin

104 gr PCl_5 (2 molekula + 20% felesleg)

100 cm³ $POCl_3$.

A salicint leöntöttük az oxykloriddal. Négy egyenkint 26 gr-os részletben adagoltuk be a pentakloridot. Enyhe reakció közben megy oldatba a pentaklorid, csak a legutolsó részletből marad egy igen kis mennyiség oldatlan. Közben erős sósavfejlődés észlelhető, a reakciókeverék erősen buborékol és habzik. Közben a salicin oldatba megy. Az egész 20 perc alatt folyik le. Közben a keverék kb. 50°-ra melegszik fel. Ezután 50°-os vízfürdőben melegítjük és az elein, míg a salicin még nem oldódott fel teljesen és a keverék habzik, rázogatójuk. 1 óra hosszat áll 50°-on és $\frac{1}{2}$ órát 65°-on. Ezután üvegyapoton szűrjük. Elég lassan megy át. A világos-sárgásszínű tiszta szüredéket 600 cm³, Na-al szárított benzinbe öntjük. Kissé sárgás, ragacsos tömeg válik ki. 1 órai állás után leöntjük a benzint és 350 cm³ új benzinnel dolgozzuk át, míg lassan finom, jól ülepedő porrá megy szét. Leszívva kétszer benzinnel mossuk, utána 250 cm³ abszolút ætherrel dolgozzuk el. Egy éjszaka æther alatt áll. Az æthert másnap párszor megújítva, mindig újból átdolgozzuk a tömeget. Végül a leöntött æthert benzinnel pótolva leszívátjuk és benzinnel mosva, vakuumexsikkátorban szárítjuk paraffin, foszforpentoxid és nátronmész felett. A termék fehér, súlya 70 gr.

Alkohol és methylalkohol elég nehezen oldják, az oldat kissé opalizál. Aceton is nehezen oldja, kloroformban azonban elég jól oldódik, de szintén opalizáló oldatot ad.

Halogén:

I. 0·1984 gr: 11·51 cm³ n·10 AgNO₃=20·57% Cl,

II. 0·1996 " 11·75 " " " =20·87 " ", középértékben=20·72% Cl.

gravimetriken:

I. 0·2120 gr: 0·1758 gr. AgCl=20·25% Cl,

II. 0·1858 " 0·1528 " " =20·34 " ", középértékben 20·43% Cl.

Halogénlehasítás vízfürdőn melegítve vizes alkoholos oldatban:

1. 1 órai melegítéssel:

0·2118 gr: 8·94 cm³ n·10 AgNO₃=14·96% Cl.

2. 2 órai melegítéssel:

0·2280 gr: 9·64 cm³ *n* 10 $AgNO_3$ = 14·99% *Cl*.

Foszfor:

I. 0·1036 gr: 0·0352 gr $Mg_2P_2O_7$ = 9·47% *P*,

II. 0·1000 " 0·0336 " " = 9·36 " " , középértékben = 9·41% *P* = 29·7% H_3PO_4 .

Redukció:

1. Közvetlen:

0·9426 gr.: 4·20 cm³ *n*/10 $KMnO_4$ = 0·0132 gr glükóz = 1·40%.

2. 50%-os alkoholban 5%-nyi sóssavval való 2 órai forralás után:

0·7114 gr: 6·5 cm³ *n* 10 $KMnO_4$ = 2·9%.

Nátriumbikarbonátos termék:

5 gr. salicines terméket 40 cm³ acetonban oldottunk és 20 cm³ dest. vízben oldott 2 gr *Na*-bikarbonátot adtunk hozzá, apránként, rázogatas közben. Hozzáadása után a kongókék reakcióeltűnt. Ezután alacsony hőfokon vakuumban pároltuk be. Mindjárt kezdetben fehér anyag kezdett kiválni. Az aceton ledesztillálása után a fehér anyag szétoldozható vízben. A vizet párszor megújítva, teljesen porrá megy szét az anyag. Leszivatva és megszárítva, kissé sárgásszínű port kaptunk, súlya 3·2 gr.

A termék vizes aceton és alkoholban oldódik, de opalizáló oldatot ad. Szűrni nem lehet jól. Alkohol, víz, aceton, kloroform, benzol nem oldják. Halogén van benne.

Halogén:

vizes lúggal szappanosítva:

I. 0·2174 gr: 8·05 cm³ *n*/10 $AgNO_3$ = 13·13% *Cl*,

II. 0·2086 " 0·1124 gr. $AgCl$ = 13·13 " " , középértékben 13·23% *Cl*.

Foszfor:

I. 0·1024 gr: 0·0364 gr $Mg_2P_2O_7$ = 9·90% *P*,

II. 0·1038 " 0·0360 " " = 9·69 " " , középértékben = 9·79% *P* = 30·93% H_3PO_4 .

A termék nem redukál.

Brucinos termék:

4 gr salicines terméket acetonban oldva, alkoholban oldott brucint adtunk hozzá. A kiváló fehérszínű, pelyhes terméket leszívva, párszor alkohollal mostuk és vákuumexsikkátorban szárítottuk. Súlya 4 gr.

A termék a szokásos oldószerekben nem oldódik.

Halogén:

- I. 0·2304 gr: 0·0918 gr $AgCl$ = 9·85% Cl ,
 II. 0·2052 " 0·0796 " " = 9·59% " , középértékben = 9·72% Cl .

Foszfor:

- I. 0·1912 gr: 0·0520 gr $Mg_2P_2O_7$ = 7·58% P ,
 II. 0·2092 " 0·0556 " " = 7·41% " , középértékben = 7·48% P = 23·63% H_3PO_4 .

Nitrogén:

- I. 6·869 mgr: 0·123 cm^3 N , 21 C° , 752 mm = 2·06% ,
 II. 11·104 " 0·213 " " 20 " 752 " = 2·20%
 középértékben = 2·13%.

Salicin: $C_{13}H_{18}O_7$ = 286·14.

Salicinfoszfátklorid: $C_{13}H_{18}O_9PCl$ = 384·66.

Cl = 9·22% , P = 8·07% , H_3PO_4 = 25·49%.

Salicinfoszfátdiklorid: $C_{13}H_{17}O_{18}PCl_2$ = 403·12.

Cl = 17·59% , P = 7·70% , H_3PO_4 = 24·32%.

Salicinfoszfátriklorid: $C_{13}H_{16}O_7PCl_3$ = 421·58.

Cl = 25·23% , P = 7·36% . H_3PO_4 = 23·25%.

Salicindifoszfátklorid: $C_{13}H_{19}O_{12}P_2Cl$ = 464·69.

Cl = 7·63% , P = 13·35% , H_3PO_4 = 42·20%

Salicindifoszfátdiklorid: $C_{13}H_{18}O_{11}P_2Cl_2$ = 483·18.

Cl = 14·67% , P = 12·84% , H_3IO_4 = 40·58%.

Salicindifoszfátriklorid: $C_{13}H_{17}O_{10}P_2Cl_3 = 501.64.$

$Cl = 21.20\%$, $P = 12.37\%$, $H_3PO_4 = 39.10\%$.

2 salicin + 3 H_3PO_4 + 6 Cl - 4 H_2O - 6 OH :

$C_{26}H_{31}O_{16}P_3Cl_6 = 905.13.$

$Cl = 23.50\%$, $P = 10.28\%$, $H_3PO_4 = 32.50\%$.

Fenti vegy. 2 Cl -al. $C_{26}H_{35}O_{20}P_3Cl_2 = 831.32.$

$Cl = 8.53\%$.

Fenti vegy. 3 Cl -al: $C_{26}H_{34}O_{19}P_3Cl_3 = 847.77.$

$Cl = 12.51\%$.

Fenti vegy. 4 Cl -al: $C_{26}H_{33}O_{18}P_3Cl_4 = 868.22.$

$Cl = 16.33\%$.

A 4 Cl tartalmú vegyület brucinsója:

$C_{49}H_{59}O_{22}P_3Cl_4N_2 = 1262.45.$

$Cl = 11.23\%$, $P = 7.37\%$, $H_3PO_4 = 23.30\%$, $N = 2.22\%$

A 2 Cl tartalmú + 2 pyridin: $C_{36}H_{45}O_{20}P_3Cl_2N_2 = 989.41.$

$Cl = 7.17\%$, $P = 9.41\%$, $H_3PO_4 = 29.73\%$, $N = 2.83\%$.

Salicin difoszfátriklorid brucinsója:

$C_{38}H_{43}O_{13}P_2Cl_3N_2 = 895.86.$

$Cl = 11.87\%$, $P = 6.93\%$, $H_3PO_4 = 21.89\%$, $N = 3.13\%$.

Salicindifoszfátriklorid + 2 pyridin:

$C_{28}H_{37}O_{10}P_2Cl_3N_2 = 659.84.$

$Cl = 16.12\%$, $P = 9.41\%$, $H_3PO_4 = 29.72\%$, $N = 4.24\%$.

Candiolin Bayer:

3.00 gr-ot 100 cm³ 10%-os kénsavban oldunk hidegen. Fehér gipsz marad oldatlan. A világossárga színű oldatot erről redős szűrőn szűrtem.

Redukció:

5 cm³ oldat (0·151 gr) : 7·1 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 14·96%.

2 órai forralás után (10% sav).

10 cm³ oldat : 5·6 cm³ n/10 $MKnO_4$ = 5·86%.

A koncentrált sav eszerint árt az anyagnak. Ezért négysze-
resre hígítva, 2·5% savtartalommal, forraltuk:

2 órai forralás után : 5 cm³ : 9·20 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 19·67%.

4 " " " 5 " 8·35 " " " = 17·88%.

1 " " " 5 " 9·60 " " " = 20·59%.

Forgatása az eredeti oldatban : +0·12°/18 C°.

Dr KISS DÉNES segítségével végzett kísérletek:

Foszforpentaklorid hatása fruktózra.

4·5 gr fruktóz (vakuumban szárítva)

18 gr PCl_5

30 cm³ $POCl_3$.

A fruktózt az oxikloriddal leöntve hidegen, három részlet-
ben adtuk hozzá a pentakloridot. Az elegy kissé melegedett,
ezért vízzel hűtöttük, hogy a reakció szobahőn menjen végbe.
A sósavfejlődés megszűnte után az oldatot a nem oldódó részek-
ről leszűrve, 120 cm³ benzinbe öntöttük. A kivált terméket pár-
szor benzinnel, majd ætherrel mosva, leszivattuk és vakuumex-
sikkátorban megszáritottuk. Súlya 3·5 gr.

Halogén:

0·1500 gr : 0·1820 gr $AgCl$ = 30·01% Cl .

Halogénlehasítás: vizes oldatban vízfürdön 1 óra hosszat
melegítve:

0·1500 gr : 10·28 cm³ n/10 $AgNO_3$ = 24·30%.

Az anyagot újlag ætherrel kezelve.

0·1500 gr : 0·1232 gr $AgCl$ = 20·31% Cl .

Halogénlehasítás: vízzel, 1 órai melegítés:

0·1500 gr : 6·84 cm³ n/10 $AgNO_3$ = 16·17% Cl .

Forgatás: alkoholban. A 30·01% *Cl* tartalmú termékből:

$$[\alpha]_D^{20} = -\frac{3\cdot74^\circ \times 12\cdot7355}{1\cdot0000 \times 0\cdot8491} = -56\cdot09^\circ.$$

48 óra múlva:

$$[\alpha]_D^{20} = -\frac{2\cdot05^\circ \times 12\cdot7355}{1\cdot00000 \times 0\cdot8491} = -30\cdot74^\circ, \text{ alkoholban.}$$

II. 4·5 gr fruktóz,
18 gr PCl_5
30 cm³ $POCl_3$.

A pentaklorid beadagolása és oldódása közben nem hűtöttük az anyagot, majd a sósavfejlődés (habzás) befejeződése után $\frac{3}{4}$ óra hosszat melegítettük 40°-on. Az oldatot leszűrve és fenti módon feldolgozva 3·5 gr terméket kaptunk.

Halogén:

0·1500 gr 0·2122 gr $AgCl$ = 34·99% *Cl*.

Halogénlehasítás: vízzel 1 órai melegítéssel:

0·1500 gr: 11·01 cm³ $n/10$ $AgNO_3$ = 26·03% *Cl*.

Foszfor:

0·1510 gr: 0·0820 gr $Mg_2P_2O_7$ = 15·14% = 48·00% H_3PO_4 .

A termék halogén tartalma folytatólagos ætheres kezelés mellett fokozatosan csökken, amint az a következő elemzésekből látható.

| | | | | | | |
|-------|------------|-----------|--------|--------|-------------|----------|
| I. | 0·1500 gr: | 0·1820 gr | $AgCl$ | = 30·3 | <i>Cl</i> . | (összes) |
| II. | 0·1500 | « | 0·1556 | « | « | = 25·66 |
| III. | 0·1500 | « | 0·1355 | « | « | = 22·33 |
| IV. | 0·1500 | « | 0·1211 | « | « | = 19·97 |
| V. | 0·1500 | « | 0·1000 | « | « | = 16·49 |
| VI. | 0·1500 | « | 0·0943 | « | « | = 15·55 |
| VII. | 0·1500 | « | 0·0796 | « | « | = 13·11 |
| VIII. | 0·1500 | « | 0·0766 | « | « | = 12·63 |

Az anyag súlya az utolsó kezelésnél már csak egy gramm. A termék egyre jobban nedvszívó lesz. A klortartalom csökkenése azzal magyarázható, hogy reakció közben keverék képződik, ebből a

jobban klorozott terméket az æther kioldja. Az ætheres oldatból erősen nedvszívó anyag nyerhető ki bepárlás után. Az ætheres oldatból szabad halogén nem mutatható ki.

Foszforpentaklorid hatása lævoglükózánra.

4·5 gr lævoglükózán,
18 gr PCl_5 ,
30 cm³ $POCl_3$.

Az utolsó részlet pentachlorid szemmelláthatóan nem ment oldatba. A reakció igen lanyha, melegedés alig érezhető. Kb. 20 percig tart. Az oldatot szűrve benzínbe öntöttük. Benzínes és ætheres kezelés után vákuumexsikkátorban szárítva, 25 gr terméket kaptunk, színe barnás.

Halogén:

0·1500 gr : 0·1638 gr $AgCl$ = 27·02% Cl .

Halogénlehasítás: vízzel 1 óra hosszát melegítve:

0·1500 gr : 9·15 cm³ $n/10$ $AgNO_3$ = 21·63% Cl .

Forgatás alkoholban:

$$[\alpha]_D^{20} = - \frac{271^\circ \times 128484}{08480 \times 08596} = -4776\%.$$

Redukció:

0·1000 gr.: 5·69 cm³ n $KMnO_4$ = 18%, glükózra számítva.

5%-os kénsavval való 2 órai forralás után a redukcióban változás nincsen.

Kísérleteket végeztünk arra vonatkozólag, hogy a vízzel lehasítható klor eltávolítása után keletkező terméket kinyerjük. Az erre vonatkozó kísérletek azonban eredménytelenek voltak. Úgyszintén nem sikerült a termék brucinvegyületét előállítani.

A kísérletek végrehajtásánál nagy segítségemre voltak CsÜRÖS ZOLTÁN és dr. KISS DÉNES urak, akiknek e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki. A kutatásokat az Országos Természet-tudományi Alap anyagi támogatásával végeztem.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1927 nov. 7.-én tartott üléséből.)

EINWIRKUNG VON PHOSPHORPENTACHLORID AUF FREIE KOHLENHYDRATE UND GLYKOSIDE.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. Mitglied der Akademie.

Es wird gefunden, daß Glykose in trockenem Zustande in Phosphoroxychlorid gelöst, von Phosphorpentachlorid leicht angegriffen wird, wobei keine Verkohlung stattfindet. Aus der Lösung lassen sich hochphosphorylierte Derivate gewinnen, die noch chlorhaltig sind. Die Zusammensetzung der Substanzen entspricht einer Glykosediphosphorsäure, die außerdem drei Chloratome enthält. Zweie der Chloratome lassen sich leicht abspalten, das dritte sitzt fest, und wird erst durch Alkalibehandlung entfernt. Salicin bildet unter ähnlichen Bedingungen ebenfalls ein hochphosphorhaltiges Produkt, das durch Hydrolyse mit Säuren keinen Zucker mehr liefert. Die Abhandlung erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, von 7. November 1927.)

A CELLOBIÓZBÓL KELETKEZŐ MAGASABB- RENDŰ SZÉNHIDRÁTRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Tizennyolc évvel ezelőtt EMIL FISCHER-rel közösen végzett kutatások alkalmával¹ azt vizsgáltuk, vajjon mi történik akkor, ha acetobromcellobiózt vízmentes oldószerben száraz ezüstcarbonát hatásának vetjük alá. Egy oxigénatómnak a két brómatóm helyére való bekapcsolódását és egy a trehalóztípushoz tartozó tetrasaccharid keletkezését vártuk. Ezzel szemben kaptunk ugyan egy magasabb molekulásúlyú terméket, amely azonban redukálóképességgel volt ellátva, keveréknek bizonyult és tekintve azt, hogy aránylag kevés anyag állott akkor belőle rendelkezésre, a munka eredménye hiányos maradt. A cellobióz-tanulmányokkal lévén elfoglalva, nagyobb mennyiségben állott rendelkezésemre nyersanyag, továbbá azóta a methodika is fejlődött és így most újra vizsgálat tárgyává tettem a reakciót körülbelül 10-szeres méretben dolgozva és részletesen követtem az előállításnál a különféle frakciók tulajdonságait. Az eredmény az volt, hogy a terméket igen sokszor, 13-szor átoldva sok forró alkoholból, egy termékhez jutni el, amelyben nem lehet szennyezésképpen hepta-acetylcellobióz a redukció okozója, hanem a redukció magához a termékhez tartozik, e szerint a reakció folyamán minden valószínűség szerint eltolódások történnek az acetylek helyzetében. Tény, hogy a molekulásúlymeghatározások alapján nagyjában hat cellobiózkomplexumból álló rendszer keletkezik, amelynek

¹ EMIL FISCHER u. GÉZA ZEMPLÉN: Berichte d. Deutschen Chemischen Gesellschaft 43,2536 (1910).

redukcióképessége 10 % szőlőcukornak megfelelő akkor, amikor az oktaacetylcellobiózé 37 %. Elszappanosítás után poralakban elkülöníthető az acetylmentes vegyület, amelyre jellegzetes, hogy hidrolízis után csak 65 % szőlőcukrot keletkeztet. Rendkívül hasonlít a termék azokhoz az anyagokhoz, melyek sav hatására vizes vagy vízmentes közegben a szabad szőlőcukorból keletkeznek és amelyek az izomaltóz mellett fellépnek (lásd előbbi értekezést az izomaltóizról).

Mivel a cellobióznak a BERTRAND-féle táblázatban megadott redukciós értékei nem bizonyultak megbízhatóknak, azért a rendelkezésemre álló tiszta cellobiózból megállapítottam ez értékeket. Ezeket táblázatba foglalva szintén közlöm.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

122 gr acetobromcellobiózt oldtam 270 cm³ abs. kloroformban és hozzáadtam 60 gr vákuumban foszforpentoxid felett szárított ezüscarbonátot. Azonnal erős szén-savfejlődés indul meg és a hőmérséklet 30° fölé emelkedik. Amikor a főreakció megszűnt, rázógépre tesszük és ott rázzuk tovább. Három óra múlva a szüredék brómmentes. Ekkor 150 cm³ alkohollal felhígítva, többször megszűrjük, míg az oldat ezüsthalogénmentes. További 120 gr ecetobromcellobiózt teljesen hasonlóképpen feldolgozva, a két szüredéket egyesítettem és így dolgoztam tovább:

Az oldatot vákuumban teljesen bepároltam és a maradékot 540 cm³ meleg alkoholban oldtam, majd hűtőkeverékben erősen hűtöttem. A folyadék egy része tésztávé tömörült, melyről az anyalúgot leöntöttem: *I. anyalúg.*

A maradékot 600 cm³ meleg alkoholban oldottam, majd a hűtőkeverékben kivált részről az anyalúgot ismét leöntöttem: *II. anyalúg.*

Az oldatlan részt 600 cm³ meleg alkoholban oldottam és éjszakán át állni hagytam. Reggelre olaj vált ki, melyet hűtőkeverékben megdermesztve, az oldatot ismét leöntöttem: *III. anyalúg.*

A maradékot 400 cm³ meleg alkoholban oldtam és hűtőkeverékben hűtöttem. Ez esetben már leszivatható csapadékot

nyertem és a *IV. anyalúgot*. Következik 600 cm³ meleg alkoholban való oldás, majd hűtőkeverékben való keverés közben a nehezen oldható anyag leválasztása, majd leszívátása: *V. anyalúg*.

A meleg alkoholból való átoldást még kétszer megismételtem, nyervén a *VI. és VII. anyalúgot*. Ezeket az anyalúgokat megvizsgáltattam; a vizsgálati adatok a következő táblázatban vannak összefoglalva:

A heptaacetylcellobióz redukiója = 33·4 % szőlőcukor.

Az így kapott 15 gr-nyi anyagból (*A. termék*) 8·1 gr-ot, melynek redukiója 8·90 % [0·2022 gr : 5·69 cm³ *n/10 KMnO₄*] további átoldással igyekeztünk megtisztítani.

VIII. átcsapás: 170 cm³ alkoholos oldatból kiválik 7·4 gr termék, redukiója 6·55 % [0·2 gr : 4·15 cm *n/10 KMnO₄*]. Oldatban marad 0·55 gr, száraz anyagnak redukiója 0·0565 gr. glükóznak felel meg. Mivel 100 gr heptaacetyltermék 33·4 gr glükóznak megfelelő redukiót mutat, a fenti 0·55 gr-ból csak 0·17 gr a heptaacetyltermék, a többi polisaccharid.

IX. átcsapás: 225 cm³ alkoholos oldatból kiválik 6·7 gr anyag 4·5 %-os redukióval [0·2 gr : 2·85 cm³ *n/10 KMnO₄*]. Oldatban marad 0·31 gr, melynek redukiója 0·061 gr glükóznak felel meg. A fenti számítás alapján tehát a 0·31 gr-ból csak 0·18 gr a heptaacetyltermék.

X. átcsapás: 230 cm³ alkoholos oldatból kivált 6 gr termék 5·45 % redukióval [0·2 gr : 3·5 cm³ *n/10 KMnO₄*]. Oldatban maradt 0·48 gr, melynek redukiója 0·042 gr glükóznak felel meg, vagyis az átszámítás szerint a 0·48 gr-ból 0·13 gr a heptaacetyltermék, a többi polisaccharid.

A tizedik átcsapás után nyert 6 gr anyagot még egymásután háromszor átcsaptam 200—200 cm³ alkoholból. Így 4·2 gr anyagot kaptam, melynek redukiója 10·28 % [0·2 gr : 6·5 cm³ *n/10 KMnO₄*]. Az anyalúgokból még 0·5 gr terméket tudtam elkülöníteni és ennek redukiója 10·5 % volt [0·2 gr 6·6 cm³ *n/10 KMnO₄*]. Az oldat ekkor még 0·8 gr terméket tartott oldva. Ennek 7·75 % volt a redukiója [0·2 gr : 4·9 cm³ *n/10 KMnO₄*].

Az *A* termék másik felét ötször 200—200 cm³ alkoholból csaptam át. Így 11·00 %-os redukióval 3·4 gr anyagot nyertem [0·2 gr : 6·9 cm³ *n/10 KMnO₄*]. Ezt a terméket ecetsavanhydrid és

nátriumacetáttal megacetyleztem. Kaptam 2·9 gr anyagot 6·35 % redukióval [0·2 gr: 4·05 cm³ *n*/10 *KMnO*₄].

Végül az összes anyalúgok bepárlása és újbóli átcsapása révén 1·3 gr szilárd termékhez jutottam, oldatban maradt még 14 gr, melyet megacetylztünk. 10 gr acetyltermék keletkezett 22·5 %-os redukióval [0·2 gr: 13·6 cm³ *n*/10 *KMnO*₄].

A 13-szor átcsapott terméket, melynek redukiója 10·28 % volt, megvizsgáltuk:

Olvaspontja: 130 — 135° közt. Nem éles.

Molekulasúlya: RAST szerint 1740.

$$M = 40 \frac{0.0112 \times 1.000}{0.1144 \times 2.250} = 1740.$$

Forgatás kloroformban:

$$[\alpha]_D^{15^\circ} = + \frac{1.80^\circ \times 24.9795}{2.8040 \times 1.4645} = + 10.94^\circ$$

A termék acetonban, æthylacetátban, benzolban, kloroformban, pyridinben és jégcetben már hidegen oldódik. Alkohol, methylalkohol melegen oldja és lehűtve az oldatból kiválik. Víz, æther és petrolæther nem oldja. A terméket elszappanosítottuk. E célból 2·8 gr anyagot 10 cm³ kloroformban oldtunk és 0·56 gr fém nátrium 10 cm³ methylalkoholos oldatával hoztuk össze erős hűtés mellett. Nem válik ki addiciós termék. A nyert terméket vízzel oldottuk ki és a vizes oldatot megsavanyítás után bepárloltuk. Melegen a száraz maradék oldódik sok abszolút alkoholban, lehűtve kiválik a termék. A termék eleinte higroszkópos, vákuumexsikkátorban megszáritva azonban, elveszti ezen tulajdonságát. A nyert termék súlya 1·13 gr.

Az elszappanosított termék tulajdonságai:

Redukciója 14·0 % [0·1 gr: 4·47 cm³ *n*/10 *KMnO*₄]. 5 %-os sósavas hidrolízis után 64·8 % [0·0500 gr: 9·95 cm³ *n*/10 *KMnO*₄].

Forgatása vízben:

$$[\alpha]_D^{16.5^\circ} = + \frac{0.38^\circ \times 10.3566}{0.4388 \times 1.0132} = + 8.85^\circ$$

Forgatás 15 órás állás után nem változott.

5 %-os sósavval hidrolizálva a forgatás: (fajsúly és összsúly helyett az oldat térfogatát állapítottam meg: 13 cm³)

$$[\alpha]_D^{16} = + \frac{0.93^\circ \times 13}{0.4388} = + 27.55^\circ$$

A cellobióz redukciós tabellája:

| | |
|--|---------------|
| 30 mgr cukor fogyaszt: 6.94 cm ³ n/10 KMnO ₄ -ot = | 44.12 mgr Cu. |
| 40 " " " 9.30 " " " = | 59.12 " " |
| 50 " " " 11.63 " " " = | 73.93 " " |
| 60 " " " 13.84 " " " = | 87.98 " " |
| 70 " " " 16.08 " " " = | 102.22 " " |
| 80 " " " 18.47 " " " = | 117.47 " " |
| 90 " " " 20.61 " " " = | 131.02 " " |
| 100 " " " 22.78 " " " = | 144.82 " " |

Fenti kísérletek elvégzésénél nagy segítségemre volt Dr. Kiss DÉNES okl. vegyészmérnök úr, kinek ez úton mondok hálás köszönetet.

A kutatást az Országos Természettudományi Alap anyagi támogatásával végeztem.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 dec. 5-én tartott üléséből.)

ÜBER DAS AUS CELLOBIOSE ENTSTEHENDE HÖHERE KOHLENHYDRAT.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. Mitglied der Akademie.

Verfasser untersuchte nochmals eingehend die in größerem Maßstab ausgeführte Umsetzung der Acetobromcellobiose in Chloroformlösung mit Silbercarbonat und fand, daß die dabei entstehende hochmolekulare Substanz ein Reduktionsvermögen besitzt, das nicht mit einer Beimengung von Heptaacetylcellobiose erklärt werden kann. Die Substanz erinnert in seinen Eigenschaften an die höheren Kohlenhydrate, die bei der Einwirkung von Säuren auf Glykose entstehen. Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 5. Dezember 1927.)

KUTATÁSOK AZ IZOMALTÓZRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA rendes tagtól.

A szőlőcukornak koncentrált sósavval való kezelése, a sósavnak eltávolítása, a változatlan szőlőcukor elerjesztése és a maradéknak alkohollal, illetőleg ætherrel való szétfracionálása útján EMIL FISCHER 37 év előtt egy anyagot különített el, mely az oszazonpróbánál és hidrolízis alkalmával úgy viselkedett, mint egy diszaharid és ezért az izomaltóz nevet nyerte.¹ Magát a cukrot sem szabad állapotban, sem valamiféle más származéka alakjában kristályosan elkülöníteni nem sikerült. Dacára annak, hogy számos kutató a FISCHER-féle eredeti észlelésen elindulva foglalkozott a tárggyal, az izomaltóz kérdés úgyszólván ugyanabban az állapotban maradt meg, mint ahogy azt felfedezője kidolgozta. Bonyolította a feladat megoldását, hogy izomaltóznak neveztek el számos, az izomaltózzal semmiféle összefüggésben sem levő anyagot, így például a keményítő diasztatikus vagy savas hidrolízisénel fellépő dextrineket, miért is nagy fogalomzavar támadt az irodalomban, hogy a FISCHER-félével melyik azonos a sokféle izomaltóz közül. Legújabb időben AMÉ PICTET nagyszabású kísérleteket folytatott és alapos irodalomrevíziókat is végeztetett, hogy a sokféle, izomaltóz elnevezés alatt szereplő anyagoknak egymással való azonosságát vagy különbözőségét kideríttesse. Ezek a vizsgálatok «ALFRED GEORG: Sur l'Isomaltose» címen megjelent genfi doktori disszertációban vannak összefoglalva. PICTET egyrészt igyekezett előállítani, lehetőleg tisztán, a

¹ E. FISCHER: Berichte 23,3687 (1890); 28,3024 (1895).

FISCHER-féle izomaltózt oly módon, hogy egyrészt azokat, a változatlan szőlőcukor elterjesztése után nyert szirupokat, melyekből E. FISCHER az izomaltoszazont választotta le, rendszeres, oldószerekkel való frakcionálásnak vetette alá, másrészt oly módon, hogy a szirupokat, víztelenítés után megacetilezte és az acetilvegyületeket igyekezett egymástól, oldhatóságuk különbözősége alapján addig szétválasztani, míg oly egységes frakciókhoz jut, melyekből elszappanosítás útján lehetőleg tiszta izomaltózt nyerhet. Nézete szerint, különösen a második megjelölt úton sikerült is neki az izomaltózt, bár nem kristályos állapotban, de egységesen és tisztán kinyernie. Szerinte a legtisztább izomaltóz amorf gyengén cukros ízű fehér por, melynek forgatóképessége vizes oldatban $+98.4^{\circ}$, redukálóképessége a szőlőcukorhoz mérve 42.5 %, feniloszazonjának bomlásponjtja 160° és feniloszazonjának forgatóképessége abszolút alkoholban $+23^{\circ}$. Tekintve azt, hogy PICTET az izomaltóz szerkezetét is tanulmány tárgyává tette,¹ de pozitív eredmény nélkül, meg szerettem volna állapítani az izomaltóz szerkezetét a már több esetben bevált lebontás módszerével.²

Ebből a célból — GERECS ÁRPÁD vegyészmérnöknek munkálataimba való bekapcsolásával — igyekeztem a PICTET-féle izomaltózt, illetőleg annak acetilvegyületét oly mennyiségekben előállítani, hogy az a lebontás műveletének alávethető legyen. A PICTET-féle előírások alapján meg is kaptam az ott említett tulajdonságú frakciókat, ezeknek a frakcióknak részletes tanulmányozása azonban arra az eredményre vezetett, hogy még a PICTET-féle izomaltóz is keverék kell hogy legyen. Ezt a nézetemet a következő tényekkel támasztom alá. Már a PICTET-féle állandóknál, melyeket említettem, feltűnő az izomaltóz alacsony redukálóképessége, amely minden eddig ismert, két szőlőcukormolekulából felépített diszaharidénál jóval kisebb. Elméletileg nagyjából az volna várható, hogy két molekula szőlőcukorból felépített diszaharidnak a redukciója kereken 50 %-a legyen a

¹ ALFRED GEORG és AMÉ PICTET: *Helvetica chimica Acta* 9,612 (1926).

² ZEMPLÉN GÉZA: *Math. és Term. Ért.* 43,111 (1926).

szőlőcukorénak. Tapasztalat szerint azonban, az izomaltóz esetétől eltekintve, mindegyiknek lényegesen magasabb a redukciója és legtöbbször 55 és 70 % között változik. Igaz ugyan, hogy mivel a redukciónál bonyolult és nem jól ismert oxidációs jelenségek is fellépnek, a PICRET-féle alacsony redukciós érték az izomaltózza nézve nem lehetetlenség, de nem is valószínű. Ezt a nézetemet erősen alátámasztja az izomaltóznak savakkal való szétbontása után talált, feltűnően alacsony, redukciós érték, amely, úgy látszik, PICRET figyelmét teljesen elkerülte. Pedig a hidrolízis utáni redukciós érték a várható szőlőcukor mennyiségnek 80 %-át sem üti meg. A hidrolízis előtti és utáni redukciós érték megállapítása világosan mutatja, hogy a PICRET-féle izomaltóz kereken 20 %-nyi olyan anyagot tartalmaz, amely sav hatására nem ad szőlőcukrot. E mellett szólnak azok a kísérletek, amelyek az izomaltóznak az oximon keresztül az acetilezett izomaltóbionsavnitrillé való átalakítását célozták. A legtisztább izomaltóz-frakciókból is csak olyan készítményeket tudtam elkülöníteni, amelyek a számított nitrilmennyiségnek csak maximumán 40—43 %-át tartalmazták. A többi diszaharidra alkalmazva az acetilezett nitrillé való átalakítást, mindig 50 %-ot jóval meghaladó készítményeket nyerhetünk, minden különösebb nehézség nélkül. Ez a tény is azt bizonyítja, hogy a PICRET-féle izomaltóz még nem tiszta termék, hanem kereken 20 % izomaltózt tartalmaz. Természetes, hogy az izomaltóbionsavnitrilnek ily alacsony nitriltartalma mellett a lebontás művelete, dacára annak, hogy azt igen sokszor és különféle körülmények közt ismételtük meg, tökéletlenül folyt le és többszöri egymásutáni megismétlés mellett sem nyújtott olyan támpontot, amelyből a lebontásnál keletkező terméket főbb vonásaiban is felismerhettem volna.

Mivel az izomaltózszirupokban, amint azt PICRET kimutatta, gentiobióz is foglaltatik, nem lehetetlen, hogy az izomaltóz a gentiobióznak megfelelő α -kötésben megjelenő 1—6 — glykosido — glykóz. Mivel a gentiobiózredukciós tabellája eddig nem volt pontosan ismeretes, készítettem egyet, ahol a szabad gentiobióz értékei a teljesen tiszta oktaacetylgentiobióz bemérésekből vannak számítva.

Az a gondolatom támadt, hogy hátha vízmentes közegben sósav hatására a szőlőcukormolekuláknak egymáshoz való kapcsolódása könnyebben fog lefolyni és talán olyan reakcióelegyet kapok, amelyekből könnyebben lehet a tiszta izomaltózt előállítani: ezért jégecetben oldott szőlőcukrot vetettem alá száritott sósav hatásának. A reakciókeveréknek rendszeres szétbontása azonban nem vezetett az izomaltózhhoz hasonló tulajdonságú anyag elkülönítéséhez, mert jégecetes oldatban más természetű vegyületek keletkeznek. E szerint a tiszta izomaltóznak az elkülönítését mégis csak az eredeti FISCHER-féle reakciókeverékben kell a módszerek tökéletesítésével megtalálni.

A KÍSÉRLETEK LEÍRASA.

Az izomaltóz-szirupokat, amelyekből tovább indultam a PICTER-féle előírás szerint nyertem a következőképpen :

100 gr vegytiszta szőlőcukrot 400 gr 1·2 fajsúlyú sósavban oldottam és az oldatot három napig jégsezkrényben hagytam állni. Az oldatot ezután ólomkarbonáttal semlegesítjük le és a szüredékből a még oldatban levő ólomkloridot ezüstkarbonáttal való kezelés útján távolítjuk el. A szüredékből a csekély mennyiségben oldatba ment ezüstöt ammónkloridoldat segítségével távolítjuk el. A folyadék térfogata e közben a csapadékok kimosása folytán körülbelül 1 literre szaporodott fel. Hozzáadunk 10 gr friss élesztőt és néhány köbcéntiméternyi szokványos tápoldatot s erjedésre állítjuk be. A kiejedés után nyert oldatok szolgálták a következő kísérletekhez.

A számos végrehajtott kísérlet közül néhányat példaképpen leírok.

1. kísérlet.

Kiindulás 300 gr szőlőcukorból.

Az izomaltóz oldatot 100 cm³-re sűrítjük be vákuumban. Az oldathoz 600 cm³ 96 %-os alkoholt adunk részletekben, a dextrinek kicsapására. Ülepítés után az oldatot vákuumban bepárooljuk.

Acetilezés. A szirupot abszolút alkohollal való többszöri be-
párlás után 100 gr nátriumacetát és 500 cm³ ecetsavanhidriddel
megacetilezzük. A vízbeöntésnél kivált acetilterméket egy napi
állás után kloroformban oldjuk, az oldatot többször vízzel mos-
suk, szárítjuk és szűrjük.

Frakcionálás. A kloroformos oldatot vákuumban vastag
olajra pároljuk be, 50 cm³ 96 %-os alkoholban oldjuk és 150 cm³
æthert adunk hozzá. Az oldathoz ezután részletekben 100 cm³
benzint adunk, mire sűrű sötét olaj válik ki. Ülepítés után az
oldat tisztáját leöntjük, az olajat 200 cm³ ætherrel átrázzuk, a
szennyezések nem oldódnak. Ülepítés után az oldatot leöntjük
és egyesítjük az előbbi æther-benzines oldattal. Az oldatban
73·2 gr anyag van. Redukálóképessége 16·5 % szőlőcukorra szá-
mitva. Ebből számítva 77·1 %-os izomaltózácetát az anyag, ha
elfogadjuk az izomaltózra a 42·5 %-os kezdeti redukciót.

Elszappanosítás. Az egyesített æther-benzines oldatot váku-
umban szirupsűrűsége pároljuk, 140 cm³ kloroformban oldjuk
és 140 cm³ abs. methilalkoholban oldott 2·8 gr fémnátriummal
elszappanosítjuk. Az elszappanosított termék vizes oldatát ecet-
savval megsavanyítva, kis térfogatra pároljuk be vákuumban.

Oximezés. 10 gr sósavas hidroxilaminból készült hidroxil-
aminoldattal oximezzük a bekonzentrált vizes oldatot, egy óra-
hosszat melegítve 65°-on. Az oxim oldatát vákuumban szirup-
sűrűvé pároljuk és abs. alkohollal víztelenítjük.

Acetilezés. A szirupot 40 gr nátriumacetát és 230 cm³ ecet-
savanhidriddel megacetilezzük. A vízbeöntésnél kivált nitrilt egy-
napi állás után kloroformban oldjuk, az oldatot többször víz-
zel mossuk és szárítjuk. Az oldatban 47·5 gr anyag van.

Nitrilmeghatározás. 0·6186 gr (száraz maradék): 0·0424 gr
 $AgCN = 1·33\%$ $CN = 34·58\%$ nitril, oktaacetilizomaltobionsav-
nitrilre számítva.

Az acetilezésnél nyert vizes anyalúgot kloroformmal ki-
rázva, még 16·3 gr anyagot kapunk.

Nitrilmeghatározás. 1·1786 gr (száraz maradék): 0·0788 gr
 $AgCN = 1·29\%$ $CN = 33·73\%$ nitril.

2. kísérlet.

Kiindulás 300 gr szőlőcukorból.

Az izomaltózoldatot körülbelül 200 cm³-re pároljuk be. Az oximezés 20 gr sósavas hidroxilaminból készült hidroxilamin-oldattal történt. Az oxim oldatát vákuumban bepároljuk és víztelenítjük, majd 50 gr nátriumacetát és 400 cm³ ecetsavanhidriddel acetilezzük meg. A vízbeöntésnél kivált nitrilt kloroformban oldjuk és vastag olajsűrűsége pároljuk be.

Frakcionálás. Az olajat abszolút ætherben oldjuk. További — összesen 200 cm³ — æther hozzáadására zöldesbarna olaj valik ki. Az oldatot leöntve, az olajat még 100 cm³ abszolút ætherrel rázzuk át. Üllepítés és leöntés után a két ætheres oldatot egyesítjük.

Nitrilmeghatározás. 0·5768 gr : 0·0568 gr AgCN = 1·91% CN = 50%-os nitril. Az oldatban 34·6 gr anyag van.

Nitrilmeghatározás: a frakcionálásnál kicsapott olajból, 0·5612 gr : 0·0460 gr AgCN = 1·59% CN = 41·37%-os nitril.

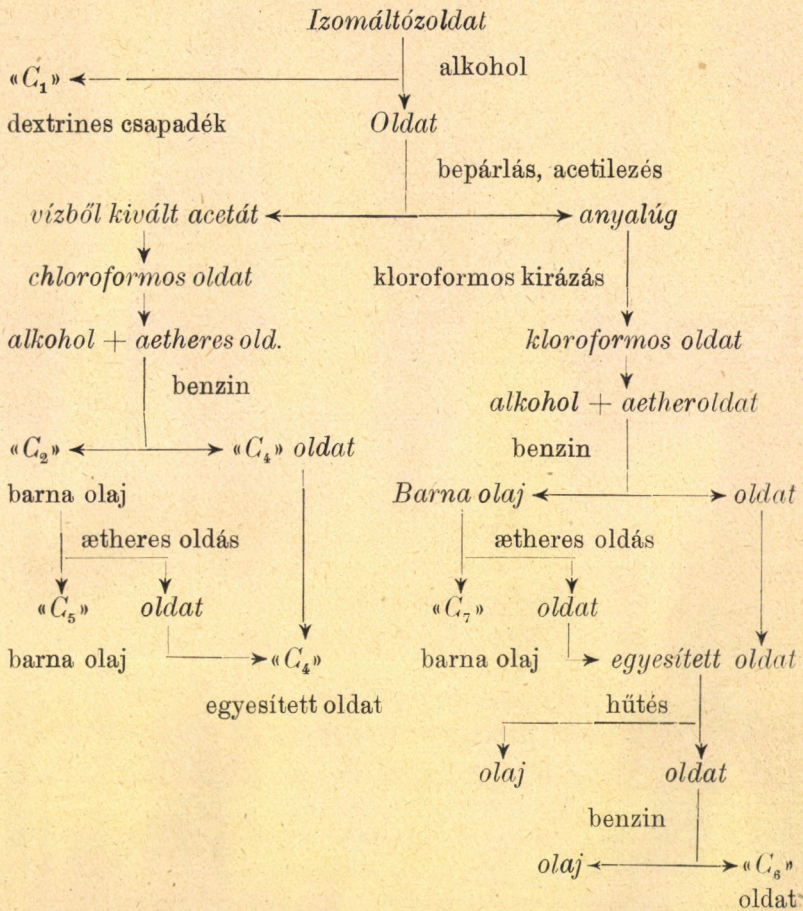
Lebontás. Az ætheres oldatot szirupsűrűsége pároljuk be és 100 cm³ kloroformban oldva, nátriummethiláttal bontjuk le. A lebontott cukor vizes oldatát bepároljuk és víztelenítjük.

Acetilezés. 150 cm³ ecetsavanhidrid és 30 gr nátriumacetáttal acetilezzük meg a szirupot. Egynapi állás után kivált acetátot kloroformban oldjuk. Vízrel kimosva és megszáritva, az oldat térfogata 130 cm³. A szennyezéseket 350 cm³ benzinnel csapjuk ki, ezek sötétbarna olaj alakjában válnak ki. A leöntött oldatot besűrítés után alkoholban oldjuk.

Nitrilmeghatározás. 0·4696 gr : 0·0144 gr AgCN = 0·596% CN = 15·47% a változatlan nitril a lebontott és acetilezett termékben.

3. kísérlet.

Kiindulás 300 gr szőlőcukorból. A belőle nyert izomaltóz-oldatot a következő táblázat szerint frakcionáltuk.



Az izomáltózoldatot körülbelül 150 cm³-re pároljuk be. A dextrinek kicsapására annyi alkoholt adunk az oldathoz, hogy 80%-os alkoholos oldatot kapjunk. A dextrin csapadék: «C₁».

Az oldatot szirupra párolva és abszolút alkohollal szárítva 60 gr nátriumacetát és 300 cm³ ecetsavanhidriddel acetilezzük meg. A vízből kivált acetátot kloroformban oldjuk és vákuumban bepároljuk. Az így nyert szirupot 40 cm³ alkohol és 120 cm³ abszolút æther elegyében oldjuk, majd 100 cm³ benzinnel elegyítjük. Barna olaj válik ki, ezt ülepités után elkülönítjük. A kivált olajat még 100 cm³ ætherrel rázzuk ki és az ülepités után le-

öntött oldatot az előbbi æther-benzines oldattal elegyítjük : « C_4 » oldat.

Az oldatban 16·5 gr acetát van.

Redukció 10·9 %, szőlőcukorra számítva. Ebből számítva az anyag 79·1 %-os izomáltózacetát, az izomáltóz redukcióját 42·5 %-nak véve.

Az acetilezésnél nyert anyalúgnak fenti vázlat szerint való kezelésével kapjuk a « C_6 » oldatot. Az ebben oldott acetát redukálóképessége 10·7 %, ebből számítva az anyag 50·2 %-os izomáltózacetát.

A « C_1 » dextrines csapadékot 200 cm³ methylalkohollal melegítjük. Az ülepítés közben lehült oldatot leöntve, vákuumban bepároljuk és 60 gr nátriumacetát és 300 cm³ ecetsavanhidriddel megacetilezzük. A vízből kivált acetátot kloroformban oldjuk, vízzel mossuk, vákuumban bepároljuk és 70 cm³ alkohol és 100 cm³ abszolút æther elegyében oldjuk. A szennyezéseket 110 cm³ benzinnel csapjuk ki. Ülepítés után leöntjük az oldatot — « C_1 » oldat — melyben 51·3 gr acetát van.

Redukció : 15·4 % szőlőcukornak felel meg. Ebből számítva az anyag 71·8 %-os izomáltóz, az izomáltóz 42·5 %-os kezdeti redukciója alapján számítva.

A « C_1 » és « C_4 » oldatokat egyesítve, vákuumban pároljuk be. A kloroformot és a petrolæthert vákuumban abszolút alkohollal üzzük el. A szirupot 300 cm³ alkoholban oldjuk.

Elszappanosítás. 50 gr kristályos báriumhidroxidot 100 cm³ vízben oldunk és jég-hűtés alkalmazása mellett hozzákeverjük az izomáltózacetát oldatát. A kivált cukrot vízzel oldatba visszük, a báriumot híg kénsavval kicsapjuk, a szüredékből a felesleges kénsavat tökéletesen leválasztjuk. A szüredéket vákuumban bepárolva, az ecetsavat abszolút alkohollal lehetőleg teljesen elüzük és a szirupot 100 cm³ vízben oldjuk. 23 gr sósavas hidroxilaminból nyert szabad hidroxilamin oldatával oximmé alakítjuk egy órai 65°-on való melegítés útján, majd az oldatot vákuumban bepárolva, víztelenítjük és 30 gr nátriumacetát és 150 cm³ ecetsavanhidriddel megacetilezzük. A vízbeöntésnél kiváló nitrilt kloroformban oldjuk, vízzel mossuk és klorkalciummal szárítjuk.

A „ D_1 », „ D_2 » és „ D_3 » oldatokat egyesítve, körülbelül 300 cm³-re pároljuk be. 40 gr sósavas hidroxilaminból készített szabad hidroxilaminoldattal megoximezzük, az oldatot vákuumban sziruppá pároljuk és abszolút alkohollal vízmentesítjük, majd 130 gr nátriumacetáttal és 650 cm³ ecetsavanhidriddel megacetilezzük. A vízbeöntésnél kiváló nitril többszöri vízcserevel megszilárdítható és szétoldozható. Kloroformban oldva, vízzel mossuk és klor-kalciummal szárítjuk meg.

Nitrilmeghatározás. 0·3108 gr (száraz maradék) : 0·0272 gr $AgCN = 1·70\%$ $CN = 44·16\%$ -os nitril.

Frakcionálás. A kloroformos oldatot szirupsűrűségűre párolva, abszolút ætherben oldjuk és addig adunk hozzá abszolút æthert, míg több barna olaj már nem válik ki. Ehhez 300 cm³ szükséges. Ülepítve leöntjük, az olajat még 100 cm³ ætherrel rázzuk ki és a két ætheres oldatot egyesítjük. Az oldatban — „ D_7 » — 69·3 gr anyag van.

Nitrilmeghatározás. 0·3304 gr (száraz maradék) : 0·0288 gr $AgCN = 1·69\%$ $CN = 43·98\%$ -os nitril, a tisztítás tehát nem emeli a nitrilszázalékot.

Lebontás. A „ D_7 » oldat felét bepároljuk és 25 cm³ kloroformban oldjuk, majd 60 cm³ absz. methilalkoholban oldott 3·6 gr fémnátriummal lebontjuk. A lebontott termék vizes oldatát ecetsavval megsavanyítva, vákuumban szárazra pároljuk és víztelenítjük. A maradékot 20 cm³ methilalkolban oldjuk és 150 cm³ abszolút alkoholba öntjük, mire csapadék válik ki. Az oldatot róla leöntve, újabb 50 cm³ abszolút alkohollal dolgozzuk át, mire megdermed. Az anyag világossárga, nedvszívó, jelése „ D_9 ».

A leöntött alkoholos anyalúgot bepároljuk és 150 cm³ abszolút alkoholba öntjük. Az alkoholt többször cseréljük, míg az anyag megdermed, a termék sárga, nedvszívó, jele „ D_{10} ».

Forgatóképesség: „ D_9 » anyagból:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{4·39^\circ \times 16·4094}{1·0339 \times 1·3446} = + 51·82^\circ, \text{ vízben.}$$

Redukció: 0·1694 : 6·70 cm³ $n_{10} KMnO_4 = 12·57\%$ -a a szőlőcukor redukciójának, *hidrolízis előtt.*

Hidrolízis után (5 %-os sósavval két órán át forralva): 0·0847 gr : 12·31 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 47·70 %, a szőlőcukor redukcióját 100-nak véve.

Nitrilmeghatározás. 0·8472 gr : 0·0288 gr $AgCN$ = 0·66 % C:N = 17·15 % nitril, mely maradt lebontatlanul.

« D_{10} » anyag:

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{3 \cdot 11^\circ \times 17 \cdot 1276}{1 \cdot 0287 \times 1 \cdot 0616} = + 48 \cdot 78^\circ, \text{ vizben.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·1275 gr : 6·40 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 15·92 %, hidrolízis után (5 %-os sósav, két órai forralás):

0·9637 gr : 9·46 cm³ n 10 $KMnO_4$ = 48·04 % redukció.

Nitrilmeghatározás. 0·6376 gr : 0·0218 gr $AgCN$ = 0·66 %, C:N = 17·25 % nitril maradt lebontatlanul.

Lebontás. A « D_7 » oldat második felét 60 cm³ absz. methilalkoholban oldott 3·6 gr fémnátriummal szappanosítjuk el. A lebontáshoz előbb vákuumban bepároljuk és 30 cm³ kloroformban oldjuk. A lebontott termék vizes oldatát ecetsavval meg-savanyítva bepároljuk, a maradékot alkoholos vízben oldjuk és 100 cm³-re töltjük.

Nitrilmeghatározás. 0·6004 gr (száraz maradék 2 cm³-ből): 0·0194 gr $AgCN$ = 0·63 C:N, tehát 16·3 % nitril maradt lebontatlanul.

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·1200 gr : 4·29 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 8·59 % szőlőcukornak megfelelő; hidrolízis után (5 %-os sósav, két órai forralás):

0·0600 : 6·99 cm³ n 10 $KMnO_4$ = 37·17 %-os redukció.

Hogy megtudjuk, keletkezett-e egyáltalában egy arabinóz tartalmú diszacharid, a sávval való főzés után a diphenylhidrazon-próbát végeztük el. A próba negatív volt, talán azért, mert a sok idegen anyag megakadályozta a hidrazon leválását.

Másodszori acetilezés és lebontás. A lebontott cukor alkoholos-vizes oldatát bepároljuk, vztelenítjük, 30 gr nátriumacetát és

150 cm³ ecetsavanhidriddel megacetilezve vízbe öntjük, kloroformban felvesszük, vízzel mossuk és szárítás után vákuumban 30 cm³-re pároljuk be. A lebontás ugyanúgy történt, mint az első esetben.

A diphenylhydrazonpróba — hidrolízis után — ismét negatív volt.

Redukció:

hidrolízis előtt:

0·3064 : gr 7·69 cm³ n/10 KMnO₄ = 8·03 % szőlőcukornak megfelelő; hidrolízis után:

0·3064 gr : 17·98 cm³ n/10 KMnO₄ = 19·91 % redukció.

Nitril a kétszer lebontott termékben már nincs.

Furfuroolpróba. 1·0034 gr adott 0·0316 gr furfurolechloriglucidot, ez megfelel 0·0413 gr arabinóznak és 8·56 % glykoarabinóznak.

5. kísérlet.

Kiindulás 150 gr szőlőcukorból. Az ebből nyert izomáltózatot vákuumban szárazra pároljuk.

Az acetilezés 50 gr nátriumacetáttal és 500 cm³ ecetsavanhidriddel történt. Vízbeöntés után a kiváló termék azonnal megmerevedik. Leszivatva vízzel jól kimossuk és megszáritjuk. Súly 89 gr.

Frakcionálás:

89 gr acetiltermék

450 cm³ ætherrel hidegen kioldva

↓
maradék

200 cm³ benzolban oldva a benzolt vákuumban elhajtjuk, a maradékot 200 cm³ forró abszolút alkoholban oldjuk

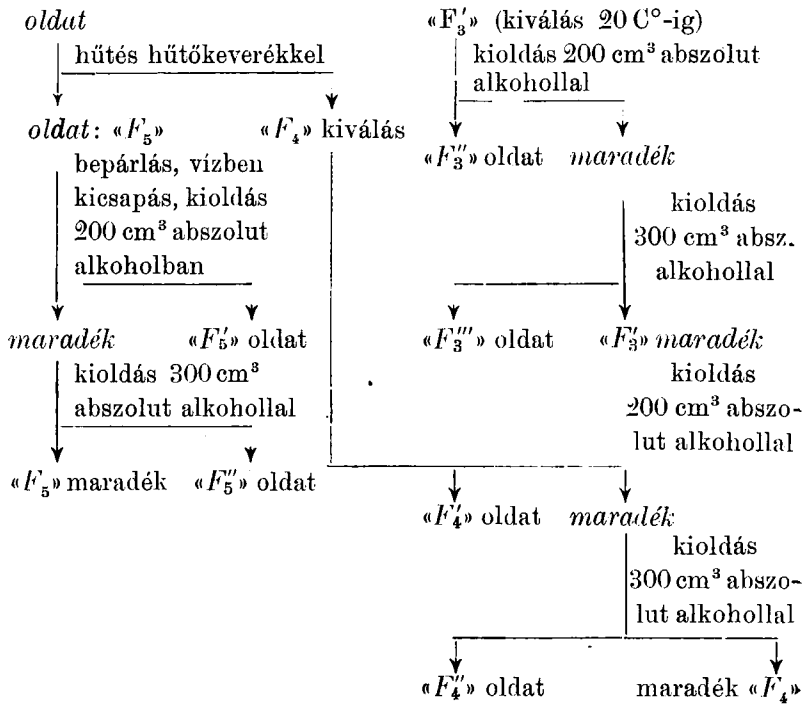
↓
oldat (200 cm³)

hűtés 20 C°-ig

↓
oldat

↓
1. oldat (feldolgozást lásd a 13. oldalon)

↓
«F₃'» (kiválás 20 C°-ig)

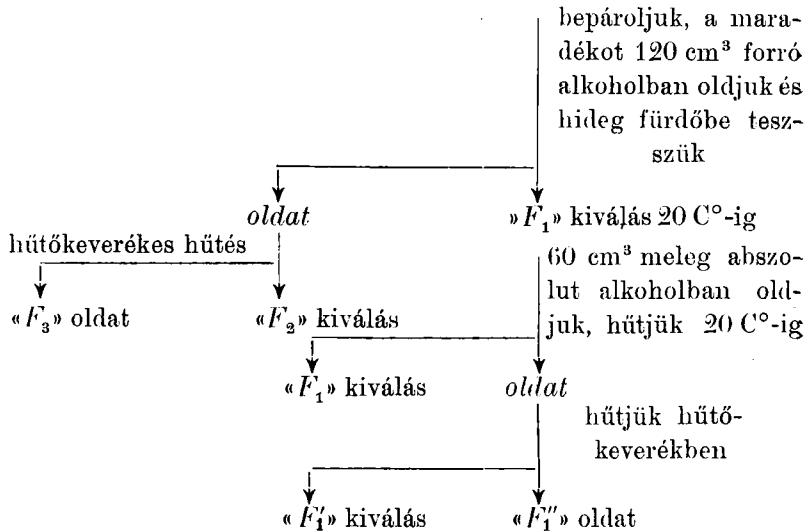


I. oldat (lásd a 12. oldalon)

5 cm³ benzín

színező anyagok

oldat



Az F'_4 és az F''_4 frakciókat vízbeöntéssel kicsapjuk és megszáritjuk.

F'_2 frakció: — 7 gr —

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{4 \cdot 68^\circ \times 13 \cdot 6930}{0 \cdot 9069 \times 0 \cdot 7882} = + 89 \cdot 65^\circ \text{ benzolban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: $0 \cdot 1094 \text{ gr} : 6 \cdot 60 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 19 \cdot 20 \%$ redukció, szőlőcukorra számítva,

hidrolízis után: (5 % sósav, kétórai forralás):

$$0 \cdot 0970 \text{ gr} : 10 \cdot 74 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 36 \cdot 08 \%$$

Szabad cukorra számítva a redukciókat: 38'04, illetőleg 71'51 %.

F'_1 frakció: — 4 gr —

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{19 \cdot 5^\circ} = + \frac{3 \cdot 37^\circ \times 13 \cdot 8010}{0 \cdot 9040 \times 0 \cdot 5594} = + 91 \cdot 97^\circ, \text{ benzolban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: $0 \cdot 1256 \text{ gr} : 7 \cdot 48 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 19 \cdot 03 \%$.

hidrolízis után: (5 % sósav, kétórai forralás):

$$0 \cdot 0968 \text{ gr} : 11 \cdot 67 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 39 \cdot 46 \%$$

Szabad cukorra számítva a redukciókat: 37'71, illetőleg 78'21 %.

F'_1 frakció: — 16 gr —

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{3 \cdot 99^\circ \times 13 \cdot 4638}{0 \cdot 8971 \times 0 \cdot 6074} = + 98 \cdot 58^\circ, \text{ benzolban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: $0 \cdot 1546 \text{ gr} : 8 \cdot 77 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 18 \cdot 24 \%$,

hidrolízis után: $0 \cdot 0988 \text{ gr} : 9 \cdot 21 \text{ cm}^3 n/10 \text{ KMnO}_4 = 30 \cdot 07 \%$.

F''_4 frakció: — 4 gr —

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{21.5^\circ} = + \frac{3.64^\circ \times 13.4682}{0.5440 \times 0.8973} = + 100.4^\circ, \text{ benzolban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0.1522 gr : 6.65 cm³ n 10 KMnO₄ = 13.9 %,

hidrolízis után: 0.1026 gr : 8.82 cm³ n 10 KMnO₄ = 27.68 %.

A frakciókat vízbe öntve vagy vízzel eldörzsölve, hozhatjuk leszívatható formába.

Az F₂ és F₁ frakciókat egyesítjük. — 11 gr. —

Elszappanosítás: alkoholban oldva báriumhidroxiddal szappanosítunk. A bárium és kénsavmentes szüredéket vákuumban szárazra pároljuk be, az ecetsavat abszolút alkohollal lehajtjuk és a maradékot 20 cm³ vízben oldjuk. Az oximezés 2 gr sósavas hidroxilaminból készített oldattal történik. Az oxim oldatát vákuumban szárazra pároljuk és abszolút alkohollal vízmentesítjük.

Acetilézés. 6 gr nátriumacetát és 30 cm³ ecetsavanhidriddel. Oldódás után még másfél óra hosszat tartjuk 90°-os vízfürdőben. Vízbeöntés után a kivált nitrilt kloroformban oldjuk, az anyalúgot is kirázzuk kloroformmal és a két oldatot egyesítjük.

Nitrilmeghatározás:

0.4734 gr : 0.0360 gr AgCN = 1.48 % CN = 38.38 %-os nitril.

Kísérletek jégcetetes közegben, sósavval.

1. kísérlet.

50 cm³ jégcetben, enyhe melegítés közben, 10 gr szőlőcukrot oldunk. Az oldatba száraz sósavgázt vezetünk. A bevezetés elején gyakran kevés szőlőcukor válik ki, ezt melegítéssel ismét oldatba visszük. 1—1 és fél óra múlva már hűthető az oldat a szőlőcukor kiválása nélkül. Az oldatot fokozatosan hűtjük, végén már jéggel is, de csak olyan mértékben, hogy kiválás ne történjék. Jéghűtés mellett telítjük az oldatot sósavgázzal és ezután 24 óra hosszat állni hagyjuk, jég szekrényben. Ezután vákuumban 40—45°-on lehajtjuk a sósav és jégcet nagy részét,

többször abszolút alkohollal pároljuk át és a maradékot 10 cm³ abszolút alkoholban oldva, 120 cm³ abszolút ætherbe öntjük. Sárgás, tésztaszerű tömeg válik ki. Az állás közben kitisztult ætheroldatot leöntjük, a csapadékot 10 cm³ abszolút alkoholban oldjuk és 80 cm³ ætherbe öntjük. Az anyag most szilárdan válik ki. Leszivatni nem lehet. Az æthert leöntve, az anyagot vákuumban szárítjuk meg. Termelés 2 gr: *I. Frakció.*

A kicsapásnál nyert két ætheres anyalúgot egyesítve, bepároljuk körülbelül 30 cm³-re és 120 cm³ petrolætherbe öntjük. Világossárga olaj válik ki. *II. Frakció.*

I. Frakció:

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{3 \cdot 78^\circ \times 12 \cdot 4554}{0 \cdot 7104 \times 0 \cdot 8215} = + 77 \cdot 90^\circ, \text{ abszolút alkoholban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·1144 gr : 7·68 cm³ n/10 KMnO₄ = 21·48 %,
hidrolízis után: 0·1110 gr : 22·17 cm³ n/10 KMnO₄ = 69·28 %, szőlőcukorra számítva.

$[\alpha]_D$ nem változik.

II. Frakció:

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20^\circ} = + \frac{2 \cdot 70^\circ \times 12 \cdot 7926}{0 \cdot 8117 \times 0 \cdot 8338} = + 51 \cdot 03^\circ, \text{ abszolút alkoholban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·2112 gr : 17·34 cm³ n/10 KMnO₄ = 27·70 %
hidrolízis után: 0·0518 gr : 6·26 cm³ n/10 KMnO₄ = 38·23 %.

36 órai állás után:

$$[\alpha]_D^{19^\circ} = + \frac{2 \cdot 42^\circ \times 12 \cdot 7926}{0 \cdot 8117 \times 0 \cdot 8336} = + 45 \cdot 74^\circ, \text{ abszolút alkoholban.}$$

A II. frakció 36 órai állás után kettévált:

1. sűrű szirup = II_a frakció.
2. oldat = II_b frakció.

II_a frakció:

$$[\alpha]_D^{18} = + \frac{2 \cdot 32^\circ \times 15 \cdot 6860}{1 \cdot 0180 \times 0 \cdot 7522} = + 47 \cdot 53^\circ, \text{ vízben.}$$

24 óra múlva:

$$[\alpha]_D^{19} = + 44 \cdot 86^\circ, \text{ vízben.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·2160 gr : 22·61 cm³ n/10 KMnO₄ = 36·24 %,
hidrolízis után: 0·0642 gr : 11·53 cm³ n/10 KMnO₄ = 58·72 %.

2. kísérlet.

100 cm³ jégcetben oldott 20 gr szőlőcukorból indultunk ki. A sósavas telítés után az oldat redukciója állás közben nem változik.

Az oldatot vákuumban besűrítve, többször benzollal pároljuk át. A maradékot 30 gr nátriumacetát és 150 gr ecetsavanhidriddel megacetilezzük. Reakció után egy óra hosszat hagyjuk vízfürdön. A vízbeöntésnél kivált acetátot forró alkoholban oldjuk, lehetőleg kevés alkoholt használva fel és az oldatot vízbe öntjük. Fehér acetát válik ki, súlya 10 gr.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{2 \cdot 07^\circ \times 17 \cdot 6870}{0 \cdot 8694 \times 0 \cdot 5536} = + 76 \cdot 28^\circ \text{ kloroformban.}$$

Elszappanosítás és erjesztés.

Az acetát felét nátriummethiláttal, felét báriumhidroxiddal szappanosítjuk el. A nátriummethilátos szappanosítás után az oldat nem erjed. A báriumhidroxidos szappanosítás után erjed.

3. kísérlet.

Kiindulás 100 cm³ jégcetben oldott 20 gr szőlőcukorból. A sósavval telített oldatból 5 × 50 cm³ benzinnel kirázzuk az ecetsavat. A visszamaradt szirupot 40 gr nátriumacetát és 150 cm³ ecetsavanhidriddel megacetileztük. Az acetátot kevés forró alkoholban oldjuk és vízbe szűrjük. Fehéren válik ki, súlya 19 gr.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = + \frac{1.71 \cdot \times 17.9480}{0.8790 \times 0.7076} = + 49.31^\circ, 3:1\text{-hez benzolalkoholban.}$$

Molekulasúly (Rast szerint):

$$M = \frac{38 \times 0.0100}{0.1000 \times 4.25} = 894.$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0.1000 gr : 6.50 cm³ n. 10 KMnO₄ = 20.6 %,
hidrolízis után: 0.0982 gr : 11.48 cm³ n. 10 KMnO₄ = 38.19 %.

Elszappanosítás és erjesztés: Az acetilterméket 5 cm³ kloroform és 60 cm³ alkohol elegyében oldjuk és 50 cm³ vízben oldott 19 gr báriumhidroxiddal szappanosítjuk el. A bárium és kénsavmentes vizes oldatot csontszénnel derítjük, szűrjük és vákuumban 150 cm³-re pároljuk be, majd nátriumkarbonáttal semlegesítve kevés dinátriumhidrofoszfát és iparsó jelenlétében, 3-4 gr élesztővel erjesztjük el. Az erjedés két nap alatt be van fejezve, ekkor derítjük, szűrjük és kevés kalciumkarbonát hozzáadása után vákuumban bekonzentráljuk, majd alkohollal víztelenítjük. A maradékot 10 gr nátriumacetát és 50 cm³ ecetsavanhidriddel megacetilezzük s vízbe öntve, szokott módon feldolgozzuk. Nyertünk 2.8 gr acetilterméket, tulajdonságai a következők:

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{25^\circ} = + \frac{2.15^\circ \times 13.4056}{0.4804 \times 0.9020} = + 66.51^\circ, \text{ benzolban.}$$

Redukció:

hidrolízis előtt: 0.1520 gr : 7.50 cm³ n. 10 KMnO₄ = 15.79 %,
hidrolízis után: 0.1044 gr : 12.70 cm³ n. 10 KMnO₄ = 40.04 %.

Molekulasúly (Rast szerint):

$$M = \frac{0.0164 \times 38}{0.0980 \times 8.5} = 748.$$

Oszazonpróba: 1 gr acetilterméket 3 cm³ chloroformban oldunk és 3 cm³ absz. methilalkoholban oldott 0.1 gr fém-

nátriummal szappanosítjuk el. Az addíciós vegyületet 5 cm³ vízben oldjuk, ecetsavval megsavanyítjuk, nátriumbikarbonáttal lesemlegesítjük és 0·5 gr sósavas phenylhydrazinnal meg 1 gr nátriumacetáttal másfél órán át vízfürdőben melegítjük. Melegítés közben nem válik ki semmi. Kihűlve, sárga oszazon vált ki.

4. kísérlet.

Kiindultunk 250 cm³ jégecetben oldott 50 gr szőlőcukorból. A feldolgozás ugyanolyan volt, mint a 3. kísérletnél. Erjesztés stb. után 6 gr acetilterméket kaptunk.

Redukció:

hidrolízis előtt: 0·1542 gr : 5·62 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 11·54 %,
hidrolízis után: 0·1014 gr : 12·00 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 38·76 %.

A termék elszappanosítását: 25 cm³ alkohol és 2 cm³ kloroform elegyében oldva, 30 cm³ vízben oldott 6 gr báriumhidroxiddal végeztük. Az oldatot vákuumban bekonzentráltuk és többször abszolút alkohollal pároltuk át. 3·0 gr szirupot kaptunk, melyet 3 gr sósavas hidroxilaminból készült szabad hidroxilaminoldattal oximmé alakítottunk, majd 3 gr nátriumacetát és 18 cm³ ecetsavanhidriddel megacetileztük, 1·1 gr sárgásszürke port nyertünk.

Nitrilmeghatározás: 0·4250 gr: a megsavanyításnál oly kevés ezüstcianid vált ki, hogy nitril a termékben csak nyomokban lehetett.

Gentiobióz és maltóz (redukciós adatok).

Gentiobióz redukciós tabellája saját adataim alapján.

| gr cukor: (acetáttól számítva) | cm ³ n/10 $KMnO_4$: | mgr Cu: | % red. glükózra: |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------|------------------|
| 0·0303 | 4·63 | 29·4 | 48·2 |
| 0·0408 | 5·70 | 39·4 | 47·0 |
| 0·0510 | 7·85 | 53·1 | 52·6 |
| 0·0608 | 10·16 | 64·6 | 54·3 |
| 0·0809 | 13·78 | 87·6 | 56·3 |
| 0·0913 | 15·21 | 96·7 | 55·6 |
| 0·1010 | 16·95 | 107·7 | 56·5 |
| 0·1110 | 18·26 | 116·1 | 55·8 |
| 0·1210 | 20·16 | 128·1 | 56·8 |
| 0·1310 | 21·38 | 135·9 | 56·3 |

Maltóz redukciós tabellája BERTRAND adatai alapján.

| gr. cukor: | cm ³ n/10 $KMnO_4$: | mgr Cu: | % red. glükózra: |
|------------|---------------------------------|---------|------------------|
| 0·030 | 5·24 | 33·3 | 55·0 |
| 0·041 | 7·11 | 45·2 | 55·1 |
| 0·051 | 8·82 | 56·1 | 55·7 |
| 0·061 | 10·51 | 66·8 | 55·9 |
| 0·081 | 13·89 | 88·3 | 56·9 |
| 0·091 | 15·57 | 99·0 | 57·3 |
| 0·100 | 17·05 | 108·4 | 57·4 |

GERECS ÁRPÁD vegyészmérnök úrnak segítségéért köszönetet mondok.

A kísérletek költségeit az Országos Természettudományi Alap fedezte.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1927. évi december hó 5.-én tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ISOMALTOSE.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. Mitglied der Akademie.

Verfasser zeigt auf Grund eingehender Versuche, daß die PICTER'sche Isomaltose noch immer keine reine Substanz darstellt, da ihr Reduktionsvermögen im Vergleich zu den anderen gut bekannten Biosen zu klein ist, außerdem gibt sie nach Überführung in das Nitril zu geringe Ausbeuten. Wesentlich ist ihr Verhalten nach der Säurehydrolyse, die bloß 80% Glykose ergibt. Daraus folgt, daß in der PICTER'schen Isomaltose noch rund 20% Fremdstoffen anwesend sind. Eine Behandlung von Glykose in Eisessiglösung mit trockner Salzsäure gibt keine bessere Resultate. Die Abhandlung erscheint demnächst in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 5. Dezember 1927.)

A CASEIN ÚJFAJTA SZÉTBONTÁSÁT CÉLZÓ KUTATÁSOK.

ZEMPI.ÉN GÉZA r. tagtól.

A proteinek vizsgálatánál úgyszólván kizárólag vízes oldatban való savas, lúgos, vagy enzimes hidroliziseket próbáltak ki és igyekeztek elkülöníteni a hidrolizis folytán keletkező szabad aminosavakat, vagy pedig a részleges hidrolizisnél keletkező aminosavkomplexumokat. A hidrolizis folytán azonban annyira eltávolodunk a protein eredeti állapotától, hogy a hidrolizis eredményéből csak részben következtethetünk a nativ fehérjének összetételére vagy szerkezetére.

Igyekeztem olyan módszert alkalmazni, mely a hidrolizist lehetőleg elkerüli, tehát nem víz jelenlétében dolgozik és a lehetőleg eredeti állapotában megmaradó proteint oldószerekkel bontja többféle frakcióra, amelyeknek részletes vizsgálata a proteinek összetételét új nézőpontból mutathatja be.

Erre a célra a monokloreccetsavat választottam, melynek segítségével a szénhidrátcsoporthoz is tudtam eredményes bontásokat eszközölni. A monokloreccetsavnak nagy előnye, hogy feloldja rövid időn belül a legkülönbélebb proteint, továbbá, hogy a keletkező termékek szerves oldószerekben oldhatók, miért is a frakciókra bontás nem ütközik nehézségbe, továbbá a frakciók klor tartalma megmutatja, hogy hová kerültek a kloracetilcsoporthoz.

A caseinból monokloreccetsav hatására keletkező kloracetilcasein nem higroszkópos, igen jól kezelhető anyag és oldószerekkel a következő táblázatban feltüntetett frakciókra volt szétbontható. A táblázatban mindjárt a frakciók elemi összetétele és a termelések is fel vannak jegyezve.

HAMMARSTEN-féle casein:

200 gr: $C=52.96\%$, $H=7.05\%$, $N=15.43\%$
 $S=0.76\%$, $P=0.85\%$.

Kloracetilcasein (240 gr): $Cl=6.4\%$, $C=47.49\%$,
 $H=7.39\%$, $N=11.32\%$,
 $S=0.67\%$, $P=0.82\%$.
 Súlyvesztés vakuumpisz-
 tolyban = 6.1% .

absz. alkoholos ex-
 trakt (extraktból
 bepárlásnál kivált
 anyag):

absz. alkoholos
 extrakt maradéka:

$C: 18.7\text{ gr}$
 $Cl = 4.4\%$, $C = 51.11\%$,
 $H = 7.05\%$, $N = 13.1\%$.

$A: 130\text{ gr}$
 methilalkohollal kifőzve:

bepárolt anyalúgokból állás-
 nál kivált anyag:

anyalúg:

maradék:

$D: 5\text{ gr}$
 $Cl = 11.26\%$,
 $N = 12.2\%$.

$U: 30\text{ gr}$
 $Cl = 6.4\%$, $C = 50.53\%$,
 $H = 6.97\%$, $N = 13.15\%$,
 $S = 0.78\%$, $P = 0.92\%$.
 Súlyvesztés vakuumpisz-
 tolyban = 8.27% .

$A_1: 80.3\text{ gr}$
 $Cl = 2.7\%$,
 $C = 48.49\%$,
 $H = 7.48\%$,
 $N = 13.6\%$.
 Súlyvesztés vakuumpisz-
 tolyban =
 = 6.41% .

anyalúgból
 ætherrel kicsa-
 pott anyag:

$E: 20\text{ gr}$
 $Cl = 8\%$,
 $C = 50.40\%$,
 $H = 7.17\%$,
 $N = 13.60\%$.
 Súlyvesztés vakuumpisz-
 tolyban =
 = 2.44% .

$K: \text{anyalúg} : 15.2\text{ gr}$
 $Cl = 7.75\%$, $N = 13.2\%$.

$P: \text{anyalúg} : 9.8\text{ gr}$
 $Cl = 30.1\%$, $C = 2.9\%$.

A táblázatból látható, hogy a szilárd frakciókban a klortartalom 2·7 % és 11·26 % között változik. Annak megítélésére, hogy a különféle frakciók hogyan különböznek egymástól összetételben, megállapítottuk az eredeti caseinben, a kloracetilcaseinben, továbbá az A_1 és az U frakciókban a nitrogén eloszlását a DONALD D. VAN SLYKE¹-féle módszer szerint. Ezek az értékek azt mutatják, hogy dacára a nagy oldhatóságbeli különbségnek, az egyes frakciók nitrogéneloszlásában nincsenek túlságosan nagy eltérések, vagyis, hogy az alkotó aminosavak nagyobb része valamennyi frakcióban megtalálható, sőt még az aminosavak egymásközi viszonylagos mennyiségében sincsenek módfeletti nagy különbségek.

Ezek után kiválasztottam az E frakciót, mint olyant, amelynek klortartalma aránylag nagy és a mellett kellő mennyiségben is rendelkezésre állott és azt teljes hidrolizisnek vetve alá, sósavval való huzamosabb főzés útján, a monokloreccsavnak és a sósavnak eltávolítása után azt oldhatóság szerint hat különféle frakcióra bontottam. Ezeknek a frakcióknak elemzési adataiból a hat frakció átlagos összetételét kiszámítottam és összehasonlítottam azt a casein sósavas hidrolizisénel nyert összes aminosavak átlagos összetételével, amikor is a következő eredményt kapjuk.

| «E» frakció hidrolizise után nyert hat alfrakció- nak átlagos összetétele : | C: | H: | O: | N: |
|---|---------|--------|---------|---------|
| Casein hidrolizise után nyert aminosavak átlag- os összetétele : | 47·77 % | 8·29 % | 33·35 % | 10·65 % |
| | 48·82 % | 7·78 % | 28·47 % | 14·93 % |

Utóbbi adatokat olyképpen nyertem, hogy összeállítottam az irodalmi adatok alapján a casein hidrolizise alkalmával keletkezett aminosavak mennyiségét és a savak mennyiségét tekintetbe véve, az eddig elkülönített aminosavösszetétel átlagát számítottam ki. Alapul szolgált a következő összeállítás:

¹ ABDERHALDEN : Handbuch der Biochemischen Arbeitsmethoden Bd. V. I. T. 1011. oldal.

| | |
|---------------------------|---------|
| Alanin ¹ | 1·5 %. |
| Valin ¹ | 7·2 %. |
| Leucin ¹ | 7·2 %. |
| Prolin ² | 6·7 %. |
| Phenylalanin ¹ | 2·4 %. |
| Glutaminsav ¹ | 15·6 %. |
| Asparaginsav ¹ | 3·9 %. |
| Tyrosin ³ | 6·7 %. |
| Tryptophan ⁴ | 2·24 %. |
| Lysin ⁵ | 9·5 %. |
| Histidin ⁵ | 5·2 %. |
| Arginin ⁵ | 7·6 %. |
| Serin ⁶ | 0·43 %. |
| Oxyprolin ⁶ | 0·23 %. |

Az átlagértékek kiszámításához szükséges volt még az egyes aminosavaknak összetétele, amelyet a következő tabellában foglaltam össze:

| | C % : | H % : | O % : | N % : |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Alanin | 40·42 | 7·93 | 35·92 | 15·73 |
| Valin | 51·24 | 9·47 | 27·31 | 11·96 |
| Leucin | 54·97 | 9·99 | 24·35 | 10·69 |
| Prolin | 52·14 | 7·88 | 27·81 | 12·17 |
| Phenylalanin | 65·41 | 6·72 | 19·38 | 8·49 |
| Glutaminsav | 40·80 | 6·17 | 43·51 | 9·50 |
| Asparaginsav | 36·08 | 5·31 | 48·11 | 10·53 |
| Tyrosin | 59·64 | 6·12 | 26·50 | 7·74 |
| Tryptophan | 64·67 | 5·93 | 15·68 | 13·72 |
| Lysin | 49·27 | 9·66 | 21·90 | 19·17 |
| Histidin | 46·45 | 5·85 | 21·74 | 25·96 |
| Arginin | 41·34 | 8·10 | 18·38 | 31·18 |
| Serin | 34·26 | 6·72 | 45·68 | 13·34 |
| Oxyprolin | 45·77 | 6·19 | 37·36 | 10·68 |

¹ THOMAS B. OSBORNE és H. H. GUEST: *Journal of Biolog. Chemistry* 9, 333 (1911); *Chem. Zentralblatt* 1911 II, 218.

² DONALD D. VAN SLYKE: *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 43, 3170 (1911).

³ OTTO v. FÜRTH és ANTON FISCHER: *Biochemische Zeitschrift* 154 I (1924); *Chemisches Zentralblatt* 1925 I, 872.

⁴ GEORG E. HOLM és GEO. R. GREENBRANK: *Journ. Americ. Chem. Soc.* 45, 1788 (1923); *Chem. Zentralblatt* 1924 I, 1422.

⁵ DONALD D. VAN SLYKE: *Journ. of Biol. Chem.*: 16, 531 (1914); *Chem. Zentralblatt* 1914 I, 1192.

⁶ EMIL FISCHER: *Berichte d. Deutschen Chem. Gesell.* 39, 155 (1903).

Mindegyik aminosav a casein hidrolizisénél megjelenő arányban befolyásolja az átlagos összetételt.

A casein hidrolizisének összetétele az «*E*» frakció hidrolizis-termékeinek összetételétől erősen különbözik, főképpen az oxigén javára és a nitrogén rovására van az eltolódás az «*E*» frakciónál. Ez az eltolódás bizonyítja, hogy a monokloreccsav hatása a reakciónál abban áll, hogy a casein hidroxiljait köti le víz keletkezése közben a kloracetilcsoport.

Kísérleteket végeztem ezenkívül a casein benzylvegyületeinek, æthylvegyületeinek és benzolsulfvegyületeinek az előállítására benzylklorid, æthylbromid és benzolsulfoklorid hatására, majd a keletkező termékeket alakítottam tovább monokloreccsavval. Ezen termékek vizes nátronlúg, illetőleg nátriumcarbonát jelenlétében keletkeztek, aminek következtében nem tekinthetők a nativ casein közvetlen származékainak.

KISÉRLETI RÉSZ.

Bruckner Zoltán úr segédkezésével végzett vizsgálatok:

A szárított HAMMARSTEN-féle casein elemzési adatai a következők:

Nitrogén:

0·3610 gr : 39·74 cm³ *n*/10 H₂SO₄ (Kjeldahl) = 15·43 %.

| | | |
|------------|---|-------------------------------|
| P= 0·85 % | } | irodalmi adatok. ¹ |
| S= 0·76 % | | |
| C= 52·96 % | | |
| H= 7·05 % | | |
| O= 22·94 % | | |

A kísérletek elvégzéséhez felhasznált casein nedvességtartalma szárítás előtt 9·85 % volt. A szárítás szárítószekrény tetején történt 60—70 C°-on állandó súlyig (15 óra).

¹ HAMMARSTEN: Zeitschr. f. physiol. Chemie 7, 227 (1883); 9, 273 (1885).

Kloracetylcasein előállítás.

10 gr szárított caseint 75 gr monokloreccsavban oldva hat óra hosszat tartottam forró vízfürdőn, visszacsepegő hűtővel ellátott lombikban. Ezután 300 cm³ ætherbe öntve 24 óráig állni hagytam, többször jól átdolgozva. Ezután leszivatva ætherel kimostam és vákuumexsikkátorban szárítottam. Kaptam 12 gr-ot.

Elemzési adatok:

Súlyvesztesség vákuumpisztolyban, 100°-on:

$$0.7040 \text{ gr} : 0.0484 \text{ gr} = 6.1 \%$$

Nitrogén (KJELDAHL szerint):

$$0.3760 \text{ gr} : 32.43 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 12.8 \%$$

Kén:

$$0.4066 \text{ gr} : 0.0211 \text{ gr BaSO}_4 = 0.712 \%$$

Foszfor:

$$0.2847 \text{ gr} : 0.0086 \text{ gr Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0.842 \%$$

Klor:

$$0.1884 \text{ gr} : 3.62 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 6.31 \%$$

Szén és hidrogén: mikroanalízis:

I. 14.479 mgr : 25.27 mgr CO₂, 8.86 mgr H₂O = 7.51 % H és 47.60 % C.

II. 11.628 mgr : 20.20 mgr CO₂, 7.55 mgr H₂O = 7.27 % H és 47.38 % C.

Oxigén: 24.68 %.

Kloracetylcaseinnek oldószerekkel való szétbontása.

200 gr kloracetylcaseint visszacsepegő hűtő alkalmazása mellett 2 liter abszolút alkohollal főztem 20 percig. Forrón leszivatva 1 liter abszolút alkohollal mostam és szárító szekrény tetején körülbelül 45°-on megszáritottam. Kaptam 130 gr-ot. «A» anyag. A szüredéket vákuumban körülbelül 500 cm³-nyire párolva be a kivált «C» anyagot leszivatva, mostam és szárítószekrényen megszáritottam. Kaptam 18.7 gr-ot. Ezután a szüredéket csökkentett nyomás alatt körülbelül 200 cm³-re bepárolva ERLÉN-

MEYER-lombikba öntöttem át és 24 óra hosszat állni hagytam. A kivált anyagról az anyalúgot leöntöttem, kétszer 10 cm³ abszolút alkohollal dekantáltam és vákuumexsikkátorban szárítottam. Kaptam 5 gr-ot. «D» anyag.

Az anyalúgot 500 cm³ ætherbe öntöttem. Szép világoszürke, finom eloszlású anyag vált ki, melyet egyszer dekantálva leszivattam és vákuumexsikkátorban szárítottam. Kaptam 20 gr rendkívül nedvszívó anyagot. «E» anyag.

A visszamaradó «P» anyalúgban 9·81 gr szárazanyag van.

Ezután az «A» anyagot (130 gr) 1 liter methyllalkohollal főztem vízfürdön 30 percig. A maradékot, forrón leszivatva, 500 cm³ forró methyllalkohollal mostam és szárítószekrényen szárítottam. «1» anyag, súlya 80·3 gr.

Az anyalúgot 49·7 gr szárazanyagtartalommal 200 cm³-re pároltam be és 1 liter abszolút alkoholba öntöttem. Szép sárgás anyag válik ki, melyet egyszer dekantálva leszivattam, abszolút alkohollal mostam és vákuumexsikkátorban szárítottam. 30 gr kissé nedvszívó anyagot kaptam. «U» anyag.

A visszamaradó «K» anyalúgban 15·2 gr szárazanyagtartalom van.

Elemzések:

«C» anyag:

Klor:

$$0\cdot2014 \text{ gr} : 2\cdot5 \text{ cm}^3 \text{ n/10 AgNO}_3 = 4\cdot4 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$0\cdot3952 \text{ gr} : 36\cdot8 \text{ cm}^3 \text{ n/10 H}_2\text{SO}_4 = 13\cdot1 \% \text{ N.}$$

Szén-hidrogén:

$$\text{I. } 7\cdot091 \text{ mgr} : 13\cdot28 \text{ mgr CO}_2,$$

$$4\cdot50 \text{ mgr H}_2\text{O} = 50\cdot95 \% \text{ C, } 7\cdot10 \% \text{ H.}$$

$$\text{II. } 9\cdot580 \text{ mgr} : 18\cdot01 \text{ mgr CO}_2 = 51\cdot27 \% \text{ C,}$$

$$13\cdot363 \text{ mgr} : 7\cdot55 \text{ mgr H}_2\text{O} = 6\cdot99 \% \text{ H.}$$

«D» anyag:

Klor:

$$0\cdot2350 \text{ gr} : 7\cdot46 \text{ cm}^3 \text{ n/10 AgNO}_3 = 11\cdot26 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$0\cdot3506 \text{ gr} : 30\cdot61 \text{ cm}^3 \text{ n/10 H}_2\text{SO}_4 = 12\cdot2 \% \text{ N.}$$

Az anyag erősen nedvszívó, ezért alkoholos oldatban tartom el. Mikroanalizissel benne szént és hidrogént meghatározni nem lehet.

«E» anyag:

Klor:

$$0.1259 \text{ gr} : 2.9 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ AgNO}_3 = 8.17 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$0.3867 \text{ gr} : 38.7 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 14.82 \% \text{ H.}$$

Szén-hidrogén:

$$\text{I. } 8.940 \text{ mgr} : 16.51 \text{ mgr } \text{CO}_2,$$

$$5.740 \text{ mgr } \text{H}_2\text{O} = 50.37 \% \text{ C, } 7.18 \% \text{ H.}$$

$$\text{II. } 7.840 \text{ mgr} : 14.50 \text{ mgr } \text{CO}_2,$$

$$5.01 \text{ mgr } \text{H}_2\text{O} = 50.44 \% \text{ C, } 7.15 \% \text{ H.}$$

«P» anyalúg:

Klor:

$$0.1520 \text{ gr} : 3.32 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 7.75 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$0.5638 \text{ gr} : 53.01 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 13.2 \% \text{ N.}$$

«A₁» anyag:

Klor:

$$0.2164 \text{ gr} : 1.75 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ AgNO}_3 = 2.87 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$\text{I. } 0.3747 \text{ gr} : 38.76 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 14.50 \% \text{ N,}$$

$$\text{II. } 0.3734 \text{ gr} : 39.35 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 14.76 \% \text{ N.}$$

Szén és hidrogén:

$$\text{I. } 7.343 \text{ mgr} : 13.11 \text{ mgr } \text{CO}_2,$$

$$4.96 \text{ mgr } \text{H}_2\text{O} = 48.66 \% \text{ C, } 7.55 \% \text{ H.}$$

$$\text{II. } 7.337 \text{ mgr} : 13.00 \text{ mgr } \text{CO}_2,$$

$$4.85 \text{ mgr } \text{H}_2\text{O} = 48.33 \% \text{ C, } 7.4 \% \text{ H.}$$

»U» anyag:

Klor:

$$0.1781 \text{ gr} : 3.5 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 6.97 \% \text{ Cl.}$$

Nitrogén:

$$0.3673 \text{ gr} : 37.45 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 14.28 \% \text{ N.}$$

Kén:

$$0.3717 \text{ gr} : 0.0230 \text{ gr } BaSO_4 = 0.85 \% S.$$

Fosfor:

$$0.2807 \text{ gr} : 0.0102 \text{ gr } Mg_2P_2O_7 = 1.01 \% P.$$

Szén és hidrogén:

$$15.560 \text{ mgr} : 28.83 \text{ mgr } CO_2,$$

$$9.69 \text{ mgr } H_2O = 50.53 \% C, 6.97 \% H.$$

«K» anyalóg:

Klor:

$$0.1520 \text{ gr} : 3.32 \text{ cm}^3 n/10 AgNO_3 = 7.75 \% Cl.$$

Nitrogén:

$$0.5638 \text{ gr} : 5.301 \text{ cm}^3 n/10 H_2SO_4 = 13.2 \% N.$$

«E» frakció további feldolgozása.

8 gr-ot 120 cm³ 20 %-os sósavval hidrolizáltam 27 óra hosszát majd vákuumban szirupsűrűsége párolva a sósavat lehetőleg elűztem. Ezután 100 cm³ desztillált vízben felvéve 48 órás ætheres extrakciónak vettem alá. Az ætheres extraktumot elválasztva 300 cm³-re töltöttem fel alkohollal és 25 cm³-t *n*. 10 nátriumhidroxiddal titráltam meg phenolphtalein indikátor jelenlétében. Fogyott rá 6.12 cm³. A 25 cm³-ben levő sósav közömbösítésére kell 0.24 cm³ *n* 10 nátriumhidroxid. 6.12 — 0.24 = 5.88, 5.88 × 12 = 70.65 cm³ *n* 10 NaOH, ennek pedig 0.6664 gr monokloreccsav felel meg. A kiindulási anyagban 1.71 gr monokloreccsav volt, ezért a maradékot ismételt ætheres extrakciónak vettem alá 48 óráig. Ily módon még 0.1134 gr monokloreccsavat sikerült kihozni, összesen tehát 0.7798 gr-ot. A monokloreccsav egy része nyilvánvalóan glykolsavvá alakult a hosszú ideig tartó hidrolizis folyamán.

Ezután az ætheres extrakciónak alávett vizet desztillált vízzel 300 cm³-re töltöttem fel és a következőképpen dolgoztam fel.

Összes klor: 2 cm³-ben:

fogy rá 5.24 cm³ *n*/10 AgNO₃ = 0.01858 gr Cl. Az egész oldatban van eszerint 2.787 gr Cl.

Szabad klor:

2 cm³ oldat : 5·29 cm³ n 10 AgNO₃ = 2·814 gr Cl, az egész oldatban :

Összes klor : 2·8 gr.

Szabad klor : 2·8 gr.

A szabad és az összes klor között már nincsen különbség, az ætheres extrakció tehát be van fejezve. Ezután 13 gr ezüstszulfáttal rázva leválasztottam a klort, majd az oldatot tisztára szűrve az ezüst utolsó nyomait is eltávolítottam híg sósavval, majd a kénsavat barittal leválasztva szűrtem az oldatot és vákuumban 50 cm³-re pároltam be. A kristályosodásra feltett anyagból 24 óra alatt kivált terméket leszivattam és vákuumexsikkátorban foszforpentoxid felett megszárítottam. «a» anyag, súlya 0·4 gr. Az anyalúgot 20 cm³-re pároltam, két óra alatt kivált a «b» anyag, súlya 0·4 gr.

Ezután az anyalúgot vákuumban 15 cm³-re pároltam és 50 cm³ abszolút alkoholba öntöttem. A kivált olajat 24 óra múlva abszolút alkohollal szétnyomkodtam és vákuumexsikkátorban foszforpentoxid felett szárítottam. A kapott «c» anyag súlya 0·9 gr; nedvszívó.

Az anyalúgokat vákuumban szárazra pároltam és a maradékot 50 cm³ absz. methylalkohollal forrón kifőztem. Marad a «d» anyag, melynek súlya vákuumban való szárítás után 0·5 gr.

Az 50 cm³ methylalkoholos oldatot eltéve, abból 24 óra múlva a közben kiváltott szép, fehér, pelyhes anyagot leszivattam. Szárazon 0·5 gr «e» anyag. A methylalkoholos oldatot ezután körülbelül 20 cm³-re pároltam be és 50 cm³ ætherbe öntöttem. A kivált «f» anyagot 24 óra múlva leszivattam, methylalkohollal kimostam és vákuumban szárítottam. Súlya 2·7 gr. Igen hygroszkopos. Több frakciót nem sikerült nyernem. Az anyalúgok szárazanyagtartalma elhanyagolható.

«E» anyagból nyert frakciók elemzési adatai:

«a» anyag:

Nitrogén:

I. 3·990 mgr : 0·264 cm³ N, 22 C°, 758 mm = 7·55 % N,

II. 4·073 mgr : 0·267 cm³ N, 22 C°, 757 mm = 7·53 % N.

Szén és hidrogén :

- I. 11·815 mgr : 25·66 mgr CO_2 ,
 6·66 mgr H_2O = 59·24 % C, 6·31 % H.
 II. 13·017 mgr : 28·49 mgr CO_2 ,
 7·39 mgr H_2O = 59·69 % C, 6·35 % H.

*«b» anyag :**Nitrogén :*

- I. 3·950 mgr : 0·365 cm^3 N, 22 C°, 757 mm = 10·63 % N,
 II. 5·467 mgr : 0·506 cm^3 N, 22 C°, 754 mm = 10·62 % N.

Szén és hidrogén :

- I. 10·600 mgr : 20·37 mgr CO_2 ,
 8·31 mgr H_2O = 52·41 % C, 8·77 % H.
 II. 15·526 mgr : 29·67 mgr CO_2 ,
 12·00 mgr H_2O = 52·12 % C, 8·65 % H.

*«c» anyag :**Nitrogén :*

- I. 4·920 mgr : 0·449 cm^3 N, 19 C°, 758 mm = 10·64 % N,
 II. 5·471 mgr : 0·511 cm^3 N, 20 C°, 759 mm = 10·68 % N.

Szén és hidrogén :

- I. 12·425 mgr : 18·70 mgr CO_2 ,
 8·45 mgr H_2O = 41·14 % C, 7·62 % H.
 II. 13·705 mgr : 20·55 mgr CO_2 ,
 8·97 mgr : H_2O = 40·98 % C, 7·35 % H.

*«d» anyag :**Nitrogén :*

- I. 4·973 mgr : 0·475 cm^3 N, 22 C°, 755 mm = 10·98 % N,
 II. 5·297 mgr : 0·521 cm^3 N, 22 C°, 753 mm = 11·2 % N.

Szén és hidrogén :

- I. 8·644 mgr : 16·77 mgr CO_2 ,
 7·06 mgr H_2O = 52·91 % C, 9·27 % H.
 II. 8·912 mgr : 17·34 mgr CO_2 ,
 7·40 mgr H_2O = 53·07 % C, 9·31 % H.

«e» anyag:

Nitrogén:

- I. 2·980 mgr : 0·317 cm³ N, 21 C°, 755 mm = 12·27 % N,
 II. 4·050 mgr : 0·434 cm³ N, 21 C°, 755 mm = 12·36 % N.

Szén és hidrogén:

- I. 9·310 mgr : 15·11 mgr CO₂,
 7·14 mgr H₂O = 44·26 % C, 8·57 % H.
 II. 9·075 mgr : 14·70 mgr CO₂,
 6·89 mgr H₂O = 44·16 % C, 8·49 % H.

«f» anyag:

Nitrogén:

- I. 4·157 mgr : 0·377 cm³ N, 20 C°, 760 mm = 10·58 % N,
 II. 5·023 mgr : 0·456 cm³ N, 20 C°, 759 mm = 10·77 % N.

Szén és hidrogén:

- I. 13·373 mgr : 23·11 mgr CO₂,
 10·08 mgr H₂O = 47·13 % C, 8·44 % H.
 II. 9·368 mgr : 16·31 mgr CO₂,
 7·08 mgr H₂O = 47·48 % C, 8·46 % H.

«E» anyag elemzési adatai összefoglalva:

| jelzés: | N %: | C %: | H %: | O %: |
|---------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| «a» | 7·53—7·55 | 59·24—59·69 | 6·31—6·35 | 26·41—26·92 |
| «b» | 10·62—10·65 | 52·12—52·41 | 8·65—8·77 | 28·17—28·61 |
| «c» | 10·64—10·86 | 40·98—41·14 | 7·35—7·62 | 40·38—41·03 |
| «d» | 10·98—11·20 | 52·92—53·07 | 9·27—9·32 | 26·41—26·83 |
| «e» | 12·27—12·36 | 44·16—44·26 | 8·49—8·57 | 34·31—35·08 |
| «f» | 10·58—10·77 | 47·13—47·48 | 8·44—8·46 | 33·29—33·85 |

Nitrogéneloszlás a Donald D. van Slyke-féle módszer szerint.

GERECS ÁRPÁD úr segédkezésével végzett vizsgálatok. (Lásd 14—15. old.)

| A n y a g: | Ammonia N % | Melanin N % | Arginin N % | Histidin N % | Lysin + cystin N % | Szűrődék mono- aminosav N % | Összes N % |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------|
| Casein : | 1.4 | 0.28 | 1.18 | 0.98 | 1.44 | 10.21 | 15.43 |
| Chloracetyl-casein : | 1.20 | 0.22 | 0.95 | 0.71 | 1.31 | 7.98 | 12.08 |
| «A ₁ » : | 1.56 | 0.26 | 1.09 | 0.95 | 1.66 | 9.56 | 14.63 |
| «I ₁ » : | 1.52 | 0.26 | 1.13 | 0.98 | 1.58 | 9.26 | 14.28 |

A következő kísérletek vegrehajtásánál BRUCKNER ZOLTÁN úr volt segítségemre.

Kloracetylcasein elszappanosítása ammóniával, abszolút alkoholos közegben.

10 gr kloracetylcaseint 100 cm³ ammóniával telített absz. alkoholban suspendáltam, majd 30 percig ammóniát vezetve rajta át, leszivattam és alkohollal kimosva vákuumexsikkátorban szárítottam. «A_x» termék, súlya 9 gr. Az anyalúgot vákuumban sűrűre pároltam és kristályosító esésébe öntve vákuumexsikkátorban beszárítottam. 3.25 gr-ot kaptam, kristályos alakba hozni nem sikerült.

Klortartalma:

$$0.2000 \text{ gr} : 0.607 \text{ cm}^3 n/10 \text{ AgNO}_3 = 1.0^\circ \text{ Cl.}$$

Az elszappanosítást megismételve a Cl-tartalom 0.6%-ra esett. Ismételt elszappanosításnál már nem változott.

A kétszer elszappanosított, 0.6% Cl tartalmú termékben meghatároztam a nitrogént.

Nitrogén:

$$0.3994 \text{ gr} : 42.69 \text{ cm}^3 n/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 14.97^\circ \text{ N.}$$

Casein benzylezése és a benzylcasein monokloreccetsavas kezelése.

10 gr caseint 100 cm³ alkoholban suspendálva 30 cm³ 30%-os nátronlúggal oldatba vittem. Ezután 40 gr benzylkloridot adtam hozzá. 48 órai állás után, visszacsepegő hűtő-

| | Bemérés | Ammonia N | Melanin N | Arginin N |
|---|----------|--|--|--|
| Casein I. össz. N: 15,43 % | 2,2520 g | 26,31 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 9,48 % | 5,32 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,92 % | Bemérés : 2 5,35 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 7,72 % |
| Casein II. össz. N: 15,43 % | 2,8667 g | 27,42 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 8,68 % | 5,64 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,79 % | Bemérés : 2 6,00 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 7,60 % |
| Cl. ac. Casein I. össz. N: 11,32 % | 2,2733 g | — | 4,03 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,82 % | Bemérés : 2 4,12 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 7,44 % |
| Cl. ac. Casein II. össz. N: 11,32 % | 2,8667 g | 23,05 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 9,95 % | 4,11 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,77 % | Bemérés : 2 4,80 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 8,28 % |
| «A ₁ » Frakció össz. N: 13,6 % | 3,0000 g | 31,04 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 10,66 % | 5,18 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,78 % | Bemérés : 2 5,46 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 7,50 % |
| «U ₁ » Frakció össz. N: 13,1 % | 3,0000 g | 29,93 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 10,67 % | 5,15 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 1,84 % | Bemérés : 2 5,58 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 7,95 % |

| | Bázis össz. N — Arg. N | Bázis Amino N | Histidin N | Lysin+Cystin. N | Szűredék össz. N |
|---|---|---|---------------|--------------------|---|
| Casein I. össz. N: 15,43 % | Bemérés: 2 21,63 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 15,58 % | Bemérés: 10 9,48 cm ³ N ₂ ; 29° C; 752 ZHg 13,10 % | 6,62 % | 8,96 % | Bemérés: 8 23,61 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 68,05 % |
| Casein II. össz. N: 15,43 % | Bemérés: 2 25,03 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 15,86 % | Bemérés: 10 11,35 cm ³ N ₂ ; 30,5° C; 753 ZHg 13,67 % | 6,14 % | 9,72 % | Bemérés: 8 26,12 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 66,17 % |
| Cl. ac. Casein I. össz. N: 11,32 % | — | Bemérés: 5 15,5 cm ³ N ₂ ; 29,75° C; 758 ZHg 13,51 % | — | — | — |
| Cl. ac. Casein II. össz. N: 11,32 % | Bemérés: 2 19,35 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 16,71 % | Bemérés: 10 9 cm ³ N ₂ ; 29,50° C; 752,5 ZHg 14,86 % | 5,89 % | 10,82 % | Bemérés: 8 19,13 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 66,06 % |
| «A ₁ » Frakció össz. N: 13,6 % | Bemérés: 2 26,08 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 17,87 % | Bemérés: 10 11,62 cm ³ N ₂ ; 28° C; 754 ZHg 15,42 % | 6,50 % | 11,37 % | Bemérés: 8 23,81 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 65,40 % |
| «U ₁ » Frakció össz. N: 13,1 % | Bemérés: 2 25,25 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 18,00 % | Bemérés: 10 11,20 cm ³ N ₂ ; 28° C; 755 ZHg 15,37 % | 6,93 % | 11,07 % | Bemérés: 8 22,74 cm ³ n/10 H ₂ SO ₄ 64,85 % |

vel ellátott lombikban vízfürdőn melegítettem két óra hosszat. A kivált konyhasót leszivattam, a szüredéket vákuumban bepárolva, majd vízben oldva ætherrel háromszor kimostam. Ezután 10%-os sósavval kicsapva és leszivatva vákuumexsikkátorban szárítottam meg. 8 gr-ot kaptam.

Nitrogén:

$$0\cdot4028 \text{ gr} : 29\cdot84 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } H_2SO_4 = 10\cdot38 \% \text{ N.}$$

1 gr benzylezett caseint 5 gr monokloreccetsavval két óra hosszat melegítettem vízfürdőn. A termék hamarosan oldatba ment. Két óra múlva 50 cm³ ætherbe öntöttem, a kivált terméket 24 óra múlva leszivattam és ætherrel jól kimosva vákuumexsikkátorban szárítottam. Kaptam 0·82 gr-ot.

Szabad klor:

$$0\cdot2022 \text{ gr} : 3\cdot7 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } AgNO_3 = 6\cdot5 \% \text{ szabad Cl.}$$

Összes klor:

$$0\cdot2012 \text{ gr} : 3\cdot97 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } AgNO_3 = 6\cdot99 \% \text{ összes Cl.}$$

Nitrogén:

$$0\cdot3804 \text{ gr} : 27\cdot17 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } H_2SO_4 = 10\cdot0 \% \text{ N.}$$

Casein æthylezése és az æthylcasein monokloreccetsavas kezelése.

10 gr caseint 150 cm³ alkoholban suspendálva 30 cm³ 30%-os nátronlúgban oldottam. Ezután 40 cm³ æthylbromidot adva hozzá 24 óra hosszat állni hagytam. A kivált olajos részről az anyalúgokat letöltve az olajat alkohollal kétszer dekantálva mostam, majd vízben oldva 10%-os sósavval csaptam ki. «A» frakció, súlya 2·0 gr.

Az anyalúgokat bepároltam, a maradékot vízben oldva és 10%-os sósavval kicsapva tisztítottam. «B» termék, súlya 4·5 gr.

Nitrogén:

«A» termék:

$$0\cdot4032 \text{ gr} : 40\cdot74 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 H_2SO_4 = 14\cdot15 \% \text{ N.}$$

«B» termék:

$$0\cdot4038 \text{ gr} : 30\cdot80 \text{ cm}^3 \text{ n/10 } H_2SO_4 = 13\cdot46 \% \text{ N.}$$

Halogénmeghatározás a «B» termékben:

Brom:

$$0\cdot2016 \text{ gr} : 2\cdot33 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 9\cdot2\% \text{ Br.}$$

1 gr «B» terméket 5 gr monokloreetsavval megömlesztve két óra hosszat tartottam vízfürdön. 50 cm³ ætherbe öntve jól átdolgoztam, leszivatva ætherrel mostam. Vákuumexsikkátorban megszáritva 0·94 gr-ot kaptam.

Szabad klor:

$$0\cdot1994 \text{ gr} : 2\cdot33 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 4\cdot1\% \text{ szabad Cl.}$$

Összes klor:

$$0\cdot2004 \text{ gr} : 4\cdot08 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 7\cdot22\% \text{ összes Cl.}$$

Nitrogén:

$$0\cdot4016 \text{ gr} : 35\cdot77 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 12\cdot5\% \text{ N.}$$

Casein kezelése benzolsulfokloriddal.

I. 10 gr caseint 100 cm³ vízben emulgeálva 30 %-os nátronlúggal oldatba vittem. Ezután folytonos rázogatózás között 35 gr benzolsulfokloridot adagoltam hozzá, vigyázva arra, hogy fel ne melegedjen és hogy állandóan lúgos maradjon. Utóbbit 30 %-os nátronlúgnak beadagolásával értem el. Összesen 42 cm³ nátronlúgot használtam el, beleszámítva az oldáshoz szükséges mennyiséget is. A művelet körülbelül másfél órát tart. Ezután vízzel hígítva 10 %-os sósavval csaptam ki a terméket. Leszivatva és jól kimosva szárítottam. Súly 11 gr.

Nitrogén:

$$\text{I. } 0\cdot4000 \text{ gr} : 35\cdot1 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 12\cdot20\% \text{ N,}$$

$$\text{II. } 0\cdot3950 \text{ gr} : 34\cdot38 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 12\cdot16\% \text{ N.}$$

Kén:

$$0\cdot3676 \text{ gr} : 0\cdot1204 \text{ gr BaSO}_4 = 4\cdot49\% \text{ S.}$$

II. 10 gr caseint 100 cm³ vízben emulgeálva 15 cm³ 40 %-os nátriumcarbonáttal vittem oldatba. Ezután 15 gr benzolsulfokloridot adagoltam hozzá folytonos turbinázás közben körülbelül öt óra alatt. A közegnek állandóan lúgosnak kell maradnia, ezért apró részletekben nátriumcarbonátoldatot adtam hozzá, összesen 85 cm³ 40 %-os oldatot. A reakciókeveréket vízzel

higitva a terméket 10^o-os sósavval csaptam ki. Leszivatva és többször átmosva szárítottam. Súlya így 12 gr.

Nitrogén:

$$0\cdot4016 \text{ gr} : 31\cdot31 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 11\cdot27 \text{ }^{\circ}\text{o N.}$$

Kén:

$$0\cdot4018 \text{ gr} : 0\cdot1610 \text{ gr BaSO}_4 = 5\cdot50 \text{ }^{\circ}\text{o S.}$$

Benzolsulfocasein kezelése monokloreccetsavval.

I. A nátronlúgos kezeléssel kapott benzolsulfocaseinből indultam ki. 2 gr-ot 10 gr monokloreccetsavval két óra hosszat melegítettem vízfürdőn. Utána ætherbe öntve jól szétnyomkodtam. Leszivatva ætherrel alaposan kimostam. Szárítva súlya 2·2 gr.

Klor:

$$0\cdot1946 \text{ gr} : 2\cdot38 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ AgNO}_3 = 4\cdot3 \text{ }^{\circ}\text{o Cl.}$$

Nitrogén:

$$0\cdot4058 \text{ gr} : 34\cdot77 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 12\cdot0 \text{ }^{\circ}\text{o N.}$$

Kén:

$$0\cdot3908 \text{ gr} : 0\cdot1148 \text{ gr BaSO}_4 = 4\cdot04 \text{ }^{\circ}\text{o S.}$$

II. Nátriumcarbonátos termék. 2 gr-ot 10 gr monokloreccetsavval megömlesztve két óra hosszat tartottam vízfürdőn. A terméket ætherbe öntve és jól kimosva 2·1 gr-ot kaptam.

Nitrogén:

$$0\cdot3954 \text{ gr} : 30\cdot29 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ H}_2\text{SO}_4 = 10\cdot73 \text{ }^{\circ}\text{o N.}$$

Klor:

$$0\cdot1004 \text{ gr} : 2\cdot78 \text{ cm}^3 \text{ n } 10 \text{ AgNO}_3 = 4\cdot94 \text{ }^{\circ}\text{o Cl.}$$

Kén:

$$0\cdot4138 \text{ gr} : 0\cdot1450 \text{ gr BaSO}_4 = 4\cdot8 \text{ }^{\circ}\text{o S.}$$

Jelen vizsgálatok elvégzésénél nagy segítségemre voltak BRUCKNER ZOLTÁN és GERECs ÁRPÁD vegyész-mérnök urak, akiknek e helyen is köszönetet mondok.

A vizsgálatokhoz szükséges anyagi eszközöket az Országos Természettudományi Alap bocsátotta rendelkezésemre.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER EINE NEUE SPALTUNG DES CASEINS.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. Mitglied der Akademie.

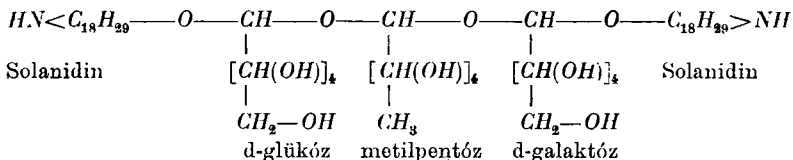
Verfasser versuchte eine Behandlung des Caseins mit Monochloressigsäure, wobei Monochloracetylcasein gewonnen wird. Dieses läßt sich mit organischen Lösungsmitteln, Methylalkohol und Alkohol in mehreren Fraktionen zerlegen, die im Chlorgehalt ziemlich hohe Differenzen aufweisen. Die Stickstoffverteilung der Fraktionen verschiedener Löslichkeit ist aber im Großen und Ganzen in jeder Fraktion sehr ähnlich. Die Zerlegung einer hochchlorhaltigen Fraktion durch Säurehydrolyse ergab ein Aminosäurengemisch, dessen nähere Untersuchung zeigte, daß die Oxyaminosäuren den fehlenden Rest bei den noch unbekanntem Aminosäurefraktionen des Caseins ausmachen. Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 5. Dezember 1927.)

ADATOK A SOLANIN SZERKEZETÉHEZ.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A solanin szerkezetével már sok kutató foglalkozott,¹ azzal az eredménnyel, hogy a solanin, savas hidrolízisénel, solanidinre és három monóznak: glükóz-, galaktóz- és ramnóznak keverékére bomlik szét. A három monóznak a solanidincsoportozhoz és egymáshoz való kapcsolódásmódjáról azonban csak — többnyire kellő alap nélküli — feltevéseket közöltek. Ilyen fajta kísérletet írtak le G. ODDO és M. CESARIS,² akik a solanint a következő szimbollummal ábrázolták:



Elttekintve attól, hogy munkájukban a solanin hidrolízisének menetéről teljesen téves képet nyújtanak, a három monóz egymásutáni sorrendjét, valamint a két solanidincsoportozhoz való kapcsolódását sem bizonyítják.

Hogy ebben a kérdésben világosságot teremtsék, foglalkozni kezdtem a solaninproblémával. A megoldást azzal a módszer segítségével kerestem, melyet már évekkkel ezelőtt eredményesen alkalmaztam az acetilezett glükozidok széthasításánál.³ E módszer az

¹ Irodalmi összeállítás: A. HEIDUSKA és H. SIEGER: *Archiv der Pharmazie* Bd. 255. 18. (1917).

² G. ODDO és M. CESARIS: *Gaz. Chim. ital.* 44. II. 181. (1914); *Chem. Centralbl.* 1915. I. 144.

³ ZEMPLÉN GÉZA: *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* 53. 996. (1920).

acetilezett glükozidok jégecetes hidrogénbromiddal való kezelésén alapszik.

A solanin — A. HEIDUSCHKA és H. SIEGER¹ közleményével ellentétben — nehézségek nélkül acetilezhető. Az acetiltermék már, jégecetes oldatban történő, rövid brómhidrogénes kezelésre szét is bomlik. Ezen az úton két termék keletkezik. Az egyik acetilezett solanidinglükozid, a másik galaktóz és ramnózból álló bióz acetobrómszármazéka. Bár e termékeket kristályos állapotba hoznom nem sikerült, sajátásaikat mégis teljes biztonsággal tudtam meghatározni. A solanidinglükozid savas hidrozisínél solanidin és glükóz keletkezik, a bióz pedig jodometriás kezelésénél ramnozidogalaktonsavvá oxidálódik. Ebből az oxidációs termékből, sósavas desztillálás közben, nagymennyiségű metilfurfurol keletkezik. Ebből következik, hogy a solanidintrész a solanidinban eredetileg triszaharidhoz van kötve. Ebből a triszaharidból képződik, savas hidrolízis közben, a ramnozido-galaktóz. A három monóz sorrendje a triszaharidban ezek szerint: glükóz-galaktóz-ramnóz, közülök a glükóz közvetlenül a solanidinhez kapcsolódik.

Az irodalomban eddig megjelent, egymásnak ellentmondó adatok ellenőrzésére a solanint és solanidint igen pontosan megvizsgáltam. Számos elemzés középértékeképpen a solaninra a következő képlet állítható fel: $C_{44}H_{72}O_{15}N$. Ebből következőleg — föltételezve, hogy a solaninban a három cukor triszaharid alakban van jelen — a solanidin szerkezete $C_{26}H_{42}ON$. Ezzel szemben a sósavas solanin elemzéséből a $C_{26}H_{40}ON$ összetétel származható.

Kísérleti rész.

A kísérletekhez felhasznált termék E. MERCK-től való, jelzése: Solanin purriss. cryst. (solanidin és amorfi bázis mentes). Elemzése a következő értékeket adta:

- I. 10·548 mg : 22·74 mg CO_2 , 8·18 mg H_2O .
- II. 11·095 " : 23·86 " CO_2 , 8·57 " H_2O .
- III. 11·559 " : 24·92 " CO_2 , 8·90 " H_2O .

¹ Előbb megadott helyen.

- IV. 1·6840 mg : veszteség, vákuumban foszforpentoxid felett, 100°-on: 0·0904 gr H_2O .
 V. 1·4826 gr : veszteség : 0·0792 gr H_2O .
 VI. 14·002 mg : 0·198 cm^3 N, 767 mm, 19·5°.
 VII. 11·716 „ : 1·321 „ $n/100$ HCl.
 VIII. 12·982 „ : 1·42 „ $n/100$ HCl.
 IX. 12·380 „ : 1·32 „ $n/100$ HCl.

| | C% | H% | | N% |
|------|-------|------|-------|-------|
| I. | 58·79 | 8·68 | VI. | 1·66 |
| II. | 58·66 | 8·64 | VII. | 1·58 |
| III. | 58·78 | 8·62 | VIII. | 1·53 |
| | | | IX. | 1·49. |

Középértékek, az 5·35% vizet tartalmazó anyagra megadva : 58·74% C, 8·64% H, 1·56% N. Vizmentes anyagra : 62·06% C, 8·50% H, 1·65% N.

A solanin — fenti értékekből számított — összetétele : $C_{44}H_{72}O_{15}N$.

A termék forgatóképessége piridinben : $[\alpha]_D = -59·45^\circ$.

Acetilsolanin.

50 gr solanint 50 gr vizmentes nátriumacetáttal és 250 cm^3 ecetsavanhidriddel melegítünk vízfürdőn, míg oldatba megy. További egynegyedórás melegítés után 750 cm^3 vízbe öntjük és egy éjszakán át állni hagyjuk. Világos színű olaj válik ki. Hígított konyhasóoldattal átdolgozva tésztaszerű lesz. Az anyalúgot párszor híg konyhasóoldattal cserélve szintelen porrá nyomkodható szét az anyag. Leszivatva híg konyhasóoldattal mossuk és vákuumexszikkátorban foszforpentoxid és égetett mész felett szárítjuk. A nyerstermék súlya 62 gr.

A tisztításhoz 12 gr terméket 40 cm^3 kloroformban oldunk, szűrjük és a szüredéket csökkentett nyomáson eredeti térfogatának egy harmadára pároljuk be. A kapott olajat 150 cm^3 száraz éterbe keverjük be. Az acetiltermék szintelen por alakjában válik ki. Az anyagot éter alatt gondosan eldörzsölve leszivatjuk és éterrel mosva vákuumexszikkátorban foszforpentoxid, paraffin és

égetett mész felett szárítjuk. Ily módon kilenc gr tisztított termék nyerhető.

| | | | | | |
|------|-------------|--------------|-------------|---------|----------|
| I. | 11·506 mg : | 23·81 mg | CO_2 , | 7·51 mg | H_2O , |
| II. | 11·301 " : | 23·36 " | CO_2 , | 7·30 " | H_2O , |
| III. | 15·360 " : | (Kjeldahl) : | 1·19 cm^3 | $n/100$ | HCl , |
| IV. | 16·180 " : | " : | 1·42 " | $n/100$ | HCl . |

| | C% | H% | N% |
|----------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| Talált érték : | I. 56·44, II. 56·37 | I. 7·30, II. 7·23 | III. 1·10 IV. 1·23 |

Tridekaacetilsolaninra [$: C_{70}H_{98}O_{26}N(1400\cdot79)$] számított érték: 59·97% C, 7·5% H, 1·0% N volna.

A különbség a széntartalomban meglehetősen nagy, tekintetbe kell venni azonban azt, hogy a számított képlet a solanin fent kapott $C_{44}H_{52}O_{17}N$ összetételén alapul. Ezenkívül a solanidin csoportban az ecetsavanhidrid hatására valószínűleg még ismeretlen átváltozások történnek.

Forgatóképesség abszolút alkoholban :

$$[\alpha]_D^{20} = -\frac{2\cdot15^\circ \times 8\cdot7180}{0\cdot8194 \times 0\cdot6544} = -34\cdot96^\circ.$$

Kapillárisban hevítve 190° -on zsugorodik és 204 — 205° -on látható bomlás nélkül olvad az anyag. Oldja alkohol, metilalkohol, kloroform, benzol, aceton és etilacetát; nem oldja víz, éter és petroléter.

Acetilezett solanidinglükózid.

50 gr acetilezett solanint 100 cm^3 kloroformba oldva 100 cm^3 jégezetes brómhidrogént adunk hozzá. Egy órahosszat áll szobahőmérsékleten. A felhasznált savkeverékben 100 gr jégecetre 70 gr brómhidrogén jut. A világossárga oldatot 200 cm^3 kloroformmal hígítva 500 cm^3 jeges vízbe öntjük és a kloroformos oldatot savmentesre mossuk, klorkalciummal megszáritjuk, csökkentett nyomáson 30 cm^3 térfogatra pároljuk be és folytonos keverés közben 400 cm^3 száraz éterbe csepegtetjük. Az acetilezett solanidinglükózid sárgás kenőcs alakjában válik ki. Éter alatt szét-

dolgozva könnyen porszerűvé alakul át. Leszivatva újból 150 cm³ száraz éterrel dörzsöljük össze és leszivatjuk. Tisztítás végett 70 cm³ kloroformban oldjuk, a szüredéket bepároljuk és 300 cm³ éterbe belekeverve jól átdolgozzuk, leszivatjuk és vákuumexszikátorban foszforpentoxid, paraffin és égetett mész felett megszáritjuk. 22 gr-ot kapunk. A termék anyalúgijából, alábbi leírás szerint, az acetilezett ramnozido-galaktóz különíthető el.

A termék még brómtartalmú:

I. 0·3052 gr : 9·04 cm³ $n/10$ $AgNO_3$ = 2·37% Br.

II. 0·0808 " : 2·35 " $n/10$ $AgNO_3$ = 2·35% Br.

Kloroformos oldatból kétszer egymásután kicsapva éterrel a brómtartalom 1·70%-ra csökken, ez tovább már félnapig tartó folytonos éterkioldás után sem csökken. Elemzési adatai:

I. 11·847 mg : 25·85 mg CO_2 , 8·50 mg H_2O ,

II. 12·041 " : 26·38 " CO_2 , 8·51 " H_2O .

Talált érték:

I. 59·51% C, II. 59·75% C és I. 8·03%, II. 7·91% H.

Forgatóképessége abszolút alkoholban:

$$[\alpha]_D^{20} = - \frac{0\cdot57^\circ \times 8\cdot3816}{0\cdot8304 \times 0\cdot7182} = - 8\cdot01^\circ.$$

Kapillárisban hevítve 115 és 120° között olvad az anyag bomlás és gázfejlődés közben.

Redukálóképesség. Hidrolízis előtt nem redukál. 5%-os sósavval 2 órahosszat hidrolizálva 0·2016 gr-ból 10·63 cm³ $n/10$ $KMnO_4$ -nak megfelelő cukor keletkezik = 17·16%, glükózra számítva.

A termék oldódik metilalkohol-, alkohol-, kloroformban, némileg etilacetátban, nem oldja víz, éter és benzín, meglehetősen jól oldódik meleg és nehezen hideg acetonban; meleg benzolban nehezen oldódik, hidegben majdnem oldhatatlan.

Az acetilezett solanidinglükózid elszappanosítása és hidrolizise.

I. 5 gr acetilezett solanidinglükózidot 10 cm³ alkoholban oldva cseppenkint tömény nátronlúgot keverünk hozzá. Ezután kis részletekben, 40 cm³ vizet és 50 cm³ 10%-os sósavat adva hozzá. melegedés közben oldatba megy. Visszacsepegő hűtőt alkalmazva melegítjük. Fél óra múlva a kiváló solanidinklórhidrát miatt a hidrolizist félbe kell szakítani. A kivált anyagot leszivatva, a szüredéket további 1·5 órahosszat melegítjük, visszacsepegő hűtő alkalmazása mellett. A második kiválást is leszivatjuk, a szüredéket vízzel hígítjuk, ólomkarbonáttal semlegesítjük, a szüredékből a halogént ezüstkarbonáttal eltávolítjuk, az oldatban maradt fémeket kénlhidrogénnel leválasztjuk és a szüredéket csökkentett nyomáson bepárolva 50 cm³-re töltjük fel. A termék redukáló-képessége alapján meghatározva, az oldatban 0·5958 gr glükóz van. Az oldatban — csökkentett nyomáson bepárolva — meghatároztam a forgatóképességet:

$$[\alpha]_D^{20} = + \frac{2 \cdot 22^\circ \times 13 \cdot 7040}{1 \cdot 0607 \times 0 \cdot 5958} = + 48 \cdot 14^\circ, \text{ vízben.}$$

Ezután az oldatot csökkentett nyomáson szárazra párolva, 0·6 gr vízmentes nátriumacetáttal és 3 cm³ ecetsavanhidriddel vízfürdőn 1 órahosszat melegítve megacetilezzük, 7 cm³ vízbe öntjük és a kivált kristályos anyagot forró alkoholból kétszer átkristályosítjuk. A kapott β -pentaacetilglükóz 131°-on olvad.

II. 5 gr acetilezett solanidinglükózidot 30 cm³ alkoholban oldva, 30 cm³ 10 %-os sósavat adunk hozzá és 1/2 órahosszat forraljuk visszacsepegő hűtő alkalmazása mellett. Ezután csökkentett nyomáson kb. 10 cm³ alkoholt párolunk le belőle, a lepárolt mennyiséget 5 %-os sósavval pótoljuk és további 1 órahosszat forraljuk. Ezt a műveletet 1/2---1/2 órás forralás után még kétszer ismétljük. Az egyes forralások után kiváló solanidinklórhidrátot leszivatjuk. A szüredéket vízzel hígítjuk, ólomkarbonáttal, ennek szüredékét pedig ezüstkarbonáttal kezelve eltávolítjuk a halogént, ezután pedig — mint az később, a ramnozido-galaktóz tisztításánál le van írva — a solanidinszennyezéseket

távolítjuk el bázisos ólomacetáttal. Végül az ólmot kénhidrogénnel választjuk le. A szintelen oldatot csökkentett nyomáson bepároljuk. Glükóz tartalmát redukeciója alapján határozzuk meg. 0·3051 gr glükóz van benne.

Forgatóképessége:

$$[\alpha]_D^{21} = + \frac{1 \cdot 47^\circ \times 11 \cdot 1926}{1 \cdot 0390 \times 0 \cdot 3051} = + 51 \cdot 90^\circ.$$

Az oldatot az oszazonpróbához használtam fel. 0·4 gr sósavas fenilhidrazint, 0·8 gr kristályos nátriumacetátot és 5 cm³ vizet adva hozzá, vízfürdön 1 és 1/4 órahosszat melegítettem. A kivált terméket háromszor 50%-os, negyedszer pedig 60%-os alkoholból kristályosítottam át. A termék egészen tiszta, a fenilglükoszazon összes sajátságát mutatja.

Ramnozido-galaktóz.

A diszaharid azokból az első éteres anyalügokból különíthető el, melyekből az acetilezett solanidinglükozid vált ki. Ha ezeket az oldatokat csökkentett nyomáson bepároljuk, a kapott maradék brómtartalma 22—25%. A magas brómtartalom okozói a solanidinrészből keletkezett szennyezések. Az éteres oldatokat csökkentett nyomáson, közönséges hőmérsékleten bepárolva, a visszamaradó olajat 70 cm³ acetonban oldjuk és 10 cm³ vizet adunk hozzá. A halogén eltávolítása végett feleslegben alkalmazott ezüstkarbonáttal rázatjuk rázógépen. Egy óra múlva a szüredék brómmentes. Leszűrve az ezüstcsapadékot metilalkohollal mossuk, a szüredéket csökkentett nyomáson bepároljuk és abszolút alkohollal ismételten átpárolva víztelenítjük, majd kloroformban oldva, nátriummetiláttal szappanosítjuk el.¹

A víztelenített anyagból 20 gr-ot 40 cm³ kloroformban oldunk és 1 gr nátrium 50 cm³ metilalkoholos, erősen lehűtött oldatát adjuk hozzá, hűtőkeverékben hűtve, folytonos rázogatózás közben. Öt perc múlva a reakcióterméket választótölcsérbe öntjük, 100 cm³ vizet adunk hozzá és alaposan összerázzuk. A víz

¹ ZEMPLÉN GÉZA: Berichte Dtsch. chem. Ges. 59. 1258. (1926).

hozzáadása után a kloroformos oldat kocsonyás lesz, mert rázaskor a solanidinszennyezések a lúgos oldatból a kloroformos oldatba mennek át. A kloroformos részt elválasztva, a vizes oldatot ecetsavval savanyítjuk meg és a további, solanidinből származó szennyezést, bázisos ólomacetáttal távolítjuk el. Ez a solanidint, valamint ennek bomlástermékeit a vizes oldatból kicsapja. A keletkezett csapadék azonban a bázisos ólomacetátfeleslegben oldódik, ezért a felesleget gondosan el kell kerülni. Az ólomcsapadék szüredékét egy éjszakán át állni hagyjuk. Az ezalatt még kiváló csekély anyagot leszűrjük. A szüredékbe kénhidrogént vezetünk, leszűrjük s a színtelen oldatot csökkentett nyomáson bepároljuk. A maradékot alkohollal vitzelenítjük és 100 cm³ meleg alkohollal lúgozzuk ki. A cukor, jeges vizes hűtés alatt, gyorsan megdermedő szirup alakjában válik ki. Az anyalúgot leöntjük róla; ebben van a nátriumacetát legnagyobb része, jelzése: A.

A biózt újra felfőzzük 80 cm³ alkohollal, az oldat egy éjszakán át áll. A kivált termék eldolgozva könnyen színtelen porrá megy szét. Gyorsan leszivatva, foszforpentoxid felett szárítjuk meg. Termelés 1.5 gr. Az itt kapott második anyalúgot, B-t, különböző kísérletekhez használtam fel.

A színtelen poralakú bióz nedvszívó.

Forgatóképessége vízben:

$$[\alpha]_D^{18} = \frac{0^\circ \times 10.3846}{1.0261 \times 0.5230} = 0, \text{ vízben.}$$

5%-os sósavval, két órahosszat tartó hidrolízis után:

$$[\alpha]_D^{18} = +10 \frac{1.05}{0.2584} = +40.64^\circ, \text{ vízben.}$$

A galaktóz és ramnóz äquimolekuláris oldatának számított forgatóképessége: $[\alpha]_D^{18} = +46.2^\circ$.

Redukálóképesség.

Hidrolízis előtt: 0.10336 gr : 14.33 cm³ n/10 KMnO₄ = 46.06% glükóz.

5%-os sósavval két órahosszat hidrolizálva:

$$0.05168 \text{ gr} : 11.70 \text{ cm}^3 \text{ n. } 10 \text{ KMnO}_4 = 74.12\% \text{ glükóz.}$$

A *B* jelzésű anyalúgban — hidrolízis előtti redukció alapján meghatározva — 1·84 gr bióz van.

Acetilezés. A *B* jelzésű oldat körülbelül $\frac{1}{3}$ részét csökkentett nyomáson szárazra pároljuk, párszor abszolút alkohollal viztelenítjük és 0·8 gr vízmentes nátriumacetáttal és 4 cm³ ecetsavanhidriddel egy órahosszat melegítve megacetilezzük. 10 cm³ vízbe öntve, egy éjszakán át áll. A vizet megújítva a kivált olaj lassan megdermed és porrá dolgozható el. Leszivatva vízzel mosuk és vákumexszikkátorban foszforpentoxid felett megszáritjuk. Súly 0·28 gr.

Redukálóképesség:

Hidrolízis előtt: 0·1464 gr : 11·90 cm³ *n*/10 $KMnO_4$ = 26·64%,
glükózra számítva.

5%-os sósavval két órahosszat hidrolizálva:

0·0884 gr : 11·24 cm³ *n*/10 $KMnO_4$ = 41·52% glükóz.

Ha ezeket az értékeket ramnozido-galaktózra számítjuk át, akkor hidrolízis előtt 50·66%, hidrolízis után 78·95%-át kapjuk a glükóz redukciójának.

A szabad, illetőleg a kapcsolt cukorrész megállapítása a ramnozidogalaktózban.

A meghatározás a WILLSTÄTTER-féle jodometriás oxidálás és a TOLLENS-féle metilfurfuroldesztillálás összekapcsolása segítségével történt.

Az oxidálás következőképpen folyt le: 30 cm³ körülbelül 2%-os biózoldathoz 68 cm³ *n*/10 jóddoldatot adva, állandó rázogatózás közben 105 cm³ *n*/10 nátronlúgot csepegtettünk hozzá. 15 perces állás után 10%-os kénsavval gyengén megsavanyítva, a felszabaduló jódot kloroformmal ráztuk ki. Erre 600—700 cm³ kloroform kell. A 200 cm³ körüli térfogatú vizes oldatot 100 cm³ tömény sósavval elegyítve a metilfurfuroldesztillálásnak vetjük alá. Az első 30 cm³ párlatot nem egyesítjük a főpárlattal, mert benne kevés kloroform és némi jód van. Ezután a lepárlódó sósavat 50—50 cm³ 12%-os sósavval pótolva, 400 cm³ párlatot gyűjtünk.

Előkísérletek:

I. 0·28 gr galaktózt fenti módon oxidálva, a kivált jódot kloroformmal rázzuk ki és 0·28 gr ramnózt adva hozzá, sósavas desztillálást végzünk vele. A párlat floroglucinnal és barbitursavval adja a metilfurfurolra jellemző csapadékokat.

II. 0·28 gr ramnózt jodometriásan oxidálunk. Az ezt követő sósavas desztillálásnál kapott párlat se floroglucinnal, se barbitursavval csapadékot nem ad.

III. 0·28 gr galaktózt oxidálunk. A sósavas desztillálásnál kapott párlat floroglucinnal és barbitursavval csapadékot nem ad.

IV. 0·28 gr galaktózt előzetes oxidálás nélkül sósavval desztillálva oly párlatot nyerünk, mely floroglucinnal és barbitursavval negatív reakciót ad.

V. 0·28 gr ramnózt oxidálva a jód eltávolítása után 0·28 gr galaktózt adunk hozzá. A sósavas desztillálásnál kapott párlat floroglucinnal csapadékot nem ad, csak kissé zöld színű lesz az oldat.

VI. 0·28 gr galaktózt oxidálva eltávolítjuk a jódot és 0·28 gr ramnózt adunk hozzá. A sósavas desztillálás párlatához floroglucint adunk. Vörösbarna csapadék válik le. Gooch-tégelybe leszívatta, 4 órai 97°-os szárítás után súlya 0·1296 gr.

Főkísérletek:

A B jelzésű anyalúgból (a bióz átkristályosítás második anyalúgja (16 cm³-t) = 0·56 gr bióz) 30 cm³-re hígítva fenti módon oxidáljuk, a jódot eltávolítjuk és sósavval desztilláljuk. A párlatból floroglucinnal vörösbarna csapadék válik le, súlya 0·0778 gr.

A fenti oldatból 10 cm³-t jódoldattal oxidálva, a fölös jódot tioszulfáttal titráljuk vissza. Az oldatban eredetileg 0·35 gr bióz van jelen. Fogy rá 18·20 cm³ n/10 jódoldat, ennek 0·297 gr ramnozido-galaktóz felel meg.

A kísérletek szerint a ramnózesoport a kapott bionsavban a bióz oxidálása után is épen van meg, ebből következőleg a galaktózesoport kell hogy szabad legyen.

A galaktóz kimutatása:

A B oldatból 10 cm³-t (= 0·35 gr) 6·2 cm³ 1·4 fajsúlyú salétromsavval vízfürdőn bepároljuk. Ugyanily fajsúlyú salétrom-

savval újból bepárolva 1·5 cm³ vízzel higitjuk. Az egy éjszakai állás alatt kivált nyálkasavat Gooch-tégelyen leszűrve 2 cm³ vízzel mossuk. A nyálkasav súlya 0·0841 gr.

A sósavas solanidin elemzése.

Az elemzéshez felhasznált, exsikkátorban szárított anyag nedvességtartalma 0·26%. Erősebb szárítás gátolja a pontos beméréseket a mikromérlegen.

| | | C% | H% |
|------|--|-------|-------|
| I. | 8·589 mg : 24·10 mg CO ₂ , 7·94 mg H ₂ O | 76·53 | 10·34 |
| II. | 9·018 " : 25·29 " CO ₂ , 8·36 " H ₂ O | 76·50 | 10·37 |
| III. | 8·523 " : 23·94 " CO ₂ , 7·88 " H ₂ O | 76·60 | 10·34 |

Középérték : 76·54% C, 10·35% H.

Nitrogén meghatározás :

I. 3·747 mg : 0·91 cm³ n/100 HCl = 3·40% N,

II. 4·078 " : 1·03 " n/100 HCl = 3·54% N,

III. 5·044 " : 1·25 " n/100 HCl = 3·47% N.

Középérték = 3·47% N.

A száraz anyagra átszámítva a következő értékeket nyerjük : 76·74% C, 10·35% H, 3·48% N, 8·81% Cl, ennek megfelelő összetétel : C₂₆H₄₁ONCl a klorhidrát és C₂₆H₄₀ON a solanidin számára.

Fenti kísérletek elvégzésében nagy segítségemre volt GERECs ÁRPÁD okleveles vegyész-mérnök úr. Hozzáértő munkásságáért e helyen is köszönetet mondok.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 március 12.-én tartott üléséből.)

BEITRÄGE ZUR KONSTITUTION DES SOLANINS.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M. der Akademie.

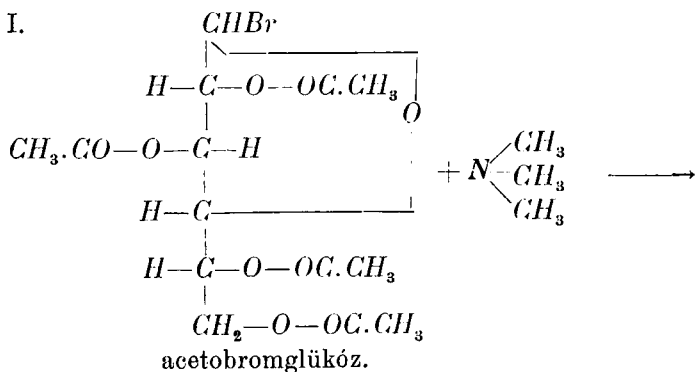
Bei der Behandlung der acetylierten Solanins mit Bromwasserstoffsäure in Eisessig entstehen zwei Spaltstücke: das eine ein Solanidinglykozidacetat, das andere eine Acetylverbindung einer aus Rhamnose und Galaktose aufgebauten Biose. Das Solaninglykozid ergab bei der Säurehydrolyse Solanidin und Glykose, und bei der Biose konnte der Nachweis erbracht werden, dass sie bei der jodometrischen Oxydation eine Rhamnosidogalaktonsäure bildet. Daraus lässt sich folgern, dass in dem Solanin ursprünglich der Solanidinrest an ein Trisaccharid gebunden ist. Bei der Hydrolyse entsteht aus letzterem die Rhamnosidogalaktose. Die Reihenfolge der Monosen in dem Trisaccharid ist demnach: Glykose, Galaktose-Rhamnose, und die Glykose ist mit dem Solanidin direkt verknüpft. Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 12. März 1928.)

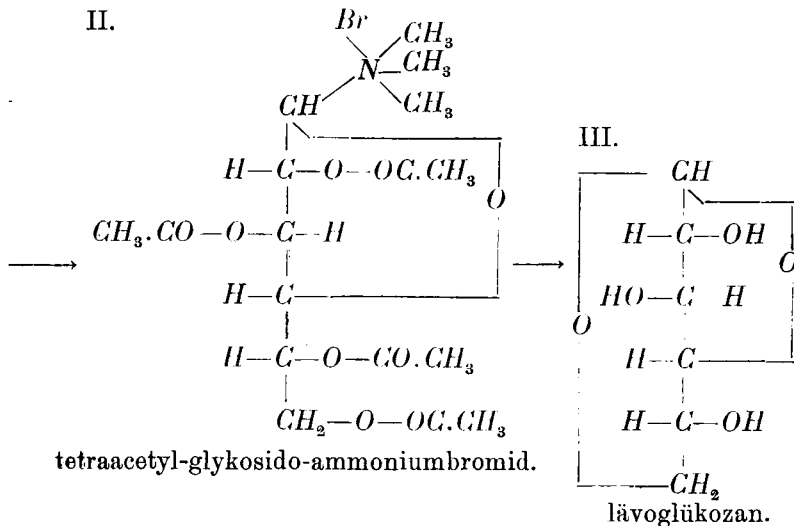
A KARRER-FÉLE CELLALRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA rendes tagtól.

Amikor acetobromglükóz és triméthylamint tartalmazó alkohol egymásra hatottak, a reakciókeverékből KARRER és SMIRNOFF¹ egy vízben könnyen oldható trimethylaminbázisnak bromidját különítették el, amelynek az volt a tulajdonsága, hogy báriumhydroxiddal való melegítésre lüvoglükozánt szolgáltatott, amint az a következő szimbolumokból kivehető:

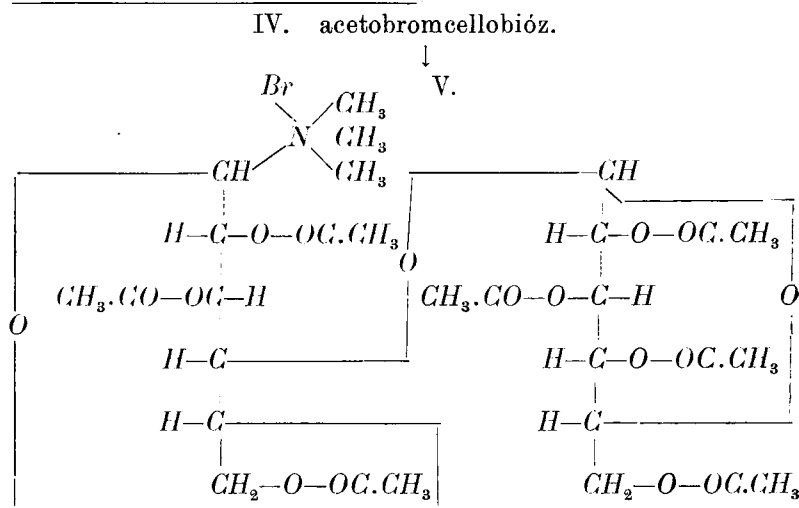
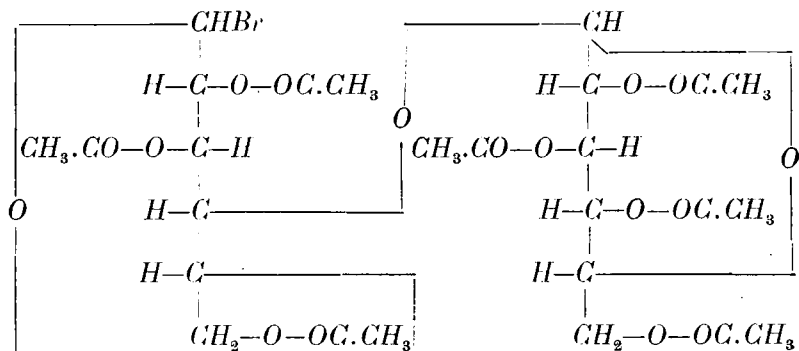


II.



¹ P. KARRER és P. SMIRNOFF: Helv. Chim. Acta IV. 817 (1921).

Ezt a reakciót igyekezett KARRER¹ a diszacharidokra is kiterjeszteni, ahol azt remélte, hogy analóg szerkezetű anhydrobiózokhoz juthat el. Így az acetobromcellobióz esetében, amelyet kutatásainak nyersanyagául választott, azt remélte, hogy az következőképpen fog átalakulni:



VI. lävoglükózánszerkezetű anhydrocellobióz.

A kísérletek végrehajtása azonban halogén és nitrogénmentes anyaghoz vezetett az acetobromcellobiózból alkoholos

¹ P. KARRER, ANGELA WIDMER és JOH. STAUB: Helv. Chim. Acta VII. 519 (1924).

trimethylaminoldat hatására, amelyet KARRER, tulajdonságai alapján egy hatszor acetylezett nem lüvoglükózán típusú anhydro-cellobióznak tart és amelynek a «cellalacetat» nevet adta. A névben kifejezésre akarja juttatni a vegyületnek erős redukáló képességét, mely egy lüvoglükózán szerkezetű vegyülettől nem várható. A cellalacetat elszappanosítását, bár sokat foglalkozott vele, nem sikerült neki olyan módon elvégezni, hogy valamilyen jellegzetes terméket lehessen a reakciókeverékből elkülöníteni, továbbá azt is észrevette, hogy a cellalacetat brómos kloroform-oldatból színbrómot képes felvenni és egy kristályos brómvegyületet szolgáltat, ellenben brómhydrogén hatására jégecetes oldatban nem változik, mert brómtartalmú vegyületet nem szolgáltat.

A cellalacetat felkeltette érdeklődésemet és foglalkozni kívántam vele, mert hiszen nyilvánvaló, hogy egy jól jellemzett diszacccharid-anhydrid sajátosságainak tüzetes tanulmányozása nagyot lendíthet a polyszacccharidok csoportjában még mindig sok nyitott kérdés megoldásánál.

Elsősorban a cellalacetat termelést szerettem volna az előállítás körülményeinek megváltoztatásával megjavítani. Ebből a célból egész sorozatát a kísérleteknek állítottam be, leforrasztott üvegcsővekben dolgozva, még pedig 70, azután 80—85°-nyi hőmérsékleten. Kiderült, hogy 70°-on végezve a reakciót, a ki-termelések alacsonyabbak és a nyert készítmények rosszabbak, amennyiben csak igen gyakori átkristályosítás után lehet a KARRER által megadott olvadáspontot elérni. A magasabb hőmérsékleten megejtett kísérletek azt eredményezték, hogy nem lehet egyelőre a KARRER-féle termelést fokozni és hogy a cellalacetaton kívül semmiféle közbeeső terméket vagy egyéb kristályos anyagot elkülöníteni nem lehet. Hiába igyekeztem a körülmények változtatásával célt érni, az elkülöníthető anyagok kellő tisztítása után mindig a KARRER-féle cellalacetatot kaptam meg, pontosan ugyanazokkal a sajátosságokkal (olvadáspont, forgatóképesség, brómfelvétel, redukció). Mint alább látni fogjuk, ezt a terméket KARRER teljesen félreismerte összetételében és még inkább szerkezetében.

Először elszappanosítási kísérleteket végeztem, még pedig

azzal a kiméletes módszerrel,¹ mely a kloroformos oldatnak nátriummethylos kezelésében áll. Ilyenkor nem válik ki nátriummethylos addíciós termék, ami pedig mindig bekövetkezik, ha normális acetylezett cukrokat szappanosítunk el. A reakciókeverék feldolgozása után kereken az elméleti mennyiség 50%-át nyertem ki kétszer átkristályosított, tiszta cellobiózban.

Ezután számos kísérletet hajtottam végre a cellalacetat brómfelvételére vonatkozólag. Ezek a kísérletek megmutatták, hogy a vegyület egy molekulásúlynyi mennyisége csak egy atómsúlynyi brómot képes megkötni és hogy, mint azt KARRER is megállapította, jégecetes brómhidrogén hatására brómtartalmú anyag nem keletkezik belőle.

A kristályos brómterméket különféle átalakításoknak vettem alá. Meglepő volt különösen az ezüstcarbonat hatása száraz, abszolút methylosalkoholban, amely szép, kristályos termékhez vezetett. Ez a termék teljesen egyezett tulajdonságaiban a cellalacetattal, mindössze az olvadáspontja volt többszöri átkristályosítás dacára kissé alacsonyabb. Megfontolandó azonban, hogy az anyag bomlás közben olvad. Feltűnő volt, hogy a termék methoxylmentes, amely tulajdonsága minden eddig ismert halogéntartalmú vegyülettel ellenkezik, mert ezek hasonló körülmények között methoxyltartalmú származékot szolgáltatnak.

Ugyanezt az anyagot kaptam meg a brómterméknek abszolút benzolos oldatban, száraz ezüstacetattal való kezelésénél, továbbá nedves acetonos oldatban ezüstcarbonat hatására és kloroformos oldatban vizes kénessavval.

Ezek a kísérletek azt mutatták, hogy a brómtermék nem képes cserebomlásokban résztvenni, mert a legkülönfélébb reakciók alkalmával a bróm kivehető a vegyületből a nélkül, hogy a helyére kerülne valami más atómcsoport, vagyis, hogy ez a bróm itt nem helyettesíthető.

Ezek a meglepő eredmények a kiindulás anyagának: a cellalacetatnak, a brómterméknek és a brómtermékből különböző úton nyert készítményeknek rendszeres és alapos vizsgálatát

¹ GÉZA ZEMPLÉN: Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. 59. 254. (1926).

vonták maguk után, melynek folyamán valamennyit ismételtelen megelemeztem.

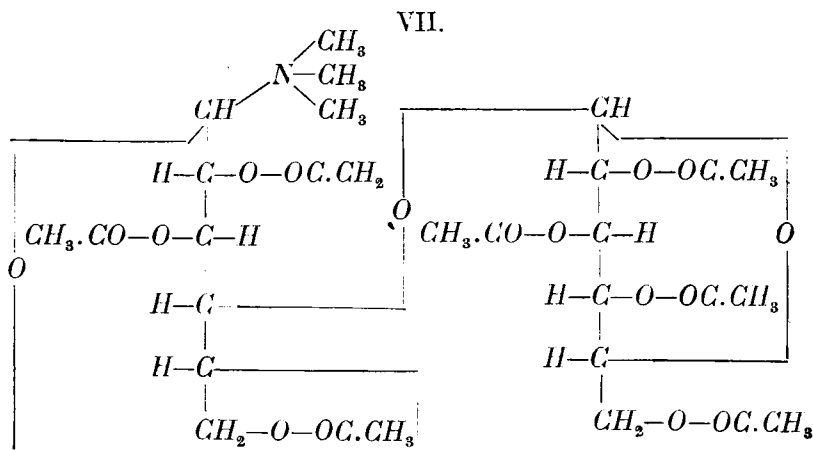
A számos elemzés eredményeinek összeállításánál kiderült, hogy a szénttartalom kereken 1%-al, a hidrogéntartalom pedig kereken 0·7%-kal magasabb, mint azt a cellalacetat összetétele: $C_{12}H_{14}O_{10}(CO.CH_3)_6$ megkövetelné, ellenben az acetylszámmeghatározások a cellalacetatra számított értékekkel a megengedett hibahatárok között egyeznek. Sok fejtörést okozott ezeknek az elemzési adatoknak az értelmezése, mert rájöttem, hogy semmi-féle acetylezett cukor vagy cukoranhydridben ilyen magas hidrogéntartalom nem lehet. Nem maradt más hátra, mint azt föltételeznem, hogy a vegyület még a trimethylamincsoportot magában foglalja. Ez a feltevés minden tekintetben valónak bizonyult, amint azt a táblázatban foglalt adatok bizonyítják. Különben a trimethylamint minőségileg is ki lehet a cellalacetatban mutatni, ha az alkoholos oldatot lúggal melegítjük, amidőn a trimethylamin szaga határozottan érzik és az oldatból alkalikus hatású gőzök távoznak.

| Vizsgált anyag jelzése | Olvadáspont | Forgatás $[\alpha]_D$ kloroformban | C% | H% | N% | Acetylszám |
|---|------------------|---------------------------------------|-------|------|------|------------|
| KARRER-féle cellalacetat: | 205—206° | —10·98° | 49·51 | 5·69 | | 45·48% |
| | bomlás | —11·14° | 49·66 | 5·70 | | |
| | közben | —11·3° | 49·86 | 5·9 | | 50·26 5·82 |
| Az én, cellalacetatnak nézett, termékem | 205—206° | —11·07° | 51·22 | 6·31 | 2·26 | 44·49% |
| | bomlás | | 51·30 | 6·39 | 2·25 | 43·73% |
| | közben | | 51·50 | 6·50 | 2·27 | |
| A brómtermékből vizes acetonban ezüstcarbonattal kapott termék: | 202 ° | —10·90° | 51·19 | 6·51 | 2·28 | 45·56% |
| | bomlás közben | | | | 2·26 | |
| Brómtermékből abszolút methylalkoholban ezüstcarbonattal kapott termék: | 195—196° | —10·82° | 51·10 | 6·37 | 2·27 | 44·07% |
| | 199° | —11·33° | 51·16 | 6·48 | 2·21 | |
| | bomlás közben | | | | | |
| Brómtermékből benzolban ezüstacetattal kapott termék: | 198° | —11·09° | 51·17 | 6·30 | 2·26 | 45·24% |
| | bomlás közben | | | | 2·15 | |

| Vizsgált anyag jelzése | Olvadáspont | Forgatás $[\alpha]_D$ kloroformban | C% † | H% | N% | Acetylszám |
|---|--------------------------|---------------------------------------|-------|------|------|------------------|
| Brómtermékből vizes ké- nessavval kapott termék: | 195° bomlás közben | -10·55° | 51·18 | 6·31 | 2·20 | 45·54% 44·96% |
| Cellalacetatra $C_{12}H_{14}O_{10}(CO.CH_3)_6$ szá- mított értékek: | | | 49·99 | 5·59 | | 44·8% |
| Heptaacetylcellobiosido- trimethylamin $C_{29}H_{44}O_{17}N=678·36$ (VII. szerkezet) számított értékei: | | | 51·30 | 6·54 | 2·07 | 44·39% |

A cellalacetat ezek szerint nem létező vegyület, mert az annak vélt anyag tulajdonképpen acetylezett trimethylaminszár-
mazéka a cellobióznak.

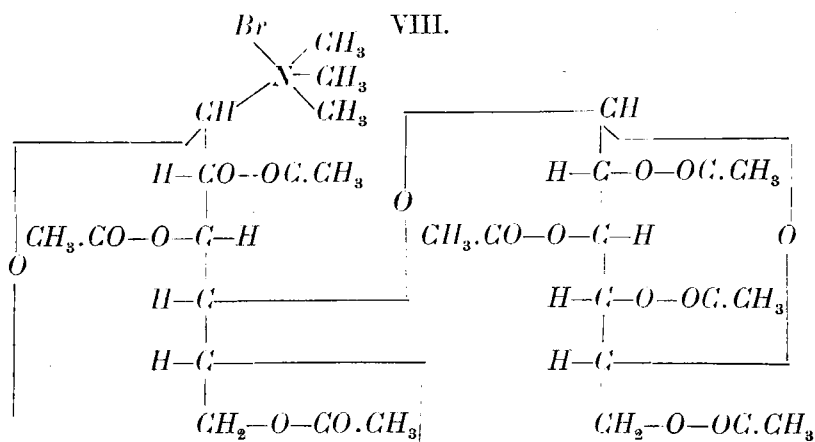
Az a kérdés marad csak hátra, hogy a vegyület elemzési
adatai és tulajdonságainak ismerete mellett milyen szimbolum-
mal fejezzük ki annak szerkezetét. Ha végigtekintünk az elkép-
zelhető szerkezeteken és megfontolás tárgyává tesszük a vegyü-
letből keletkező brómtartalmú származékokat is, akkor a következ-
ő szimbolumokhoz jutunk:



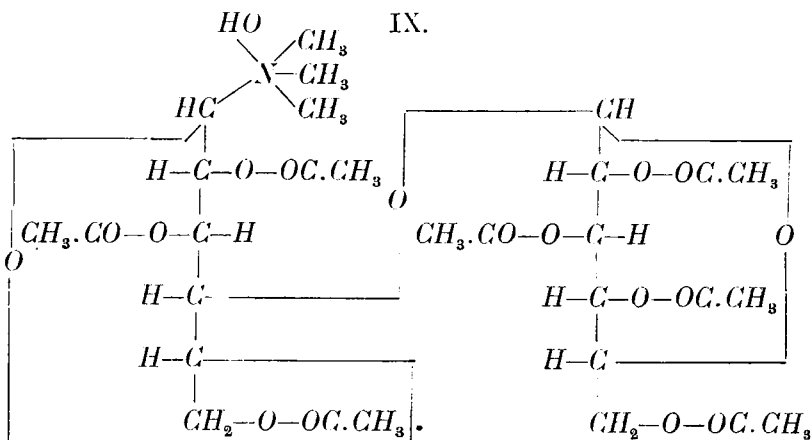
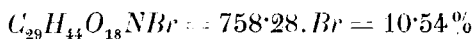
Heptaacetylcellobiosidotrimethylamin.

$C_{29}H_{44}O_{17}N=678·36$. $CH_3CO=44·39\%$, $C=51·30\%$, $H=6·54\%$
 $N=2·07\%$.

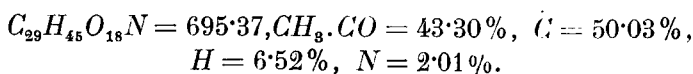
Bróterméke :



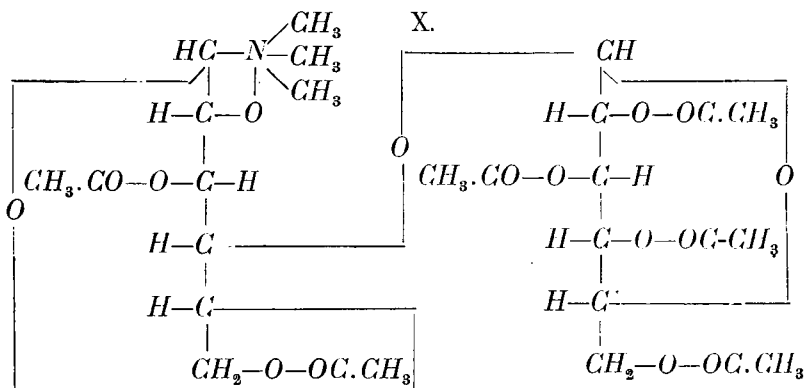
Heptaacetylcellobiosidotrimethylammoniumbromid.



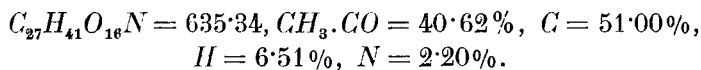
Heptaacetylcellobiosidotrimethylammoniumhydroxyd.



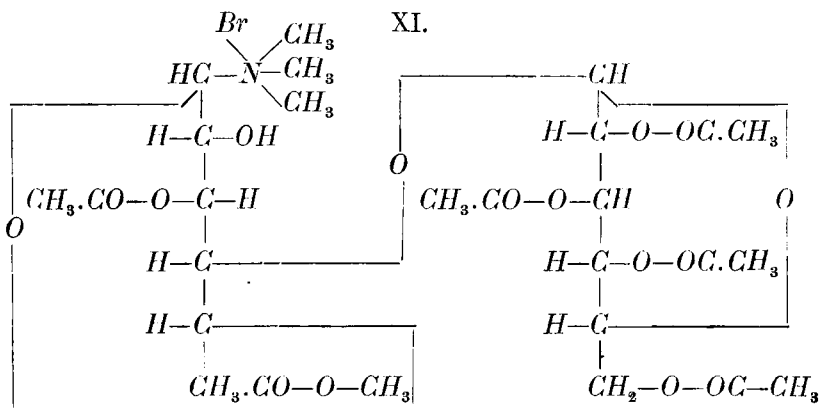
Fentivel azonos bróterméket adna.



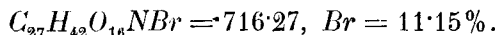
Hexaacetylcellobiosidotrimethylammoniumhydroxyd-anhydrid.



Brómterméke:



Hexaacetylcellobiosidotrimethylammoniumbromid.



Rá kell jönnünk, hogy az egyetlen komolyan számbajöhető szerkezet az, amelyet a VII. szimbolum fejez ki. Ebben a szimbolumban igaz, hogy a nitrogénnek az egyik vegyértéke szabad, azonban legjobban elégti ki az elemzések és a vegyület tulajdonságai által előírt következményeket. A nitrogénnek 3 vegy-

értéke le van kötve methyllal, a negyedik pedig a nagy, acetyllezett cellobiózkomplexummal. Ennek következménye az, hogy az ötödik vegyértéknek a kapcsolódási képessége olyan minimumra csökken, hogy már csak az agresszív brómot tudja megkötni és a brómnál kevésbé erőlyesen működő atómcsoportok már nem képesek reákapcsolódni. Azt is megmagyarázza ez a szimbolum, hogy miért nem ad a termék jégecetes brómhydrogénnel brómtartalmú vegyületet.

Vita tárgyát képezhetné még a X. szimbolumban kifejezésre jutott szerkezet, melyben egy oxygénhid köti össze a nitrogént a második szénatómmal. Ennek a vegyületnek a bromidképződésnél, amint azt a XI-es szimbolum mutatja, brómhydrogént kellene felvennie, azonfelül az acetylszámnak kerekén 4%-kal kisebbnek kellene lennie.

Hogy a megállapításokat egy másik példán is igazoljam, a maltóz esetét választottam, amely maltóz szerkezetében a cellobiózzal analóg. Habár a kiindulás anyaga, az acetobrómmaltóz, amorf volt, mégis minden nagyobb nehézség nélkül sikerült 70°-nál alkoholos trimethylamin hatására az analóg maltózvegyületet kinyerni. Ez összetételében és tulajdonságaiban teljesen a cellobióz származékkal hasonlónak bizonyult.

A acetobrómmaltóz abszolút alkoholban oldott trimethylaminvaló kezelésénél a legjobb eredmény a 70°-os vízfürdőben való két és fél órás melegítéssel volt elérhető. A három órás melegítésnél már rosszabb a termelés, a 90—95°-os melegítésnél pedig az anyag már szennyezettebb, úgyhogy csak többszöri átkristályosítással tisztítható, e közben pedig veszteség van, úgyhogy a végén a termelés is gyengébb.

A híg trimethylaminoldattal való kezelésnél elkülöníthető a melléktermékként keletkező trimethylaminhydrobromid, ami lehülésnél válik ki. Az acetobrómmaltózból pedig ez esetben heptaacetylmaltóz lesz.

KÍSÉRILETI RÉSZ.

**Acetobrómcellobióz kezelése trimethylaminnal.
Trimethylaminklorhydrat¹ és szabad trimethylamin készítése.**

Visszacsepegő hűtővel ellátott 3 literes gömblombikban olajfürdőn 500 gr paraformaldehydet 190 gr ammónkloriddal ömlesztettünk meg. A tömeg 130°-os olajfürdőben kezd olvadni igen élénk széndioxid fejlődés mellett. A széndioxid fejlődés főleg a reakció végefelé igen élénk. A pezsgés megszűnése-után még egy félóra hosszat melegítjük 170°-on. Kihülés után kristályos vizes tömeget kapunk. 420 gr paraformaldehyd és 160 gr ammónkloridból 265 gr trimethylaminklorhydrat kapható, ez 163·8 gr trimethylaminnak felel meg. A reakciókeverékből a trimethylamint 400 cm³ 30%-os nátronlúggal szabadítjuk fel és hydrogenáramban 300 cm³ cc. sósavban fogjuk fel. Az így nyert oldatot vákuumban sűrű sziruppá pároljuk és hydrogenáramban újból 33%-os lúggal megbontva, több égetett mésszel töltött tornyon megszáritva abszolút alkoholba vezetjük. Az abszolút alkoholt addig telítjük, míg 33%-os lesz.

Acetobromcellobióz készítése.

100 gr. oktaacetylcellobiózt 200 cm³ kloroformban oldunk és 200 cm³ jégecetes hydrogenbromiddal szobahőmérsékleten 6—7 órahosszat hagyjuk állni. (Melegebb időben 3—4 órát áll.) Utána körülbelül 1·5 liter jeges vízbe öntjük. A kloroformos részt újra körülbelül 1 liter vízzel rázzuk ki. Az egyesített vizes oldatokat kétszer-háromszor 100—150 cm³ kloroformmal rázzuk ki. Az egyesített kloroformos oldatokat jeges vízzel kimoszuk, míg a kongókék reakció eltűnik. Ez rendszeren 4—5 mosással érhető el. A klorkalciummal száritott oldatot megszűrjük és vákuumban körülbelül felére pároljuk. Ekkor ugyanolyan térfogatú æthert adunk hozzá, mire rögtön kiválik az acetobrómcellobióz. Leszivatva ætherrel mossuk ki, a kapott termék 80 gr. Az anyalúgból bepárlás után újabb mennyiség nyerhető.

¹ KARL SCHMITZ D. R. P. 270,260 Hl. 12 q, lásd FRIEDLÄNDER: Fortschritte der Teerfarbenfabrikation. 11. k. 111. l.

Halogén:

0.1114 gr: 1.60 cm³ n/10 $AgNO_3 = 11.48\%$ Br.

Elméleti *Br* mennyiség = 11.43%. | $C_{26}H_{35}O_{17}Br$ |.

Acetobrómcellobióz kezelése trimethylaminnal.

Előállítási kísérletek:

I. 2 órás melegítés 70°-on:

8.8 gr acetobrómcellobióz és

25 gr trimethylamin oldat. Körülbelül 15 perces melegítés után oldódik az anyag. Két órai melegítés után lehűtve, a kivált terméket leszivattam és vízzel mosva alkoholból kristályosítottam át. «A» anyag 0.8 gr. Többszöri átkristályosítás után kapillárisban hevítve 201.5°-on olvad, bomlás közben.

Az anyalúgot vízzel hígítva, a kivált terméket leszivatva és alkoholból többször átkristályosítva 0.6 gr súlyú, bomlás közben 199°-on olvadó terméket kaptam, «B» anyag.

II. 2.5 órás melegítés 70°-on:

5.8 gr acetobrómcellobióz, 17 gr abszolút alkoholos trimethylamin. Lehűtve nem válik ki semmi. Vízzel hígítva: $o\rho = 202^\circ$, bomlás közben.

III. Háromórás melegítés 70°-on:

5.8 gr acetobrómcellobióz, 17 gr trimethylamin oldat. Lehűlve nem válik ki semmi. Vízzel hígítva kivált termék 0.5 gr egy átkristályosítás után. Ötszöri átkristályosítás után $o\rho = 203^\circ$, bomlás közben.

IV. Négyórás melegítés 70°-on:

5.8 gr acetobrómcellobióz, 17 gr trimethylamin oldat. Lehűlésnél kristályos anyag válik ki. Leszivattva és alkoholból átkristályosítva 0.8 gr. Háromszor átkristályosítva $o\rho = 206^\circ$ (193° → 199° → 206°), bomlás közben.

Az anyalúgból, vízzel hígítva, nem vált ki semmi.

V. Hatórás melegítés 70°-on:

5.8 gr acetobrómcellobióz, 18 gr trimethylamin oldat. Lehűlésnél kivált termék 0.9 gr. Két átkristályosítás után $o\rho = 202-203^\circ$, bomlás közben.

0·54 gr-ot kétszer 20—20 cm³ ætherrel főztem ki, a maradékot leszivattam és ætherrel mosva szárítottam. 0·44 gr $op=202^\circ$, bomlás közben. Az ætheres oldatot bepárolva, kaptam 0·1 gr-ot, $op=202^\circ$, bomlás közben.

VI. Tizenkétórás melegítés 70°-on:

5·8 gr acetobrómcellobióz, 17 gr trimethylamin oldat. Lehülésnél kivált 0·3 gr. $op=196^\circ \rightarrow 199^\circ$.

VII. Nyolcórás melegítés 70°-on, kevesebb trimethylammal:

5·8 gr acetobrómcellobióz, 11·6 gr trimethylamin oldat. Lehülésnél kivált termék 0·8 gr. Kétszer átkristályosítva $op=199^\circ \rightarrow 205^\circ$, bomlás közben.

VIII. 1·5 órás melegítés 85—95°-on:

5·8 gr acetobrómcellobióz, 17 gr trimethylamin oldat. Lehülésnél kivált termék: 1·3 gr. $op=196-198^\circ$, bomlás közben. Alkoholbol kétszer átkristályosítva, 1·1 gr 205°-on olvad, bomlás közben.

$$[a]_D^{20} = -\frac{1\cdot18 \times 10\cdot7088}{1\cdot4779 \times 0\cdot7458} = -11\cdot46^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Nitrogén:

11·484 mgr: 0·203 cm³ N, 22 C°, 752 mm = 2·02% N.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminre számítva: 2·07% N.

Fenti kísérletsorozatban az I—VII. kísérletekben kapott termékek, a mellett, hogy termelésben is mögötte maradnak a VIII-asnál kapott terméknek, szennyezettek is, úgyhogy többszöri átkristályosításra is csak nehezen tisztíthatók meg úgy, mint a VIII-as termék egy vagy két átkristályosításra. A trimethylaminos kezelésre tehát a legjobb a VIII-as kísérletben leírt módszer, mely a KARRER által leírt készítéssel teljesen megegyezik. A végleges eljárás tehát a következő volt:

17·5 gr finoman porított acetobrómcellobiózt 50 gr 33%-nyi trimethylamintartalmú abszolót alkohollal 1·5 órát melegítettem leforrasztott bombacsőben 85—95°-on. Kihülés után a fehér kristályokat tartalmazó barna folyadékot leszivattam, a kristályos terméket vízzel jól kimosva alkoholból kristályosítottam át. Többszöri átkristályosítás után $op=205-206^\circ$, bomlás közben. Termelés 3·5 gr.

abszolút alkoholból másodszor átkristályosítva, 9 gr-ot kaptam. Kapillárisban hevítve 242°-on bomlik. Nitrogén nincsen benne.

Forgatás: vákuumpisztolyban szárított anyagból:

$$[\alpha]_D^{16.5^\circ} = + \frac{1.37^\circ \times 9.9890}{1.0350 \times 0.5184} = + 25.51^\circ, \text{ vízben.}$$

15 óra múlva a forgatás $\alpha = + 1.86^\circ$, $[\alpha]_D^{16^\circ} = + 34.63^\circ$.

Redukció: vákuumpisztolyban szárított anyagból:

hidrolízis előtt: 0.0760 gr: 17.00 cm³ n/10 $KMnO_4 = 0.0573$ gr
glükóz = 75.0% glükóz,

hidrolízis után: 5%-os HCl , kétórai forralás:

0.0376 gr: 11.40 cm³ n/10 $KKnO_4 = 0.373$ gr glükóz = 99.20%.

Nedvesség: vákuumpisztolyban 100°-on állandó súlyig szárítva:

$$1.7448 \text{ gr} : 0.0030 = 0.17\% \text{ nedvesség.}$$

Oszazonpróba: Az átkristályosítás anyalúgjit vákuumban bekoncentrálva, a maradékot vízben oldottam és sósavas phenylhydrazinnal vízfürdön $\frac{5}{4}$ óra hosszat melegítettem. A lehülésnél kiváló oszazont vizes alkoholból kristályosítottam át.

A termék kapillárisban hevítve 198—200°-on bomlik.

Forgatás: 4 cm³ pyridin + 6 cm abszolút alkoholban oldva:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = - \frac{0.07^\circ \times 8.6438}{0.8915 \times 0.1050} = - 6.46^\circ, 1 : 1.5 \text{ pyridin} + \text{abszo-}$$

lút alkoholban.

Nitrogén:

4.754 mgr: 0.447 cm³ N, 22 C°, 753 mm = 10.78% N.

Cellobiózphenyloszazonra számítva = 10.77% N.

Acetylezés: Az elszappanosított termékből 2 gr-ot 12 cm³ ecetsavanhydriddel és 2 gr vízmentes nátriumacetáttal olajfürdőn, 110—120°-on megacetyleztem. Oldatba menés után egy órát melegítettem 110°-on. Vízbe öntve világos olaj vált ki, mely rövidesen kristályos lett. Leszivatva, vízzel kimostam és 75 cm³ alkoholból kristályosítottam át. Másodszor 50, harmad-

szor pedig csak 30 cm³ alkoholból átkristályosítva, 3·5 gr-ot kaptam. 193°-on olvad, az olvadáspont ismételt átkristályosításnál sem változik.

Az acetyltermék forgatóképessége :

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = - \frac{0\cdot58^\circ \times 10\cdot0704}{1\cdot4905 \times 0\cdot7118} = - 5\cdot51^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Összehasonlítás végett tiszta cellobiózt hasonló vizsgálatnak vetettem alá.

Vákuumpisztolyos szárításnál a cellobióz súlyvesztesége 0·25 % volt.

$$1\cdot7046 \text{ gr} : 0\cdot0042 \text{ gr} = 0\cdot25\% \text{ nedvesség.}$$

Forgatás (száritott termékből):

$$[\alpha]_D^{16\cdot5^\circ} = + \frac{1\cdot15^\circ \times 14\cdot2113}{1\cdot0281 \times 0\cdot5957} = + 26\cdot68^\circ, \text{ vízben.}$$

Forgatása 15 óra múlva $\alpha = + 1\cdot47^\circ$, $[\alpha]_D^{16\cdot5} = + 34\cdot11^\circ$.

Redukció :

0·0700 gr : 16·15 cm³ n/10 $KMnO_4 = 0\cdot0544$ gr glükóz = 77·7 %.

Acetylezés : 2 gr-ot 110°-on 1·5 órahosszat acetylezve 3·2 gr acetylterméket kaptam. $op = 193^\circ$.

Az acetyltermék forgatóképessége :

$$[\alpha]_D^{16\cdot5^\circ} = + \frac{0\cdot60^\circ \times 10\cdot7080}{1\cdot4913 \times 0\cdot7942} = - 5\cdot42^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A heptaacetyl-cellobiozido-trimethylamin kezelése jégecetes brómhydrogénnel.

1 gr terméket 2 cm³ kloroformban oldva 2 cm³ jégecetes brómhydrogénnel hagytam állni 6 órahosszat. A kloroformos oldatot vízbeöntés előtt kloroformban hígítottam, jeges vízzel kimosva, klorkalciummal szárítottam és a szüredéket vákuumban bepároltam. A terméket, melyben a vákuumos bepárlás után a halogén csak nyomokban volt kimutatható, 15 cm³ alkoholból

kristályosítottam át. 0·55 gr-ot kaptam, $o_p = 181^\circ$. Átkristályosítva 196° , bomlás közben.

A heptaacetyl-cellobiózido-trimethylamin brómaddíciója.

Kloroformos brómoldatot készítettem. Halogén benne:

5 cm³-re: 15·92 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3 = 0·1272$ gr *Br*.

A kloroformos brómoldathoz még körülbelül 10 cm³ kloroformot és vizet adva $\frac{1}{2}$ gr káliumjodidot adtam hozzá s a kiváló jódot keményítő indikátor mellett titráltam.

I. kísérlet, 2 órai állással:

1 gr. termék 8 cm³ kloroformban oldva, hozzá 7 cm³ kloroformos brómoldat.

7 cm³ kloroformos brómoldat-

nak megfelel — — — — — 22·29 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

A visszatitrálásnál fogyott — — 10·34 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

Különbség: 11·95 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3 = 0·09551$ gr

$Br = 8·72\%$ *Br* a keletkező addíciós termékben.

II. kísérlet, 2 órai állás:

1 gr termék 8 cm³ kloroformban oldva, hozzá 11 cm³ kloroformos brómoldat.

11 cm³ kloroformos brómoldat

nak megfelel — — — — — 35·03 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

A visszatitrálásnál fogyott — — 23·44 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

Különbség: 11·59 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3 = 0·926$ gr

$Br = 8·47\%$ *Br*.

III. kísérlet, 24 órai állással:

1 gr termék 8 cm³ kloroformban oldva, hozzá 7 cm³ kloroformos bróm.

7 cm³ kloroformos brómoldat-

nak megfelel — — — — — 22·29 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

A visszatitrálásnál fogyott — — 8·98 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$.

Különbség: 13·31 cm³ n/10 $Na_2S_2O_3 = 0·1064$ gr

$Br = 9·62\%$ *Br*.

10 gr terméket néhány cm³ kloroformban oldva 25 cm³ kloroformos brómoldattal hagytam állni másnapig. A kloroformos brómoldat 1·38 gr brómot tartalmazott. Másnap vákuumban sűrű olajjá pároltam be és 40 cm³ acetonban oldva, 150 cm³ æthert adtam hozzá. A kivált terméket leszívva vákuumexsikkátorban szárítottam, súlya így 8 gr. Olvadáspontja 144°.

2 gr-ot acetonos ætherből ismételten átkristályosítottam. Az olvadáspont rendre 148—149°, újabb átkristályosításra ugyancsak 148—149°, bomlás közben.

Halogén:

0·3255 gr : 0·0862 gr. *AgBr* = 11·27% *Br*.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylammóniumbromidra számítva : 10·54% *Br*.

$$[\alpha]_D^{18} = - \frac{0\cdot5^\circ \times 15\cdot4602}{1\cdot501 \times 0\cdot7252} = - 7\cdot53^\circ, \text{ kloroformban.}$$

A brómaddiócs termék kezelése vizes ezüstcarbonattal.

2 gr brómterméket 20 cm³ acetonban oldva, 1 gr vizes ezüstcarbonattal rázattam, amíg a halogén teljesen lehasadt. Tisztára szűrve az oldatot, vákuumban bepároltam és 40 cm³ 50%-os vizes alkoholból kristályosítottam át. 1·4 gr-ot kaptam. 194—195°-on olvad. Átkristályosítva 197—198°, majd 202°, bomlás közben.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{18} = - \frac{0\cdot84^\circ \times 10\cdot0446}{1\cdot4920 \times 0\cdot5192} = - 10\cdot90^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Nitrogén:

I. 10·680 mgr : 0·213 cm³ N, 21 C°, 750 mm = 2·28% N,

II. 11·012 " 0·218 " N, 22 C°. 751 " = 2·26% N,

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva : 2·07% N.

Szén és hydrogén:

13·134 mgr: 24·65 mgr CO_2 , 7·64 mgr, $H_2O = 51·19\%$ C,
6·51% H.

Heptaacetyl-cellobiózido-trymethylaminra számítva: 51·30% C,
6·54% H.

Acetylszám:

0·3016 gr: 31·94 cm^3 n/10 $NaOH = 45·56\%$ CH_3CO .

Heptaacetyl-cellobiozido-trimethylaminra számítva: 44·39% acetyl

**A brómaddíciós termék kezelése száraz ezüstcarbonattal,
abszolút methyllalkoholban.**

1) 2 gr brómterméket 20 cm^3 abszolút methyllalkoholban oldva 0·63 gr száraz ezüstcarbonattal ráztam, míg a halogén teljesen lehasadt. Ezután tisztára szűrve vákuumban bepároltam és 40 cm^3 50%-os vizes alkoholból kristályosítottam át. 1 gr-ot kaptam. 194—195°-on olvad, bomlás közben. Újra átkristályosítva 199°-on bomlás közben.

Redukció:

194° op: 0·0982 gr: 10·7 cm^3 n/10 $KMnO = 0·0348$ gr
glükóz = 35·44% glükóz.

199°-osból: 0·0926 gr 10·73 cm^3 n/10 $KMnO = 0·0348$ gr
glükóz = 37·58% glükóz.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{14.5} = - \frac{0.95 \times 11.1260}{1.4936 \times 0.6246} = - 11.33^\circ, \text{ kloroformban.}$$

2) 6 gr brómterméket 60 cm^3 abszolút methyllalkoholban oldva, 1·9 gr vákuumpisztolyban szárított ezüstcarbonattal ráztam, míg a halogén mind lehasadt. Szűrve körülbelül 100 cm^3 -re pároltam be. 3 gr anyag vált ki. Az anyalúgot 25 cm^3 -re párolva, 0·8 gr vált még ki. A termékben methoxyl nincsen. Olvadáspontja 193°, alkoholból átkristályosítva 195, majd 195—196°, bomlás közben.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{18} = - \frac{0.81^\circ \times 10.0076}{1.495 \times 0.5012} = - 10.82^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Nitrogén:

I. 10.388 mgr: 0.205 cm³ N, 22°, 755 mm = 2.27% N.

II. 10.603 " 0.203 " N, 21°, 757 " = 2.21% N.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva, 2.07 N.

Szén és hidrogén:

I. 10.889 mgr: 20.40 mgr CO₂, 6.20 mgr H₂O = 51.10% C,
6.37% H.

II. 10.202 " 19.14 " C₂O, 5.91 " H₂O = 51.16% C,
6.48% H.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 51.30% C,
6.54% H.

Acetylszám:

0.3028 gr: 31.02 cm³ n/10 NaOH = 44.07% CH₃CO.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylamin: 44.39% acetyl.

Az abszolút methylalkoholban ezüstcarbonattal elbontott termék elszappanosítása.

5 gr-ot 10 cm³ kloroformban oldva, 10 cm³ abszolút methylalkoholban oldott 0.5 gr fémnátriummal szappanosítottam el. Addíciós termék nem vált ki, csak gyenge opalizálás mutatkozott. 20 cm³ vizet adtam hozzá és másfél cm³ jégcettel savanyítottam meg. A vizes oldatot bepárolva, a sűrű világossárga szirupot abszolút alkohollal többször bepároltam, majd 50 cm³ abszolút alkoholban oldva átkristályosítottam. A kivált terméket egy éjszakai állás után leszivattam. Kissé nedvszívó. 5 cm³ vízből és 45 cm³ abszolút alkoholból újból átkristályosítottam. 2—3 óra múlva már megindult a kiválás, fehér, zömök kristályok váltak ki. Néhány nap múlva leszivattam és vákuumexsikkátorban megszáritottam. 0.7 gr-ot kaptam. Az anyalúgokat bepárolva, újabb kristályos kiválást nem kaptam.

Nedvesség: vákuumpisztolyban 100°-on szárítva.

0·6768 gr: 0·0030 gr = 0·44% nedvesség.

Osazonpróba: A kristályosítási anyalúgokat vákuumban bepárolva, a maradékot vízben oldottam és sósavas phenylhydrazinnal $\frac{5}{4}$ órahosszat melegítettem vízfürdön. A lehülve kivált oszazont leszivatva és vízzel kimosva, vákuumexikkátorban szárad. Kapillárisban hevítve 200—202°-on bomlik. Súlya 0·8 gr.

Forgatás: 4 cm³ pyridin + 6 cm³ abszolút alkoholban oldva:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = -\frac{0\cdot07^\circ \times 8\cdot7164}{0\cdot8932 \times 0\cdot1118} = -6\cdot11^\circ.$$

Nitrogén:

4·557 mgr: 0·444 cm³ N, 21°, 757 mm = 11·27% N.

Cellobiózoszazonra számítva: $(C_{24}H_{32}O_9N \cdot 4) = 11\cdot77\% N.$

A brómaddíciós termék kezelése ezüstacetáttal abszolút benzolos közegben.

2 gr brómterméket 45 cm³ abszolút benzolban oldva 0·76 gr száraz ezüstacetáttal ráztam, míg az összes halogén lehasadt. Leszűrve vákuumban bepároltam és 30 cm³ alkoholból kristályosítottam át. 1·6 gr-ot kaptam, 195°-on olvad. Újból átkristályosítva 198°, bomlás közben:

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = -\frac{0\cdot88^\circ \times 10\cdot2488}{1\cdot4922 \times 0\cdot5454} = -11\cdot09^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Nitrogén:

I. 10·342 mgr: 0·201 cm³ N, 20°, 759 mm = 2·26% N.

II. 10·928 " 0·203 " N, 22°, 759 " = 2·15% N.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 2·07% N.

Szén és hydrogen:

13·373 mgr: 25·09 mgr CO₂, 7·53 mgr H₂O = 51·17% C,
6·30% H.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 51·30% C,
6·54% H.

Acetylszám:

0.2940 gr: 30.92 cm³ e/10 NaOH = 45.24% CH₃CO.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 34.39% acetyl.

A brómaddíciós termék kezelése kéndioxidos vízzel.

10 gr heptaacetyl-cellobiózido-trimethylamint 50 cm³ kloroformban oldva 25% brómfelesleggel (1 atom brómot számítva) hagytam állni szobahőn egy éjjelen át. Jeges vízbe öntve kéndioxidos vízzel mostam, majd vízzel savmentesre mosva megszáritottam és vákuumban bepárolva kevés kloroformban oldva, alkoholból kristályosítottam. 8 gr-ot kaptam, 176°-on olvad, bomlás közben. Bróm benne nincsen. 75 cm³ alkoholból újra átkristályosítva 184°-on olvad, bomlás közben. Az átkristályosítást 75 cm³ alkoholból újra megismételve, az olvadás, illetőleg bomlás pont 193°. Ismételt átkristályosításoknál a bomlás pont rendre 194°, 195°, bomlás közben. 5 gr maradt az átkristályosítások után.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{18.5} = - \frac{0.81^\circ \times 15.2754}{1.4928 \times 0.7892} = - 10.55^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Nitrogén:

10.357 mgr: 0.198 cm³ N, 22°, 759 mm = 2.20% N.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminre számítva: 2.07% N.

Szén és hidrogén:

10.790 mgr: 20.25 mgr CO₂, 6.08 mgr H₂O = 51.18% C,

6.31% H.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 51.30% C,

6.54% H.

Acetylszám:

I. 0.3056 gr: 32.35 cm³ n/10 NaOH = 45.54% CH₃CO.

II. 0.3056 " 31.94 " n/10 NaOH = 44.96% CH₃CO.

Heptaacetyl-cellobiózido-trimethylaminra számítva: 44.39% acetyl.

Brómfeltevő képesség:

0·5 gr-ot pár cm^3 kloroformban oldva, 5 cm^3 kloroformos brómolddal (0·1679 gr *Br*) hagytam állni 4 óra hosszat.

5 cm^3 kloroformos brómolddat

fogyaszt — — — — — 21·60 cm^3 n/10 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ot.

A visszatitrálásnál fogyott — — 14·60 cm^3 n/10 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Különbség: 7·0 cm^3 n 10 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($f=0\cdot9706$) = 0·0643 gr bróm = 10·74% *Br* a keletkező addiciós termékben.

Elméleti *Br* = 10·54% ($\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}_{17}\text{NBr}_4 = 758\cdot28$).

Jégecetes brómhidrogénés kezelés:

1 gr-ot 2 cm^3 kloroformban oldva, 2 cm^3 jégecetes brómhidrogénnel hagytam állni 6 óra hosszat. Feldolgozva a kapott termékben bróm nincsen.

Acetobrómmaltóz kezelése trimethylaminnal.*A) Heptaacetyl-maltózido-trimethylamin.*

I. kísérlet.

10 gr maltózacetát ($\rho = 158^\circ$),

20 cm^3 kloroform,

20 cm^3 jégecetes brómhidrogén.

A maltózacetátot kloroformban oldottam és a jégecetes hidrogénbrómidot hozzáadva, 7 óra hosszat állni hagytam szobahőmérsékleten. Ezután 150 cm^3 jeges vízbe öntöttem. A vizes oldatot 15, majd kétszer 10—10 cm^3 ætherrel ráztam ki. Az egyesített ætheres oldatokat jeges vízzel savmentesre mostam (kongó). Klorkalciummal szárítva szűrtem és vákuumban vastag olajra pároltam be, majd 75 cm^3 benzinnel öntöttem. Olajos termék válik ki, mely eldolgozva ragacsos lesz. Az anyalúgot leöntve róla, 15 cm^3 ætherben oldottam és újra 65 cm^3 benzinnel csaptam ki. A kivált olajat jól átdolgoztam a benzinnel, majd az anyalúgot leöntve, a maradék acetobrómmaltózt 55 cm^3 33%-nyi trimethylamint tartalmazó abszolút alkoholban oldottam. A kezdetben alig sárgásszínű oldat állva lassan sötétedik. Egnapi állás után üvegcsőben leforrasztva 70°-os vízfürdőben melegítet-

tem. Egyórai melegítés után már erősen sötét az oldat. Háromórai melegítés után, lehülésnél már válik ki belőle kevés anyag. Nyolcórái melegítés után a kevés kivált terméket leszivattam és alkohollal mostam. 1—2 tized gramm vízben oldható anyag.

Az alkoholos oldatot vákuumban körülbelül 10 cm³-re pároltam be. Egy éjszakai állás alatt anyag vált ki belőle, leszivatva alkohollal mostam. Finom, fehér tük, halogén nincs benne. 7 cm³ alkoholból átkristályosítva 0·4 gr 164°-on olvad.

II. kísérlet.

10 gr oktaacetylmaltoz,

15 cm³ æther + 10 cm³ jégecetben oldva.

25 cm³ jégecetes brómhydrogénnel áll 7 óra hosszat. A feldolgozás hasonló az előbbihez, a klorcalciummal megszáritott ætheres oldatot vákuumban pároltam be. A maradék világossárgás vastag olaj, súlya 5 gr 15 cm³ 33% trimethylamin tartalmú abszolút alkoholban oldva, 2 óra hosszat melegítettem 70°-on. A kevés, vízben oldható termékről leszűrt anyalúgot vízzel körülbelül 4—5-szörösre higitva, pelyhes anyag vált ki. Leszivatva és megszáritva 0·5 gr sárgás por. Alkoholból kristályosítottam át. Finom tükben válik ki. Súlya 0·4 gr. $Op = 154^\circ$.

Redukció: alkoholban oldva és lúggal vízfürdön, pár perces melegítéssel elszappanosítva:

0·1100 gr: 7·5 cm³ n 10 $KMnO_4 = 0·0240$ gr glükóz = 21·8%.

III. kísérlet.

10 gr maltóacetátból kapott acetobrómmaltóz,

15 cm trimethylamin oldat.

2·5 órai melegítés 70°-on. Lehütve a kivált terméket leszivattam és alkohollal mostam. Száritószekrényen 35—40°-on megszáritva, súlya 0·7 gr 7 cm³ alkoholból átkristályosítva $op = 164^\circ$. Újra átkristályosítva 0·5 gr $op = 165^\circ$, tovább hevítve 205°-on bomlik. (A termék.) Újból átkristályosítva olvadáspontja ugyanaz marad. Az anyalúgból, vízzel higitva, ragacsos anyag vált ki. Vízzel kimostam, majd alkoholból átkristályosítottam, carboventtel (derítőszénnel) való derítés után. A kivált fehér terméket újból átkristályosítottam, finom tükben válik ki a

hófehér anyag. Súlya 0·9 gr. (*B anyag.*) Olvadáspontja 163—164°, tovább hevítve 208°-on bomlik. Újra átkristályosítva 164°.

Forgatás: kloroformban.

$$[\alpha]_D^{21} = - \frac{4 \cdot 23^\circ \times 15 \cdot 3412}{1 \cdot 482 \times 0 \cdot 6674} = + 65 \cdot 59^\circ.$$

Multitrotálás nincsen.

A termék oldódik kloroformban és benzolban jól, aceton és æthylacetátban kissé nehezebben, forró alkohol és methyl-alkoholban. Víz, æther és petrolæther nem oldják.

Nitrogén:

- a) 10·462 mgr: 0·196 cm³ N, 22 C°, 756 mm = 2·16% } középérték
 b) 10·305 " 0·200 " N, 20 C°, 750 " = 2·23% } = 2·19%

Heptaacetyl-maltóziido-trimethylaminra számítva: 2·07% N.

Szén és hydrogén:

- I. a termék: 12·490 mgr: 23·58 mgr CO₂, 7·12 mgr H₂O
 = 51·49% C, 6·38% H.
 II. b termék: 11·645 mgr: 12·09 mgr CO₂, 7·00 mgr H₂O
 = 51·72% C, 6·72% H.

Heptaacetyl-maltóziido-trimethylaminra számítva: 51·30% C,
 6·54% H.

Brómfelvétel:

0·667 gr anyaghoz 4 cm³ kloroformos brómoldatot adtam. A kloroformos oldat brómtartalma:

$$2 \text{ cm}^3 : 13 \cdot 4 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ } | \text{ fact} = 0 \cdot 9706 | = 0 \cdot 1039 \text{ gr Br.}$$

A titrálást úgy végeztem, hogy a kloroformmal hígított brómoldathoz vizet és káliumjodidot adva jól összeráztam s a kivált jódot megtitráltam.

A 15 cm³ kloroformban oldott anyaghoz hozzáadva a 4 cm³ kloroformos brómoldatot 3 óra hosszat hagytam szobahőmérsékleten állni. Ezután az egészben visszatitráltam a fölöslegben maradt brómot. Fogy rá 15·8 cm³ n/10 Na₂S₂O₃ (*f* = 0·9706). Különbség így 26·8—15·8 = 11·0 cm³ = 0·0853 gr bróm. Elméleti mennyiség (1 molekulára egy atóm bróm) = 0·0787 gr.

IV. kísérlet.

10 gr maltóacetátból kiindulva, eljárás a III. kísérlet szerint. 15 cm³ trimethylaminoldattal 70°-on 3 óra hosszat melegítve.

A lehülésnél kivált termék leszivatva és vízzel mosva 0·4 gr. Színe fehér. Átkristályosítva 0·3 gr. Olvadáspontja 164—165°.

Az anyalúgból vizes higitásra kivált sárgásszínű termék megszárítva 2·2 gr. Alkoholból (carboventes derítéssel) kétszer átkristályosítva 1 gr 143°-on olvad. Újból átkristályosítva 0·8 gr. Hevítve 155°-nál kezd zsugorodni és 162°-on olvad. Újra átkristályosítva 164° az olvadáspont.

V. kísérlet.

8 gr maltóacetátból készült acetobrómmaltóz. 3·5 órás melegítéssel (70°-on).

A lehülésnél kivált termék vízzel kimosva és megszárítva 0·4 gr. Kissé szürkés. Átkristályosítva 0·3 gr 163°-on olvad.

Az anyalúgból vízzel higitva nem válik ki semmi.

VI. és VII. kísérlet.

17—17 gr, összesen tehát 34 gr maltóacetátból kapott acetobrómmaltóz szirupot 50—50 cm³ trimethylaminoldatban feloldva, két napig állt, közben erősen sötétedett az oldat. Ezután a VI-os kísérletnél 2·5 óra hosszat, a VII-es kísérletnél 1·5 óra hosszat melegítettem 70°-on. Lehűtve egyik oldatból sem válik ki semmi. Az anyalúgokat vízzel higitva, sárgás, ragacos termék válik ki mindkettőből. Megszárítva a VI-osnál 1·2 gr, a VII-esnél 0·8 gr a súlyuk. Az anyalúgokat vákuumban bekoncentrálva, elűztem az alkoholt, hogy további anyagot nyerjek ki, de semmi sem vált ki az oldatból.

Az egyesített két terméket (2 gr) carboventes derítés mellett 20 cm³ alkoholból kristályosítottam át. Fehér, kristályos anyag vált ki, megszárítva 1 gr, mely 155—156°-on olvad. Újra átkristályosítva 0·9 gr anyagot kaptam, mely 161—162°-on olvad. Újra átkristályosítva az olvadáspont 164—165°.

Forgatás: •

$$a_D^{20} = + \frac{1.90 \times 14.9934}{1.477 \times 0.2952} = + 65.33^\circ, \text{ kloroformban.}$$

Az anyag nem mutat multirotálást. Forgatása 3 napi állás után nem változott.

VIII. kísérlet.

20 gr maltózacetátból indultam ki. Az acetátot 30 cm³ abszolút æther- és 20 cm³ jégecet elegyében oldottam hidegen, majd 50 cm³ jégecetes brómhydrogént adva hozzá, szobahőmérsékleten 4 óra hosszat hagytam állni. 50 cm³ abszolút ætherrel higitva, 250 cm³ jeges vízre öntöttem. A vizes részt háromszor 20—20 cm³ ætherrel ráztam ki. Az egyesített ætheres oldatokat ötször 60—60 cm³ jeges vízzel ráztam ki, az utolsó mosásnál a kongókék reakció már eltűnt. A klorcalciummal megszáritott ætheres oldatot vákuumban 35°-os vízfürdön vastag olajjá párolom. A sárgásszinű maradék súlya 17 gr. 30 cm³ 33%-nyi trimethylamint tartalmazó abszolút alkoholban oldom hidegen. Az oldat közben gyengén megsárgul. Ezután leforrasztott üvegcsőben azonnal vízfürdőben melegitem, 70°-on, 3 óra hosszat. A jegesvizes hűtés után kivált terméket leszivatva, vízzel dolgoztam el, megszáritva 0·5 gr. Alkoholból átkristályosítva, carboventes derítéssel, 0·3 gr fehér terméket kaptam. *op* = 163°. Újból átkristályosítva 164°-on olvad.

Az anyalúgot vízzel higitottam. A kivált ragacsos termék vízzel átdolgozva, leszivatva és megszáritva 3 gr. Alkoholból, carboventes derítés mellett, kétszer átkristályosítva, súlya 1·6 gr. 162—163°-on olvad. Újra átkristályosítva 163—164°.

IX. kísérlet.

20 gr maltózacetát. Feldolgozás a VIII. kísérlet szerint.

1·5 órás melegítés 90—95°-on. Az anyalúg erősen sötét. A lehülésnél kivált terméket leszivatva vízzel mostam. Kissé sárgás por, súlya 4 gr. Carboventes derítéssel 35 cm³ alkoholból kristályosítottam át. 2·5 gr anyagot kaptam, 128°-on olvad. Újra átkristályosítva a 2·2 gr. Kapillárisban hevítve 145°-nál kezd zsugorodni és 150°-nál olvad. Újra átkristályosítva 2 gr *op* = 163—164°.

Heptaacetyl-maltózido-trimethylammoniumbromid.

A 2 gr. terméket 15 cm³ kloroformban oldottam fel és ugyancsak kloroformban oldott 0·31 gr brómot adtam hozzá. (2 cm³ kloroformos brómoldatra fogy 13·0 cm³ n/10 Na₂S₂O₃ = 0·1039 gr Br). 6 cm³ kloroformos brómot adva hozzá 3 óra hosszat hagytam állni szobahőmérsékleten. Ezután vákuumban alacsony hőmérsékleten szirupsűrűségűre pároltam be. A vörösszínű vastag olaj jól oldódik kloroformban, benzolban, petrolætherrel hígítva azonban olajosan válik ki. Acetonban oldva az oldat hamar kifehéredik, úgyszintén alkoholban is. Aetherrel dolgoztam át, sárgásszínű porrá esik szét. Súlya 1·6 gr. Sok marad az edény falára tapadva.

Halogén:

Összes, VOLHARD szerint:

$$0\cdot1060 \text{ gr} : 2\cdot19 \text{ cm}^3 \text{ n/10 Ag.No}_3 = 16\cdot51\% \text{ Br.}$$

Szennyező bróm, jodometriásan:

$$0\cdot1000 \text{ gr} : 0\cdot70 \text{ cm}^3 \text{ n/10 Ag.NO}_3 = 5\cdot59\% \text{ Br.}$$

Különbözet = 10·92% Br, a termék tulajdonképpeni brómtartalma.

Heptaacetyl-maltózido-trimethylammoniumbromidra számítva: 10·54% Br.

1 gr brómterméket 15 cm³ kloroformban oldva kétszer híg kéndioxyd vízzel mostam ki, majd desztillált vízzel savmentesre mosva vizmentes nátriumsulfáttal szárítottam és vákuumban pároltam be. Alkoholból átkristályosítva, 158°-on zsugorodik és 160°-on olvad. Újra átkristályosítva súlya 0·6 gr. Kapillárisban hevítve, előzetes zsugorodás nélkül 162—163°-on olvad. Újra átkristályosítva *op* = 164°.

B) Heptaacetylmaltóz képződése.

XI. kísérlet.

20 gr maltózacetátot a VIII. kísérlet szerint dolgoztam fel. A kapott acetobrómmaltózt 15 cm³ trimethylaminoldat és 20 cm³

abszolút alkohol elegyében oldva, beforrasztott üvegcsőben 90—95°-on melegítettem 2 óra hosszát. Lehűtve szép kristályos termék válik ki. Leszivatva abszolút alkohollal mostam. Megszáritva súlya 2·5 gr szép fehér anyag, mely vízben könnyen oldható.

Halogén:

$$0\cdot0994 \text{ gr} : 7\cdot23 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 58\cdot1\% \text{ Br.}$$

A termékben van nitrogén, lúggal forralva vizes lakmuspapírost megkékit. Abszolút alkoholból kétszer átkristályosítva 2 gr-ot kaptam.

Halogén:

$$0\cdot1002 \text{ gr} : 7\cdot15 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ AgNO}_3 = 57\cdot03\% \text{ Br.}$$

Trimethylammoniumbromid: $C_3H_{10}NBr = 140\cdot0$. $Br = 57\cdot1\%$. A vízben oldható termék tehát Trimethylammoniumbromid.

A világosszínű alkoholos anyalúgot a vízben oldható termékről leszivatva, vízzel higitottam. Ragacsos tömeg alakjában, majd finom pelyhekben vált ki az anyag. A vizet párszor megújítva, szétnyomkodtam az egész terméket és leszivatva megszáritottam. Súlya összesen 12 gr. Alkoholos vízből átkristályosítva, finom pelyhekben válik ki igen lassan. A kivált termék fehér, súlya 8·5 gr. 156°-on olvad, halogén és nitrogén benne nincsen.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{19} = + \frac{3\cdot58^\circ \times 15\cdot2030}{1\cdot485 \times 0\cdot4608} = + 79\cdot53^\circ, \text{ kloroformban.}$$

24 óra múlva $\alpha = + 3\cdot73^\circ/19 \text{ C}^\circ$, így $[\alpha]_D^{19} = + 82\cdot87^\circ$, az anyag tehát multitrotál.

Az anyagból egy kisebb mintát kétszer hig vizes alkoholból kristályosítottam át. Súlya 0·5 gr 169—170°-nál zsugorodik és 172—173°-on olvad. Újra átkristályosítva 0·2 gr 173—174°-on olvad, előzetes zsugorodás nélkül.

Redukció: alkoholban oldva és hidegen lúggal szappanosítva:

$$0\cdot0996 \text{ gr} : 7\cdot9 \text{ cm}^3 \text{ n}/10 \text{ KMnO}_4 = 25\cdot4\%.$$

Heptaacetylmaltóznál

0.1288 gr : 10.7 cm³ n/10 $KMnO_4$ = 27.0%.

A főtermék abban az esetben tehát, ha higabb trimethylaminoldattal dolgozunk, heptaacetylmaltóz.

A kísérletek végrehajtásánál nagy segítségemre voltak Csűrös ZOLTÁN és BRUKNER ZOLTÁN vegyészmérnök urak, akiknek e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki.

A kísérletekhez szükséges anyagi kiadásokat az Országos Természettudományi Alap fedezte.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 december 5.-én és 1928 március 12.-én tartott üléséből.)

DAS CELLAL KARRERS.

Von GÉZA ZEMPLÉN, o. Mitglied der Akademie.

Bei der Nacharbeitung der von Karrer beschriebenen Umsetzung von Acetobiomcellobiose mit Trimethylamin wurde ein Produkt erhalten, das sämtliche Eigenschaften des Cellalacetat aufwies, jedoch stickstoffhaltig ist. Die auffälligste Eigenschaft dieser Verbindung ist die Aufnahme von nur ein Atom Brom, das mit Silbercarbonat, Silberacetat, schwefliger Säure leicht wieder entfernt werden kann, unter Rücksiedung des Ausgangsmaterials. Das Verhalten wird am besten durch Auffassen der Substanz als Heptaacetylcellobiozido-trimethylamil. Analog wurde das entsprechende Maltosederivat ebenfalls erhalten. Die Arbeit erscheint in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft.

(Aus den Sitzungen der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 5. December 1927 und den 12. März 1928.)

A TENGERVÍZ HATÁSA AZ ÉDESVÍZI ÁSZKÁKRA.

DUDICH ENDRÉ-től.

A tengerpartokon, folyók torkolatában és belföldi sósvizekben is igen érdekes jelenség az édesvízi állatoknak a sósvízhez való alkalmazkodása. Abból a megállapításból kiindulva, hogy vannak haloxen, halophil és halobiont állatok, már sok szerző foglalkozott annak a vizsgálatával, hogy a sóoldatok vagy a tengervíz milyen hatással vannak az édesvízi állatokra. Messze vezetne, ha mindezeket a vizsgálatokat ismertetném, ezért utalok FÜRTH (4.) könyvére, amely bő irodalmi felsorolást tartalmaz erről a tárgyról. Itt csak DERNOSCHEK (2.), HIRSCH (6.), OSTWALD (9—10.), PLATEAU (11—13.) és BULLOT (1.) nevét említem meg, akiknek közleményei vizsgálataim tárgyát közelről érintették. Ezeknek a vizsgálatoknak az értelmét és fontosságát különösen kiemelte DERNOSCHEK (2. p. 303—307), aki a tárgyat általánosabb szempontból ítélte meg, mint a többiek. Ő ugyanis nemcsak az egyszerű mérgező hatások megállapítására törekedett, hanem vizsgálatait az alkalmazkodási jelenségekre is kiterjesztette.

A speciális rendszertani kutatásaim körébe tartozó vízi ászkák (*Asellidæ*) egyik fajáról, az *Asellus aquaticus*-ról tudjuk hogy brakk-vízben is megél. Ez adott nekem okot arra, hogy 1925 nyarán a nápolyi zoologiai állomáson az általam felfedezett *Asellus italicus* DUDICH-fajjal ilyen irányban kísérletezzem. Célom az alkalmazkodási jelenségek kutatása volt, de természetesen először magáról a tengervíz mérgező hatásáról kellett kísérleti megállapításokat tennem. A kérdések, amelyekre feleletet kellett adnom, a következők voltak:

1. Mennyi ideig élnek a kísérleti állatok tengervízben? A test nagysága és az állatok neme szerint változik-e a mérgező hatás?

2. Változik-e a mérgező hatás, ha azonos vízmennyiség mellett az állatok száma emelkedik? Ha azonos számú kísérleti állat mellett a víz mennyisége változik?

3. Hogyan csökken a hígított tengervíz mérgező hatása?

Melyik a kritikus koncentráció? Hogyan emelkedik a mérgező hatás nagyobb sótartalmú tengervízben?

4. Erősen hígított tengervízzel való előzetes kezelés esetén nagyobb lesz-e a szervezet ellenállóképessége a tengervízzel szemben, vagyis lehetséges-e lassú alkalmazkodás?

5. A sótartalom lassú emelésével milyen sótartalomhoz lehet hozzászoktatni az állatokat?

1. Előzetes tudnivalók.

Mint már említettem, kísérleti állatom rokonát, az *Asellus aquaticus*-t brakk és sósvízben is találták. Így ZADDACH (21. p. 10) és MÖBIUS (8. p. 121) gyengén sós tengervízben akadtak rá. A Káspitóból SARRS (15. p. 298) és WALTER (18. p. 1110) említik. A Zuidersee 6.2°_{00} sós tartalmazó vízében is megtalálták (14 p. 316). Sótartalmú belvizekben is több helyen él. THIENEMANN (16. p. 60) Westfaliában még olyan vízben is gyűjtötte, amelynek literjében 25.370 gr só volt (2.537%), ami már igen tekintélyes mennyiség.

Kísérletileg csak PLATEAU foglalkozott az *Asellus aquaticus*-szal. Ő (12. p. 14) kísérleteihez az Északi-tenger vizét használta, amelynek sótartalma ¹ 3.046% . Ebben az ászkák, külön-külön kísérletezve velük, a következő idők alatt múltak ki:

| | | | | |
|------------------|--------------|-----------------|---------|------------|
| 1. és 2. példány | $1^h 27^m$ | 9. | példány | $2^h 22^m$ |
| 3. és 4. | « $1^h 36^m$ | 10. | « | $2^h 27^m$ |
| 5. | « $2^h 8^m$ | 11. | « | $1^h 51^m$ |
| 6. | « $2^h 25^m$ | 12. és 13. | « | $3^h 35^m$ |
| 7. és 8. | « $1^h 4^m$ | 14., 15. és 16. | « | $4^h 30^m$ |
| | | 17. | « | $5^h 15^m$ |

Vagyis a minimum $1^h 4^m$, közép $2^h 40^m$, maximum $5^h 15^m$.

PLATEAU (12. p. 25, 26, 30, 33) a tengervíz egyes sóinak hatását külön-külön is vizsgálta. Megállapította, hogy ha hirtelen tengervízbe tesszük az ászkákat, a fiatalok jóval hamarabb pusztulnak el, mint a kifejlettek. Az ászkákat lassankint (12. p. 56) hozzászoktatta a sósvízhez, úgyhogy ezek nemcsak tovább éltek, hanem szaporodtak is. Ha az ilyen körülmények közt született ászkákat földközítengeri vízbe tette, akkor ezek körül-

¹ Ezalatt az összes sótartalom értendő, nemcsak a nátriumklorid.

belül 108 óráig éltek, míg ugyanebben az édesvízben született ászkák már öt óra alatt elpusztultak.

Ezekre a vizsgálatokra vonatkozólag meg kell jegyeznem, hogy ma már nem tudhatjuk, hogy PLATEAU valóban és egyedül csak *Asellus aquaticus*-szal dolgozott-e? Az újabb rendszertani vizsgálatok (RACOVITZA, DUDICH, MONOD) ugyanis arra az eredményre vezettek, hogy az az állat, amelyet régebben *Asellus aquaticus*-nak neveztek, tulajdonképpen több faj keveréke. Ezeket részben már le is irták és megállapították, hogy egy vidéken két faj is élhet egymás mellett. Így nem tudjuk, hogy a mai, pontosan leírt fajok közül melyikkel kísérletezett PLATEAU és hogy kísérleti anyaga nem két fajt tartalmazott-e?

A magam vizsgálatainak technikájáról a következőket kell megjegyeznem.

Kísérleti állatom az *Asellus italicus* DUDICH volt, amely Nápolyban a Villa Nazionale szökőkútjainak medencéjében nagy mennyiségben él. Állataimat szobámban, négyszögletes asztali aquariumokban tartottam. Mindennap váltottam vizüket, amely rendes vízvezetéki víz volt. A szabadban is ebben élnek. Az aquariumok fenekén mindig volt elegendő iszap, továbbá korhadó falevél, amely az állatok tápláléka. Általában mindent elkövettem, hogy KAULBERSZ (7. p. 290—293) és VAN EMDEN (3. p. 95) utasításai nyomán az állatoknak lehetőleg természetes viszonyokat teremtsék. A víz hőmérséklete július—augusztusban 24—26°C, szeptember—októberben 25—22°C volt.

A kísérleteket az aquariumokban cirkuláló vízzel végeztem. A nápolyi öböl vizének sótartalma WENDICKE (20. p. 344) szerint a felszínen 37·865—37·93 ‰. Az aquarium vize sósabb, mert a folytonos cirkuláció alatt erősen párolog. VERNON szerint (17. 5. p. 1108—1109) 42·986 ‰ és 43·939 ‰ közt ingadozik. Kísérleteimhez olyan vizet készítettem aquariumvízből és desztillált vízből, amelynek sótartalma 43·5 ‰ körül volt. Ezt veszem normálsótartalomnak (= *n*).

Hogy kísérleteim eredményei egységesek és összehasonlíthatók legyenek, a következő elővigyázati szabályokkal dolgoztam a mérgezési kísérleteknél: 1. Lehetőleg egyenlő nagyságú (6—8 mm), ivarérett példányokat válogattam ki. — 2. Pontosan megállapí-

tottam a fajt és a nemet. — 3. Lehetőleg hasonló nemű állatokat használtam. — 4. A kísérletekhez állandóan 10—10 példányt vettem. — 5. A kísérleteket 200 cm³ tengervízzel, 104 cm² vízfelülettel, kerek csészékben végeztem. — 6. Az állatoknak a tengervízbe táplálékot nem adtam. — 7. A tengervíz ugyanolyan hőmérsékletű volt, mint az állatok édes aquariumvize. — 8. A tengervízbe egyszerre tettem be a 10 állatot. Az első példány haláláig binokuláris alatt állandóan figyeltem őket, ezután tízpercenként ellenőriztem. — 9. Halál jelének azt tekintetem, amikor az állat a preparáló tűvel megérintve, semmiféle végtagjával nem reagált. — 10. A kimúlt példányokat azonnal eltávolítottam.

Mutatis mutandis érvényesek voltak ezek az elővigyázati szabályok a többi kísérletekre is.

2. Mérgezési kísérletek.

Ezekre a kísérletekre teljesen érvényesek voltak a fent ismertetett elővigyázati szabályok. A hímekre, a nem terhes és terhes nőstényekre egyaránt öt-öt kísérletet végeztem. A középértékek számítására nézve megjegyzem, hogy minden kísérletnél a tíz időadat összegét osztottam tízzel, majd az öt középérték összegét ismét öttel.

A kifejlett hímek táblázata.

| Kísérlet | I. | II. | III. | IV. | V. | Végletek |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| 1. példány | 0 ^h 49 ^m | 0 ^h 55 ^m | 1 ^h 0 ^m | 0 ^h 50 ^m | 1 ^h 5 ^m | Minimum 49 ^m Maximum 2 ^h 20 ^m |
| 2. „ | 0 ^h 55 ^m | 1 ^h 0 ^m | 1 ^h 0 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 5 ^m | |
| 3. „ | 1 ^h 0 ^m | 1 ^h 15 ^m | 1 ^h 15 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 5 ^m | |
| 4. „ | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 15 ^m | |
| 5. „ | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 15 ^m | |
| 6. „ | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 45 ^m | |
| 7. „ | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 40 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 55 ^m | 1 ^h 45 ^m | |
| 8. „ | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 55 ^m | 1 ^h 45 ^m | 2 ^h 5 ^m | 2 ^h 0 ^m | |
| 9. „ | 1 ^h 45 ^m | 2 ^h 0 ^m | 1 ^h 55 ^m | 2 ^h 5 ^m | 2 ^h 0 ^m | |
| 10. „ | 2 ^h 0 ^m | 2 ^h 20 ^m | 1 ^h 55 ^m | 2 ^h 15 ^m | 2 ^h 10 ^m | |
| középérték | 1 ^h 15 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 29 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 32 ^m | 1 ^h 28 ^m |

A kifejtett, nem terhes nőstények táblázata.

| Kísérlet | I. | II. | III. | IV. | V. | Végletek |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| 1. példány | 0 ^h 50 ^m | 0 ^h 45 ^m | 0 ^h 55 ^m | 0 ^h 45 ^m | 0 ^h 45 ^m | Minimum 45 ^m Maximum 2 ^h 15 ^m |
| 2. « | 0 ^h 50 ^m | 1 ^h 0 ^m | 1 ^h 10 ^m | 0 ^h 55 ^m | 0 ^h 45 ^m | |
| 3. « | 0 ^h 50 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 0 ^m | |
| 4. « | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 0 ^m | |
| 5. « | 1 ^h 10 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 15 ^m | |
| 6. « | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 30 ^m | |
| 7. « | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 30 ^m | |
| 8. « | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 40 ^m | 1 ^h 30 ^m | 2 ^h 0 ^m | 1 ^h 45 ^m | |
| 9. « | 1 ^h 50 ^m | 1 ^h 55 ^m | 1 ^h 45 ^m | 2 ^h 10 ^m | 2 ^h 0 ^m | |
| 10. « | 2 ^h 0 ^m | 2 ^h 10 ^m | 2 ^h 15 ^m | 2 ^h 10 ^m | 2 ^h 10 ^m | |
| középérték | 1 ^h 19 ^m | 1 ^h 22 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 32 ^m | 1 ^h 22 ^m | 1 ^h 24 ^m |

A terhes nőstények táblázata.

| Kísérlet | I. | II. | III. | IV. | V. | Végletek |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|
| 1. példány | 1 ^h 0 ^m | 0 ^h 50 ^m | 1 ^h 5 ^m | 0 ^h 55 ^m | 1 ^h 10 ^m | Minimum 50 ^m Maximum 2 ^h 20 ^m |
| 2. « | 1 ^h 0 ^m | 1 ^h 5 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 5 ^m | 1 ^h 10 ^m | |
| 3. « | 1 ^h 15 ^m | 1 ^h 5 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 5 ^m | 1 ^h 25 ^m | |
| 4. « | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 5 ^m | 1 ^h 25 ^m | |
| 5. « | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 25 ^m | |
| 6. « | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 40 ^m | |
| 7. « | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 50 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 45 ^m | |
| 8. « | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 35 ^m | 1 ^h 50 ^m | 1 ^h 35 ^m | 2 ^h 0 ^m | |
| 9. « | 2 ^h 0 ^m | 1 ^h 50 ^m | 2 ^h 5 ^m | 1 ^h 50 ^m | 2 ^h 5 ^m | |
| 10. « | 2 ^h 10 ^m | 1 ^h 50 ^m | 2 ^h 20 ^m | 2 ^h 0 ^m | 2 ^h 5 ^m | |
| középérték | 1 ^h 31 ^m | 1 ^h 21 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 24 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 30 ^m |

Ezekből a számadatokból a következőket olvashatjuk ki:

1. Az élettartam tágassága elég nagy, 1^h 30^m. Hogy az eltéréseket mi okozza, nem tudjuk. Minden valószínűség szerint a példányok physiologiai állapota a döntő.

2. A minimumok és a maximumok mind a három kísérlet-sorozatban nagyon jól összevágtnak.

3. A három kísérletsorozat középértéke: $1^h 28^m$, $1^h 24^m$, $1^h 30^m$, szintén olyan kis eltérést mutat, hogy — biológiai kísérletekről lévén szó — a megegyezés csaknem tökéletes.

4. Az előző három pontból azt következtetem, hogy az *Ase-
lus italicus*-nak a tengervíz iránti érzékenysége nem függ az állat nemétől, sem a női nemen belül a terhességtől.

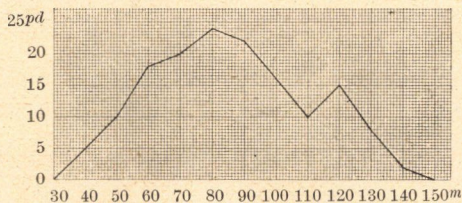
5. Ennélfogva a három középérték összefogható és a belőlük számított általános középérték: $1^h 27^m$ a felnőtt *Ase-
lus italicus* átlagos élettartama olyan tengervízben, amelynek sótartalma $n = 43.5^0/00$.

Ha a három kísérletsorozat 150 időadatát összefoglaljuk és 10 perces időközökre beosztott variálási sorba állítjuk, akkor a következő eredményre jutunk:

| Idő | 40 ^m | 50 ^m | 60 ^m | 70 ^m | 80 ^m | 90 ^m | 100 ^m | 110 ^m | 120 ^m | 130 ^m | 140 ^m |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| p: | 5 | 10 | 18 | 20 | 24 | 22 | 16 | 10 | 15 | 8 | 2 |

Vagyis a legtöbb állat, 24 a $80^m = 1^h 20^m$ időosztályba esik, vagyis a $1^h 20^m$ -től $1^h 29^m$ -ig terjedő időben múlik ki. A számított általános középérték, $1^h 27^m$ is ebbe az osztályba esik.

Grafikusan ábrázolva ezt a gyakorisági sort, az 1. ábrán látható görbét kapjuk. Hogy a 120^m -es osztálynak megfelelő



1. ábra.

másodlagos csúcsot mi idézi elő, nem tudom. Valószínű, hogyha a kísérleti adatok száma több volna, eltűnnék.

A felnőtt állatokkal szemben a kisebbek jóval rövidebb ideig élnek a tengervízben. Mivel elegendő anyag nem állott rendelkezésemre, rendszeres kísérleteket ebben az irányban nem végezhettem, de egy pár adatot, amelyekhez az előzetes kísérletek során jutottam, érdemesnek vélek a felemlítésre.

A nőtény költőtáskájából (marsupium) épen kibujt fiatalok élettartama a sósvízben 10—15^m volt, a 2—3 mm hosszúságú fiataloké 12—35^m, míg a 3—5 mm nagy fiatalok közül egyesek már 50^m-ig is éltek. Az állat nagyságával, életkorával tehát az ellenállóképessége növekedik.

Feltűnő az a nagy különbség, amely kísérleteim eredménye és PLATEAU adatai közt van. Az én állataim maximális élettartama (2^h 20^m) alatta marad az ő középértékének (2^h 40^m) és még félakkora sem, mint az általa megállapított legnagyobb élettartam (5^h 15^m).

Nem gondolom, hogy a faji különbözőség ilyen tetemes eltérést okozhatna, bár nem tartom teljesen kizártnak, hogy valami szerepe a faji konstitúciónak is lehet. Az okot én inkább a kísérletekhez használt víz eltérő sótartalmában látom. PLATEAU sokkal kisebb sótartalmú (30·46^o 00) tengervízzel kísérletezett, mint én. Hogy az eltérés okát tényleg itt kell keresnünk, mutatják azok az ellenőrző kísérletek, amelyeket a nápolyi öböl vizével végeztem. Ebben a gyengébben sós vízben a minimális élettartam 2^h, a maximális 4^h 50^m volt. HERBST-féle mesterséges tengervízben 2^h—5^h 10^m-ig éltek az állatok.

3. A víz mennyiségének és az állatok számának hatása.

Hogy a víz mennyiségének változása (a kísérleti állatok számának állandósága mellett) és az állatok számának megváltozása (ugyanazon vízmennyiség mellett) milyen hatással van a tengervíz mérgező hatására, azt a következő kombinált kísérletekkel igyekeztem megállapítani.

Hat különböző vízmennyiséget (50, 100, 150, 200, 250, 300 cm³) vettem és mindegyikben megállapítottam, hogy 5, 10, 20 és 30 betett állat esetében mekkora az élettartam. Tehát minden vízmennyiségre négy kísérletsorozat jut, egyenkint öt kísérlettel, mert például az 50 cm³ vízben ötször-ötször (különböző napokon)

vizgáltam az élettartamot 5, 10, 20, illetőleg 30 állat esetében. Így minden vízmennyiséghez 325 állatot használtam fel a kísérletek folyamán. Mivel az eredmények táblázata igen terjedelmes volna, ezért mindenütt már a kísérletek adataiból számított középértékeket adom meg. A kísérleti körülmények a vízmennyiség, illetőleg az állatok számának változásától eltekintve, ugyanazok voltak, mint fentebb említettem. 200 cm³ vízben 10 állattal nem kísérleteztem külön, mivel ez az eset azonos a 2. fejezetben ismertetett egyszerű mérgezési kísérletekkel, ezért azokat az eredményeket egyszerűen átvettem ide a megfelelő táblázatba. Az ivarra nem voltam tekintettel, mert az előző kísérletek azt mutatták, hogy a nemi különbözőség elhanyagolható tényező.

50 cm³ víz

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 21 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 27 ^m | 1 ^h 34 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 29·8 ^m |
| 10 | 1 ^h 34 ^m | 1 ^h 24·5 ^m | 1 ^h 36 ^m | 1 ^h 36 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 33·7 ^m |
| 20 | 1 ^h 42 ^m | 1 ^h 33·2 ^m | 1 ^h 32·5 ^m | 1 ^h 40·5 ^m | 1 ^h 33 ^m | 1 ^h 36·2 ^m |
| 30 | 1 ^h 36 ^m | 1 ^h 34·6 ^m | 1 ^h 40 ^m | 1 ^h 29·5 ^m | 1 ^h 35·6 ^m | 1 ^h 35·1 ^m |

100 cm³ víz.

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 8 ^m | 1 ^h 21 ^m | 1 ^h 33 ^m | 1 ^h 36 ^m | 1 ^h 22 ^m | 1 ^h 24 ^m |
| 10 | 1 ^h 32·5 ^m | 1 ^h 18·5 ^m | 1 ^h 32·5 ^m | 1 ^h 30·5 ^m | 1 ^h 34 ^m | 1 ^h 29 ^m |
| 20 | 1 ^h 30·5 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 31·5 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 30 ^m | 1 ^h 28·6 ^m |
| 30 | 1 ^h 26·6 ^m | 1 ^h 28 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 29 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 27 ^m |

150 cm³ víz.

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 52 ^m | 2 ^h 0 ^m | 1 ^h 51 ^m | 1 ^h 42 ^m | 1 ^h 50 ^m |
| 10 | 1 ^h 38·5 ^m | 1 ^h 39 ^m | 1 ^h 39 ^m | 1 ^h 40·5 ^m | 1 ^h 48 ^m | 1 ^h 41 ^m |
| 20 | 1 ^h 46 ^m | 1 ^h 43·7 ^m | 1 ^h 46·7 ^m | 1 ^h 43 ^m | 1 ^h 38·7 ^m | 1 ^h 43·6 ^m |
| 30 | 1 ^h 37·8 ^m | 1 ^h 37·5 ^m | 1 ^h 38·5 ^m | 1 ^h 42·5 ^m | 1 ^h 36·8 ^m | 1 ^h 38·6 ^m |

200 cm³ víz.

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 44 ^m | 1 ^h 40 ^m | 1 ^h 31 ^m | 1 ^h 34·5 ^m |
| 10♂ | 1 ^h 15 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 29 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 32 ^m | 1 ^h 28 ^m |
| 10♀ | 1 ^h 19 ^m | 1 ^h 22 ^m | 1 ^h 25 ^m | 1 ^h 32 ^m | 1 ^h 22 ^m | 1 ^h 24 ^m |
| 10♀ ov. | 1 ^h 31 ^m | 1 ^h 21 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 24 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 30 ^m |
| 20 | 1 ^h 29 ^m | 1 ^h 33·5 ^m | 1 ^h 34·7 ^m | 1 ^h 34·7 ^m | 1 ^h 36 ^m | 1 ^h 33·5 ^m |
| 30 | 1 ^h 32·5 ^m | 1 ^h 31 ^m | 1 ^h 26·5 ^m | 1 ^h 32·8 ^m | 1 ^h 20 ^m | 1 ^h 28·5 ^m |

250 cm³ víz.

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 50 ^m | 1 ^h 33 ^m | 1 ^h 26 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 48 ^m | 1 ^h 38·5 ^m |
| 10 | 1 ^h 37·5 ^m | 1 ^h 38 ^m | 1 ^h 43 ^m | 1 ^h 39 ^m | 1 ^h 31·5 ^m | 1 ^h 37·8 ^m |
| 20 | 1 ^h 30·5 ^m | 1 ^h 29·2 ^m | 1 ^h 42·5 ^m | 1 ^h 36·7 ^m | 1 ^h 27·5 ^m | 1 ^h 33·2 ^m |
| 30 | 1 ^h 34·6 ^m | 1 ^h 33·6 ^m | 1 ^h 27·3 ^m | 1 ^h 37 ^m | 1 ^h 37·6 ^m | 1 ^h 34 ^m |

300 cm³ víz.

| Az állatok száma | Közepes élettartam a kísérletekben | | | | | A kísérlet-sorozat középértéke |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | |
| 5 | 1 ^h 45 ^m | 1 ^h 39 ^m | 1 ^h 44 ^m | 1 ^h 49 ^m | 1 ^h 42 ^m | 1 ^h 43·8 ^m |
| 10 | 1 ^h 43·5 ^m | 1 ^h 40·5 ^m | 1 ^h 41·5 ^m | 1 ^h 39·5 ^m | 1 ^h 42 ^m | 1 ^h 41 ^m |
| 20 | 1 ^h 36·5 ^m | 1 ^h 44·5 ^m | 1 ^h 39·7 ^m | 1 ^h 32·2 ^m | 1 ^h 37·5 ^m | 1 ^h 38 ^m |
| 30 | 1 ^h 32 ^m | 1 ^h 27 ^m | 1 ^h 26·8 ^m | 1 ^h 27·3 ^m | 1 ^h 23 ^m | 1 ^h 25·2 ^m |

Ezekből a táblázatokból elsősorban arra a kérdésre igyekeztünk választ adni, hogy erősödik-e vagy gyengül-e a mérgező hatás, ha a víz mennyisége állandó marad, de a kísérleti állatok száma nő. Tudvalevőleg BULLOT jutott ahhoz az eredményhez, hogy az élettartam a *Gammarus* esetében annál nagyobb, minél több állat van az adott térfogatvizben.

Az *Asellus italicus*-nál a kísérleti eredményekből nem lehet

ilyen egyszerű szabályt kiolvasni. Ugyanis, ha a kísérletsorozatok középértékeit átnézzük, akkor a következő tűnik ki: 50 és 100 cm³ víz esetében úgy látszik, hogy növekedik az élettartam az állatok számával egyenes arányban, csakhogy ez a növekedés nem szabályos, mert egyik esetben sincs meg az, amit a BULLOT-féle szabály érvényessége esetében várnunk kellene, hogy tudniillik a legnagyobb élettartam-adat a legtöbb kísérleti állat (30) esetében adódott volna. Ha az egyes kísérletek középértékeit hasonlítjuk össze, akkor a változatosság még nagyobb. A többi térfogatoknál határozottan csökken az élettartam, de ez a csökkenés csak a 300 cm³-nél szabályos, máshol a számadatok csökkenését mindig megzavarja egy-egy magasabb időadat. Ha a kísérletek középértékeit nézzük, akkor itt sem találjuk jobbnak a viszonyokat, mint a két első térfogatnál.

Én ennek alapján nem tudtam a BULLOT-féle szabály érvényességét igazolni. A kísérleti adatokból semmiféle egységes, egyszerű szabályt kiolvasni nem lehet, már pedig ennek, a kísérleti adatok nagy számára való tekintettel, mutatkoznia kellene, ha volna. Állandó térfogat mellett tehát az állatok számának növekedése nem módosítja a tengervíz mérgező hatását.

BULLOT a *Gammarus*-nál azt is megállapította, hogy az állatok állandó száma mellett azok annál tovább éltek, minél kevesebb volt a folyadék. A közölt táblázatokból is vonhatunk következtetéseket BULLOT ezen tételére, de sokkal áttekinthetőbb viszonyokat kapunk, ha az adatokat (a kísérletsorozatok középértékeit) átcsoportosítva a következő táblázatban foglaljuk össze:

| Az állatok száma | A kísérletsorozatok élettartam-középértéke cm ³ vízben | | | | | |
|------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 50 cm ³ | 100 cm ³ | 150 cm ³ | 200 cm ³ | 250 cm ³ | 300 cm ³ |
| 5 | 1 ^h 29·8 ^m | 1 ^h 24 ^m | 1 ^h 50 ^m | 1 ^h 34·5 ^m | 1 ^h 38·5 ^m | 1 ^h 43·8 ^m |
| 10 | 1 ^h 33·7 ^m | 1 ^h 29 ^m | 1 ^h 41 ^m | 1 ^h 27 ^m | 1 ^h 37·8 ^m | 1 ^h 41 ^m |
| 20 | 1 ^h 36·2 ^m | 1 ^h 28·6 ^m | 1 ^h 43·6 ^m | 1 ^h 33·5 ^m | 1 ^h 33·2 ^m | 1 ^h 38 ^m |
| 30 | 1 ^h 35·1 ^m | 1 ^h 27 ^m | 1 ^h 38·6 ^m | 1 ^h 28·5 ^m | 1 ^h 34 ^m | 1 ^h 25·2 ^m |

Itt az adatok nem annyira változatosak ugyan, mint az előző táblázatokban, de még sem lehet olyan szabályszerűséget kiol-

vasni, amelyet egyes adatok át nem törnének. A BULLOT-féle egyszerű szabályt semmiképpen sem találjuk meg itt. Az egyetlen, érvényesnek látszó tény az, hogy a maximális középértékek mind 150 cm^3 -nél vannak. Igaz, hogy 10 állat esetében a 150 cm^3 és a 300 cm^3 ideje egyenlő, tehát még ez sem általános érvényességű. Úgyhogy kimondhatjuk, hogy a kísérleti állatok számának állandósága esetén változó vízmennyiség nem módosítja úgy a tengervíz mérgező hatását, hogy valamely szabály megállapítható volna.

Felmerült az a gondolat is, hogy a kísérleti állatok sűrűségétől függ a mérgező hatás. Sűrűség alatt értjük a kísérleti állatok számának és a víz mennyiségének hányadosát, vagyis $d = \frac{m}{v}$, ahol a v -t köbcéntiméterekben fejezzük ki. d -t nevezzük sűrűségi számnak. A mi esetünkben a következő sűrűségi számokat kapjuk:

| | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| $\frac{5}{50} = 0.10$ | $\frac{5}{150} = 0.033$ | $\frac{5}{300} = 0.025$ |
| $\frac{10}{50} = 0.20$ | $\frac{10}{150} = 0.066$ | $\frac{10}{300} = 0.05$ |
| $\frac{20}{50} = 0.40$ | $\frac{20}{150} = 0.13$ | $\frac{20}{300} = 0.10$ |
| $\frac{30}{50} = 0.60$ | $\frac{30}{150} = 0.20$ | $\frac{30}{300} = 0.15$ |
| $\frac{5}{100} = 0.05$ | $\frac{5}{250} = 0.02$ | $\frac{5}{300} = 0.016$ |
| $\frac{10}{100} = 0.10$ | $\frac{10}{250} = 0.04$ | $\frac{10}{300} = 0.033$ |
| $\frac{20}{100} = 0.20$ | $\frac{20}{250} = 0.08$ | $\frac{20}{300} = 0.066$ |
| $\frac{30}{100} = 0.30$ | $\frac{30}{250} = 0.12$ | $\frac{30}{300} = 0.10$ |

Ebből az összeállításból látható, hogy a sűrűségi szám azonos lehet különböző számú állat és eltérő vízmennyiség mellett is. Így 0.10 a sűrűségi szám az $\frac{5}{50}$, $\frac{10}{100}$, $\frac{20}{200}$, $\frac{30}{300}$ esetében. Világos, hogy a sűrűségi szám reciprok értéke azt a vízmennyiséget fejezi ki, amely az adott vízből egy állatra esik. Az említett esetben minden állatra 10 cm^3 víz jut.

Ha feltesszük, hogy a sűrűség valamiképpen módosítja a mérgező hatást, akkor, akármilyen a módosító hatás, egyenlő sűrűségekhez egyenlő időadatoknak, vagyis élettartamoknak kell tartozniuk. Ha a sűrűségeket és a megfelelő időadatokat összeállítjuk, a következő sorozatot kapjuk:

| | |
|--|--|
| 0·6 = $\frac{30}{50}$ | $1^h 35·1^m$ |
| 0·4 = $\frac{20}{50}$ | $1^h 36·2^m$ |
| 0·3 = $\frac{30}{100}$ | $1^h 27^m$ |
| 0·2 = $\frac{10}{50} = \frac{20}{100} = \frac{30}{150}$ | $1^h 33·7^m, 1^h 28·6^m, 1^h 38·6^m$ |
| 0·15 = $\frac{30}{200}$ | $1^h 28·5^m$ |
| 0·13 = $\frac{20}{150}$ | $1^h 43·6^m$ |
| 0·12 = $\frac{30}{250}$ | $1^h 34^m$ |
| 0·10 = $\frac{5}{50} = \frac{10}{100} = \frac{20}{200} = \frac{30}{300}$ | $1^h 29·8^m, 1^h 29^m, 1^h 33·5^m, 1^h 25·2^m$ |
| 0·08 = $\frac{20}{250}$ | $1^h 33·2^m$ |
| 0·066 = $\frac{10}{150} = \frac{20}{300}$ | $1^h 41^m, 1^h 38^m$ |
| 0·05 = $\frac{5}{100} = \frac{10}{200}$ | $1^h 24^m, 1^h 27^m$ |
| 0·04 = $\frac{10}{250}$ | $1^h 37·8^m$ |
| 0·033 = $\frac{5}{150} = \frac{10}{300}$ | $1^h 50^m, 1^h 41^m$ |
| 0·025 = $\frac{5}{200}$ | $1^h 34·5^m$ |
| 0·02 = $\frac{5}{250}$ | $1^h 38·5^m$ |
| 0·016 = $\frac{5}{300}$ | $1^h 43·8^m$ |

Ha ezeket az adatokat szemügyre vesszük, akkor kiviláglik, hogy sem egyenlő sűrűségekhez nem tartoznak egyenlő időadatok, sem valamely pontból kiindulólág határozott növekedés vagy csökkenés meg nem állapítható. Szóval az a gondolat, hogy a mérgező hatást a sűrűség módosítja, ebben az esetben nem igazolható.

4. A koncentráció hatása.

Hogy a tengervíz sókoncentrációjának csökkenése vagy nagyobbodása a mérgező hatás kisebbedésével, illetőleg erősödésével jár, az természetes dolog, amely kísérleti bizonyításra alig szorul. Hogy azonban a koncentráció változásainak menete hogyan, milyen tempóban csökkenti, illetőleg növeli a mérgező hatást, azt csak kísérleti alapon dönthetjük el. Az időadattal kifejezett mérgező hatás kétségtelenül függvénye a sókoncentrációnak, tehát kutatnunk kell a függvény és a független változó közti összefüggést, hogy legalább is grafikailag meghatározhassuk.

Ezirányú kísérleteim két csoportba oszthatók. Egyrészt a normálkoncentrációnál ($n = 43·5 \text{ ‰}$) nagyobb, másrészt annál kisebb sótartalmú oldatokkal kísérleteztem.

A nagyobb koncentrációs ($2n, 3n$) oldatokat úgy kaptam,

hogy az aquariumvizet bepároltam. Az n és a $2n$, valamint a $2n$ és a $3n$ közti fokozatokat egyszerű aquariumviz és $2n$ koncentrációs bepárolt víz, illetőleg $2n$ és $3n$ koncentrációs bepárolt víz megfelelő arányban való keverésével kaptam. Mivel az ezirányú kísérleteknek biológiai perspektívája alig van, hiszen nem tehető fel, hogy a természetben *Asellus*-fajok a tengervíznél sósabb vízhez alkalmazkodjanak, azért minden egyes koncentrációra csak egy kísérletet vettem 10—10 állattal. A kísérletek középértékeit feltüntető táblázat a következő:

| Koncentráció | $1\frac{1}{4}n$ | $1\frac{1}{2}n$ | $1\frac{3}{4}n$ | $2n$ | $2\frac{1}{4}n$ | $2\frac{1}{2}n$ | $2\frac{3}{4}n$ | $3n$ |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| Élettartam | $1^h 5^m$ | 1^h | 50^m | 36^m | $32\cdot5^m$ | 30^m | 27^m | 23^m |

Ebből látható, hogy már $1\frac{1}{4}n$ koncentrációemelkedés a közepes élettartamot, amely n koncentrációnál $1^h 27^m$ volt, lecsökkenteti $1^h 5^m$ -ra. Az élettartam ezután rohamosan csökken, $2n$ -nél már csak 36^m , vagyis a koncentrációnak a kétszeresére való emelkedése az élettartamot kevesebb, mint a felére csökkentette. $2n$ -tól $3n$ felé haladva, az élettartam csökkenése kevésbé rohamos (n és $2n$ közt az élettartam 51^m -mal sülyed, $2n$ és $3n$ közt csak 13^m -mal), de azért $3n$ -nél az értéke kisebb, mint az n -nek megfelelő élettartam $1\frac{1}{3}$ -a.

Fontosabbnak ítélem a kisebb koncentrációs vízzel végzett kísérleteket. Az oldatokat úgy állítottam elő, hogy az aquariumvizet az állatok természetes médiumával, vízvezetéki vízzel kevertem. A következő koncentrációkkal kísérleteztem: 0·9, 0·8, 0·75, 0·7, $2s$, 0·6, 0·5, 0·4, $1s$, 0·3, $1\frac{1}{4}$, 0·2, 0·1 n . Minden koncentrációval öt kísérletet végeztem, 10—10 állattal, úgyhogy a kísérletsorozatok középértékei 50—50 oldatból alakultak ki. A kísérleti szabályok általában azok voltak, mint a többi kísérletnél, csak az ellenőrzés ideje változott meg. Ugyanis, amikor a koncentrációt annyira csökkentettem, hogy az átlagos élettartam 10—15 órát ért el, akkor már csak óránként vizsgáltam meg az állatokat. Később már 24 óránál is nagyobb lett az időtartam, akkor naponként ötször vizsgáltam meg a kísérleti állatokat. Az

eredményeket a következő táblázat tartalmazza. A kísérletek középértékeit adom és az ezekből számított kísérletsorozati közepet. A minimumok és a maximumok nem a középértékekre vonatkoznak, hanem a kísérletsorozat 50 adatának legkisebbikét és legnagyobbikát adják meg.

| Koncentráció n-ekben | I. | II. | III. | IV. | V. | Minim. | Közép | Max. |
|-------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 0·9 n | 2 ^h 38 ^m | 2 ^h 35 ^m | 2 ^h 44 ^m | 2 ^h 49 ^m | 2 ^h 39 ^m | 2 ^h 0 ^m | 2 ^h 41 ^m | 3 ^h 30 ^m |
| 0·8 n | 3 ^h 3 ^m | 3 ^h 2 ^m | 2 ^h 57 ^m | 3 ^h 7 ^m | 3 ^h 12 ^m | 2 ^h 5 ^m | 3 ^h 4 ^m | 4 ^h 15 ^m |
| 0·75 n | 4 ^h 31 ^m | 4 ^h 25 ^m | 4 ^h 35 ^m | 4 ^h 26 ^m | 4 ^h 26 ^m | 3 ^h 25 ^m | 4 ^h 29 ^m | 6 ^h 0 ^m |
| 0·7 n | 5 ^h 42 ^m | 4 ^h 26 ^m | 4 ^h 34 ^m | 5 ^h 30 ^m | 5 ^h 21 ^m | 3 ^h 0 ^m | 5 ^h 6 ^m | 7 ^h 40 ^m |
| 2/3 n | 4 ^h 6 ^m | 5 ^h 35 ^m | 5 ^h 33 ^m | 5 ^h 54 ^m | 5 ^h 31 ^m | 1 ^h 37 ^m | 5 ^h 20 ^m | 8 ^h 30 ^m |
| 0·6 n | 7 ^h 14 ^m | 5 ^h 57 ^m | 6 ^h 20 ^m | 6 ^h 12 ^m | 6 ^h 20 ^m | 3 ^h 45 ^m | 6 ^h 25 ^m | 10 ^h 20 ^m |
| 0·5 n | 22 ^h 29 ^m | 17 ^h 33 ^m | 18 ^h 16 ^m | 21 ^h 20 ^m | 20 ^h 18 ^m | 6 ^h 35 ^m | 20 ^h 0 ^m | 36 ^h 0 ^m |
| 0·4 n | 1·6 ^d | 3·5 ^d | 2·6 ^d | 4·8 ^d | 4·9 ^d | 1 ^d | 3·4 ^d | 8 ^d |
| 1/3 n | 5·2 ^d | 9·6 ^d | 8·3 ^d | 8·9 ^d | 9·5 ^d | 1 ^d | 8·3 ^d | 20 ^d |
| 0·3 n | 7·8 ^d | 9·2 ^d | 10·3 ^d | 9·6 ^d | 11·3 ^d | 1 ^d | 9·6 ^d | 20 ^d |
| 1/4 n | } Az állatok négy hétnél is tovább életben maradtak. | | | | | | | |
| 0·2 n | | | | | | | | |
| 0·1 n | | | | | | | | |

Ebben a táblázatban teljesen tisztán kifejeződik a mérgező hatás csökkenése, vagyis az élettartam növekedése a koncentráció csökkenésével. Már $\frac{1}{10}$ -os koncentrációcsökkenés $1^h 27^m$ -ről $2^h 41^m$ -re emeli az élettartamot, amely azután lassan emelkedik $0·6n$ koncentrációig ($6^h 25^m$). Amint $0·5n$ -re csökken a koncentráció, hatalmas ugrás következik be, mert itt az élettartam eléri középértékben a 20 órát, maximumában pedig az 1^1_2 napot. Innét kezdve rohamosan nő az élettartam, amíg végre maximumában eléri a három hetet. Ilyen hosszú időközöknél már nem képes az ember eldönteni, hogy az állatok halála a sokkoncentráció mérgező hatása következtében állt-e be, vagy pedig természetes kimúlás volt. Az $\frac{1}{4}$ -os és ennél gyengébb koncentrációjú oldatokban az állatok négy hétnél is tovább éltek, szemmel láthatólag minden physiologiai zavar nélkül. Táplálkoztak, pázrottak, úgy-hogy az alkalmazkodási kísérleteket ilyen oldatokkal kezdtem meg.

A csökkenő koncentrációval növekedik az egyes kísérletsoro-

zatokban az élettartam amplitudója, a maximum és a minimum különbsége. Ennek az az oka, hogy órákig, napokig tartó kísérletek folyamán a kísérleti állatok egyéni különbségei, physiologiai állapota, esetleg öregedési jelenségei jobban előtérbe nyomulnak és érvényre jutnak.

A különböző koncentrációkat tehát következőképpen csoportosíthatjuk: *a*) Lethalis koncentrációk ($n = 0.6n$), amelyek néhány óra alatt megölik az állatokat, az élettartam itt lassan emelkedik; *b*) sublethalis koncentrációk ($0.5-0.3n$), amelyeknél az élettartam minimumban elérheti az egy napot és rohamosan emelkedik három hétre; *c*) adaptationabilis koncentrációk ($1/4 - 0.1n$), amelyekben az állatok minden látszat szerint normálisan tudnak élni, amelyekhez azonnal alkalmazkodnak.

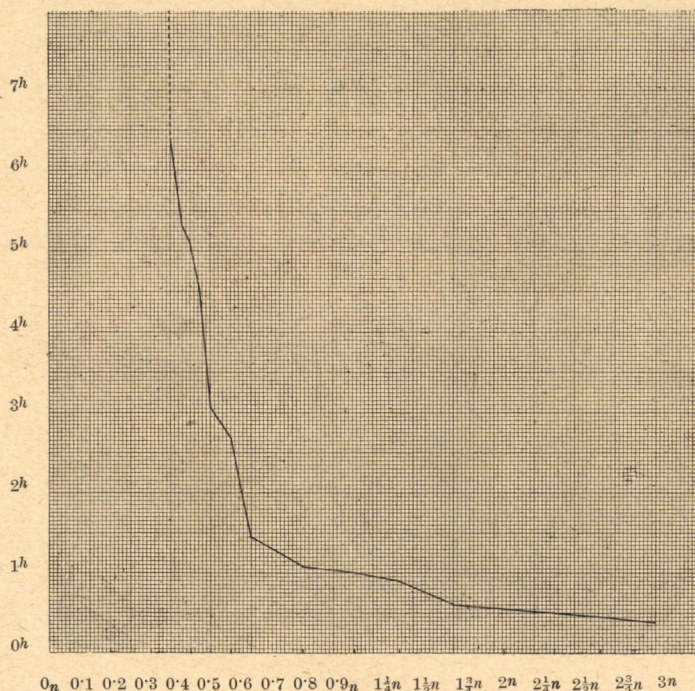
A kritikus koncentráció $0.3n$ és $1/4 \cdot n$ közt van.

A kísérleti adatok két érdekes összehasonlításra adnak alkalmat. Az egyik PLATEAU kísérleteivel kapcsolatos. Amint mondtuk, PLATEAU kísérleti állatai az Északi-tenger vizében ($n = 30.46^{\circ} \text{oo}$) $1^h 4^m - 5^h 15^m$ -ig, középértékben $2^h 40^m$ -ig éltek. Ez a koncentráció az én kísérleteimnél $0.7n = 30.45^{\circ} \text{oo}$ koncentrációnak felel meg, amelynél az élettartam $3^h - 7^h 40^m$, középértékben $5^h 6^m$ volt.

THIENEMANN olyan vízben is talált *Asellus aquaticus*-t, amelynek összes sótartalma 25.37°oo volt. Ez az én kísérleteimnél körülbelül megfelel a $0.6n = 26.1^{\circ} \text{oo}$ -nek, vagyis a lethalis koncentrációk közé esik, helyesebben mondván a lethalis és sublethalis koncentrációk határára. Hogy belföldi sóstóban ilyen nagy sótartalom mellett mégél az *Asellus*, a tengervízben pedig elpusztul, az az első pillanatban különösnek tűnik fel. Azonban, attól eltekintve, hogy a westfáliai sóstó *Asellusa* hosszú idő (évszázadok, sőt évezredek) alatt, generációról generációra lassankint alkalmazkodott, hasonló koncentrációjú tengervíz és sósvíz (*NaCl* tartalmú!) nem egyenlő mérgező hatásúak. A belföldi sósvizek a *NaCl* mellett olyan sókat is tartalmaznak, amelyek a tengervízben hiányzanak és amelyek a *NaCl* mérgező hatását gyengítik vagy megszüntetik. A sóoldatok mérgező hatása ugyanis részben ionhatáson alapszik, amelyet többé-kevésbé hatálytala-

nítani lehet azáltal, hogy az oldatba másféle ionokat viszünk be («Entgiftung»).

A különböző koncentrációjú oldatokkal végzett kísérleteim eredményét a 2. rajzon látható görbe szemlélteti. Ha a görbe egyenetlenségeit elsímítjuk, körülbelül olyan görbét kapunk, mint OSTWALD (9. t. II) a *Gammarus pulex*-szel és DERNOSCHEK



2. ábra.

(2. p. 315, f. 2) a *Daphne magna*-val végzett kísérleteknél. Bár a görbe egyenetlen, látható, hogy alapjában véve hiperbolával van dolgunk, amelynek két ága az abszcisszához és az ordinatához aszimptotikusan közeledik.

5. Alkalmazkodási kísérletek.

Kísérleteim abból a gondolatból indultak ki, amelyet DERNOSCHEK (2. p. 342) bizonyított be. Ha ugyanis kis konc-

trációjú oldatokkal állatokat előzetesen kezelünk, akkor ezek bizonyos fokig alkalmazkodnak. Az alkalmazkodás nemcsak abban nyilvánul meg, hogy az állatok a híg sóoldatban élnek, hanem abban is, hogy szervezetük az erősebb koncentrációjú oldatokkal szemben ellenállóbbá lesz. Ha ilyen, előzetesen kezelt állatokat átmenet nélkül olyan sós oldatba teszünk, amely halálosan hat, akkor ebben az élettartamuk jóval hosszabb lesz, mint az előzetesen nem kezeltké. Ez mintegy mértéke az ellenállóképesség növekedésének.

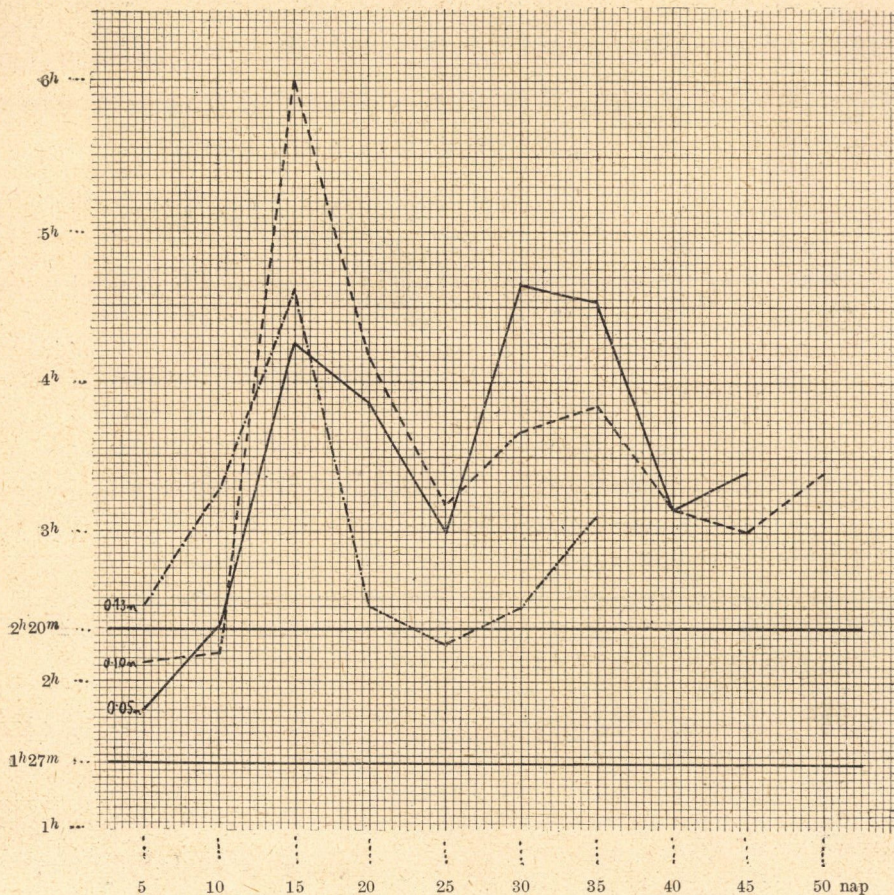
Kísérleteimet a következőleg rendeztem be. Adaptationabilis és sublethalis oldatokat (0·05, 0·10, 0·13, 0·2, 0·25, 0·30, 0·33*n*) vettem és az állatoknak kis aquariumokat rendeztem be. Minden oldatba 10 állatot tettem. Bőségesen kaptak táplálékot és vizüket mindennap megújítottam. Kísérleti tervezetem szerint az állatokat ötnaponként kellett vizsgálnom az ellenállóképesség növekedésére. Ezt úgy végeztem, hogy az állatot hasonló hőmérsékletű 200 cm³ aquariumvizbe tettem és megállapítottam az élettartamát. Ugyanakkor ellenőrző kísérletet tettem nem kezelt állattal. Így minden egyes kultúrának 50 napig kellett volna kitartania, de bizony egy kultúra kivételével mindegyikben volt

| A kultur- oldat koncen- trációja | Az előzetes kezelés napjainak száma | | | | | | | | | | Elhullás |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| 0·05 n | 1 ^h 49 ^m | 2 ^h 22 ^m | 4 ^h 15 ^m | 3 ^h 50 ^m | 3 ^h 0 ^m | 4 ^h 40 ^m | 4 ^h 32 ^m | 3 ^h 10 ^m | 3 ^h 25 ^m | — | 1 |
| 0·10 n | 2 ^h 7 ^m | 2 ^h 11 ^m | 6 ^h 0 ^m | 4 ^h 10 ^m | 3 ^h 11 ^m | 3 ^h 40 ^m | 3 ^h 50 ^m | 3 ^h 10 ^m | 3 ^h 0 ^m | 3 ^h 25 ^m | — |
| 0·13 n | 2 ^h 30 ^m | 3 ^h 16 ^m | 4 ^h 37 ^m | 2 ^h 30 ^m | 2 ^h 15 ^m | 2 ^h 30 ^m | 3 ^h 5 ^m | — | — | — | 3 |
| 0·20 n | 3 ^h 10 ^m | 3 ^h 50 ^m | 4 ^h 20 ^m | 3 ^h 37 ^m | 4 ^h 16 ^m | — | — | — | — | — | 5 |
| 0·25 n | 3 ^h 27 ^m | 2 ^h 45 ^m | 3 ^h 22 ^m | 7 ^h 10 ^m | 5 ^h 15 ^m | 3 ^h 50 ^m | 1 ^h 52 ^m | — | — | — | 3 |
| 0·30 n | 3 ^h 28 ^m | 1 ^h 26 ^m | 3 ^h 13 ^m | 3 ^h 50 ^m | — | — | — | — | — | — | 6 |
| 0·33 n | 3 ^h 26 ^m | 2 ^h 40 ^m | 3 ^h 15 ^m | 3 ^h 40 ^m | — | — | — | — | — | — | 6 |

elhullás. Az elhullott állatok száma annál több volt, minél jobban közeledett a koncentráció a sublethalishoz. Az eredményeket a következő táblázat mutatja:

Ezeknél a számoknál beszédesebbek a grafikonjaik (3., 4., 5. ábra), amelyekbe összehasonlítás szempontjából belerajzoltam

az előzetesen nem kezelt állatok közepes ($1^h 27^m$) és maximális élettartamának ($2^h 20^m$) megfelelő vonalat is. A számadatokból és a görbékből a következőket olvashatjuk ki.



Folytonos vonal: 0.05 n.

Szakgatott vonal: 0.10 n.

Eredményes vonal: 0.13 n.

3. ábra.

A 0.05—0.13n grafikonja.

1. Ötnapi előzetes kezelés után az aquariumvízben az élettartam minden esetben átlépi a nem kezelt állatok átlagos élettartamát. Az élettartam a koncentrációval emelkedik és 0.13n-

nél fölülmúlja a nem kezelt állatok maximális élettartamát. Ezután állandóan felette marad és legnagyobb értékét a sublethalis koncentrációk alsó határánál ($0.30n$), vagyis a kritikus koncentrációnál éri el. Az ötödik naptól kezdve a görbék menetük szerint két csoportba oszthatók.

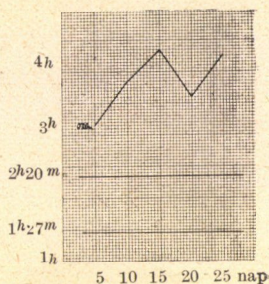
2. A $0.05-0.2n$ oldatokban előzetesen kezelt állatok élettartama emelkedik és a 15-ik napon kulminál. Innét azután leesik, a 25-ik napon mélypontra jut, de azután ismét emelkedni kezd. A $0.2n$ koncentrációnál a 20-ik napon van a mélypont. A második csúcs kialakulása csak a $0.05n$ és $0.10n$ koncentrációknál volt megfigyelhető, mert a $0.13n$ és $0.20n$ -nél az elhullások miatt a megfigyelési sorozat hiányos maradt.

3. A $0.25-0.33n$ koncentrációs oldatokkal kezelt állatok élettartama a kezdeti magas értékről a 10-ik napon leesik, de azután ismét emelkedni kezd. A $0.25n$ -nél

a 20-ik napon hatalmas maximum van, amelyről azután az élettartam rohamosan esik le. A $0.30-0.33n$ koncentrációknál a depresszióra következő csúcs kialakulását az elhullások következtében beálló hiány megakadályozta.

További kísérletek volnának még szükségesek, hogy ezeket az eredményeket kiegészítsék és ellenőrizzék. Annyit azonban minden kétséget kizáróan meg lehet állapítani, hogy az *Asellus italicus* példányai, ha $0.05-0.33n$ koncentrációjú tengervíz hígításokkal kezeljük őket, alkalmazkodnak, ami abban is megnyilvánul, hogy szervezetük ellenállóképessége a tiszta aquariumi tengervízzel szemben növekedik. Az alkalmazkodás abszolút volt, mert az előzetesen kezelt állatok élettartama legalább is egyenlő, de legtöbbször nagyobb volt, mint a nem kezelt állatoké hasonló körülmények közt.

Ezekben a kísérletekben az egyes kultúrák vizének a koncentrációja állandó volt. Tudvalevőleg az alkalmazkodás könnyebben megy és sikeresebb akkor, ha a szervezet lassan, fokozatosan szokik hozzá a változó viszonyokhoz, amint az a ter-



4. ábra.

A $0.20n$ grafikonja.

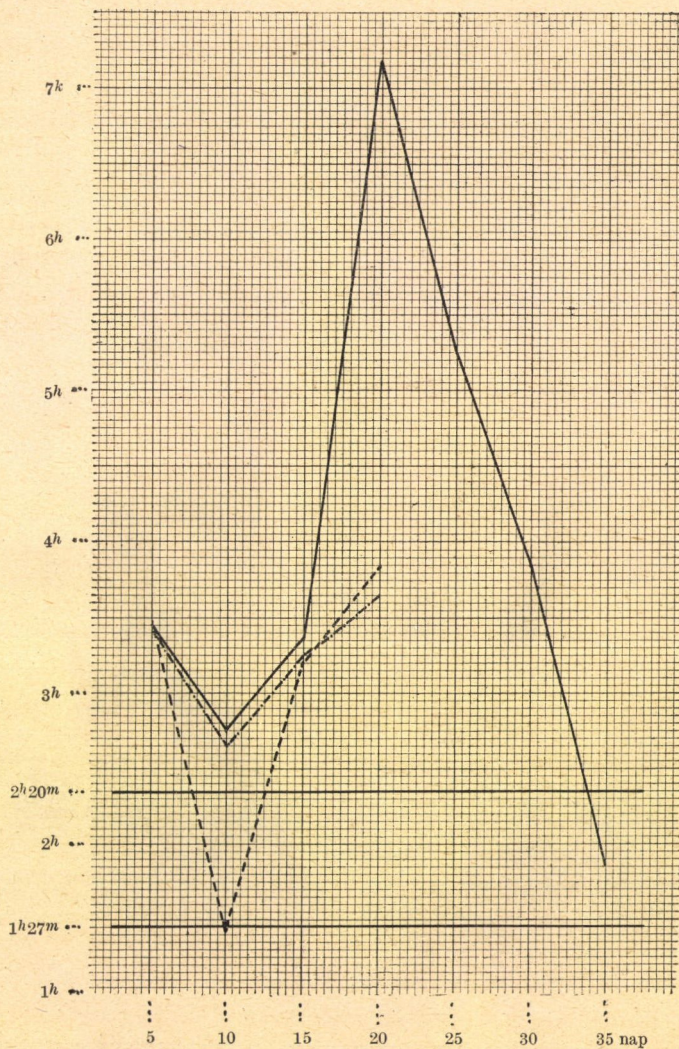
nak a megállapítására, hogy miképpen emelkedik a szervezet ellenállóképessége, ha lassan szokik hozzá a növekedő koncentrációkhoz és hogy milyen koncentrációig életképes a szervezet.

A kísérletekhez lapos, négyszögletes aquariumot rendeztem be, amelybe 3 l vizet öntöttem. Az edény fenekén homok, kormészetben is történik. Ebben az irányban is kísérleteztem, anhadó levelek, fonalas moszatok voltak. A benépesítésre 100 darab *Asellus italicus* szolgált. Az aquarium dolgozószobámban, szét-szórt fényben állt. A víz hőmérsékletét mindennap délben mértem. A hőmérséklet a felállítás napjától (1925 augusztus 10) kezdve fokozatosan csökkent. Augusztus 10. és 30. közt 27—25° C, szeptember 1. és 15. közt 25—24° C, szeptember 16. és október 12. közt 23—21° C, október 13. és 28. közt 21—19·5° C volt a hőmérséklet.

A koncentráció emelkedésének a menete a következő volt. Megkezdtem olyan vízzel, amelynek 10%-a aquariumi tengervíz volt (0·10*n*). Mindennap 1%-kal emeltem a koncentrációt. Amikor a koncentráció 5%-kal emelkedett, akkor két vagy négy napig változatlanul hagytam, így a 15, 20 és 25% elérésekor. A 30%-os oldatban 11, a 35%-osban 2, a 40%-osban 5, az 50%-osban 10 napra terveztem a benntartást. Természetesen ezekben az esetekben is mindennap friss vizet kaptak az állatok, hogy az elkerülhetetlen párolgás következtében beálló koncentrációemelkedés zavaró hatását lehetőleg kiküszöböljem. A koncentráció növekedésének menete tehát a következő volt:

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Aug. 10—14. édesvíz. | Szept. 10—13. 26—29%. |
| « 15—19. 10% (=0·1 <i>n</i>). | « 14—24. 30% (=0·3 <i>n</i>). |
| « 20—23. 11—14%. | « 25—28. 31—34%. |
| « 24—25. 15%. | « 29—30. 35%. |
| « 26—29. 16—19%. | Okt. 1—4. 36—39%. |
| « 30—szept. 3. 20% (=0·2 <i>n</i>). | « 5—9. 40% (=0·4 <i>n</i>). |
| Szept. 4—7. 21—24%. | « 10—18. 41—49%. |
| « 8—9. 25%. | « 19—29. 50% (=0·5 <i>n</i>). |

Az ellenállóképesség növekedésének megállapítására minden öt napban öt állatot szándékoztam feláldozni. Ezt tiszta aquariumvízben végeztem úgy, mint az előzőkben. A vizsgálatokat alább



Folytonos vonal: 0'25 n. Szakgatott vonal: 0'30 n.

Eredményes vonal: 0'33 n.

A 0'25—0'33n grafikonja.

5. ábra.

vázolandó okokból csak hét esetben végezhettem el; az eredményeket, a megfigyelt legkisebb és legnagyobb élettartamokat a következő összeállítás tartalmazza:

| | |
|---|---|
| Aug. 20. 1 ^h 40 ^m —2 ^h 35 ^m . | Szept. 4. 3 ^h 0 ^m —4 ^h 45 ^m . |
| « 25. 2 ^h 10 ^m —3 ^h 40 ^m . | « 9. 3 ^h 0 ^m —4 ^h 50 ^m . |
| « 30. 2 ^h 49 ^m —3 ^h 50 ^m . | « 14. 3 ^h 16 ^m —5 ^h 10 ^m . |
| | « 19. 2 ^h 19 ^m —5 ^h 0 ^m . |

Az élettartam növekedése, vagyis az ellenállóképesség emelkedése nyilvánvaló. Az élettartamok sokkal kedvezőbben és reményteljesebben alakultak, mint az állandó koncentrációkkal végzett kísérletekben. Szeptember 19-én azonban, amikor az állatok már öt napja 30%-os (0·30*n*) kultúroidatban voltak, az élettartam egyszerre lecsökkent és az állatállomány rohamos pusztulásnak indult. Ennek oka valószínűleg az, hogy a kritikus 0·30*n* koncentrációt gyorsan értem el. Lassúbb tempóban kellett volna állataimat a 0·10—0·25*n* koncentrációkon átvennem, hogy a sublethalis koncentrációt jobban elviselhessék. Az évszak hatásának nem tulajdoníthatom a beállott elhullásokat, mert két más, édesvizű aquariumomban az állatok vígan tovább éltek.

Szeptember 19-ig egyetlen állatom sem hullott el, a kísérletekhez elhasználtam a 100-ból 35-öt. A megmaradt 65-ből szeptember 24-ig, amikor a következő ellenőrző kísérletnek kellett volna lennie, elpusztult 50 darab. Ebből is kiviláglik a 0·30*n* koncentráció döntő hatása. Mivel állatállományom 15-re csökkent, kénytelen voltam a további élettartam-megállapításokat beszüntetni és csak a koncentrációemelésre szorítkozni. Ennek a 15 állatnak a sorsa következőképpen alakult:

A koncentrációnak 0·30*n*-ről 0·40-ra való emelése közben elpusztult 7 darab; a 0·40*n* koncentrációs oldatban való ötnapos időzés alatt elhullott 3 darab; mialatt 0·50*n*-re emeltem a koncentrációt, elpusztult 4 darab; a 0·50*n* koncentrációt, vagyis amikor a kultúra vizének fele aquariumvíz volt, csak egy példány érte el és ezt október 29-én találtam halva, vagyis 10 napig élt 21·75‰ sótartalmú vízben.

Az előzőkből tudjuk, hogy a 0·5*n* koncentráció középértékben 20 óra, maximumban 36 óra alatt megöli az előzetesen nem

kezelt állatokat, úgyhogy kultúrák céljára alkalmatlan, mert a sublethalis koncentrációk felső értékét képviseli. Ha azonban, mint a mi esetünkben, lassan emeljük a koncentrációt, akkor nemcsak a 0·30, 0·40n sublethalis koncentrációkat viselik el az állatok, hanem a 0·50n koncentrációs oldatban is 10 napig élt egy példány. A lassú koncentráció-emelkedés tehát sikeresebb alkalmazkodást tesz lehetségessé.

Azt hiszem, hogyha még lassúbb tempóban emelnénk a koncentrációt, akkor nemcsak azt érnék el, hogy fele tengervízben pár napig élne az állatok, hanem azt is, hogy egészen normálisan élne és szaporodna. Nekem azonban nem állott annyi idő rendelkezésemre, hogy kísérleteimet így rendezhettem volna be.

6. Összefoglalás.

Kísérleteim eredményeit, amelyek a bevezetésben feltett kérdésekre a választ megadják, a következőkben foglalhatom össze:

1. Az *Asellus italicus* DUPICH kifejlett példányai a nápolyi Stazione Zoologica aquariumának vizében átlag $1^h 27^m$ -ig élnek; az ivar nem hat a tengervíz mérgezési fokára; kifejletlen példányok élettartama nagyságukkal egyenes arányban van.

2. A víz mennyisége, az állatok száma és sűrűsége nincs kimutatható hatással a tengervíz mérgezési fokára.

3. A koncentráció emelkedése csökkenti, sülyedése növeli az élettartamot; a kritikus koncentráció 0·25n és 0·30n közt van; az élettartamnak a koncentrációval való összefüggését hyperbola-szerű görbe ábrázolja.

4. Gyenge koncentrációjú oldatokkal való előzetes kezelés a szervezet ellenállóképességét a tengervíz ellenében fokozza, úgyhogy az állatok élettartama a tengervízben nagyobb, mint a nem kezeltké.

5. A koncentráció lassú emelésével erősebb sótartalomhoz is hozzá lehet szoktatni az állatokat; a kísérletek folyamán 65 nap alatt érte el a koncentráció a $0·5n = 21·75^{\circ}_{\infty}$ sótartalmat és ebben az oldatban egy példány 10 napig élt.

A Nápolyban való tartózkodást a Vallás- és Közoktatásügyi M. Kir. minisztérium és a ROCKEFELLER-alapítvány (International Education Board) tették lehetővé számomra, ezért nekik e helyen is leghálásabb köszönetemet fejezem ki.

Irodalom — Litteratur.

1. BULLOT: On the toxicity of distilled water for the fresh-water Gammarus (Univ. Calif. Publ. Physiol. I. (22) 1904. p. 199—217).
2. DERNOSCHEK: Studien über die Giftigkeit von Seewasser für Süßwassertiere, mit besonderer Berücksichtigung der Anpassungserscheinungen (PFLÜGER's Arch. f. ges. Physiol. 143. 1911. p. 303—369).
3. EMDEN, van: Zur Kenntnis der Brutpflege von Asellus aquaticus nebst Bemerkungen über die Brutpflege anderer Isopoden (Arch. f. Naturg. 88. 1922. A. 1. p. 91—133).
4. FÜRTH: Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. (Jena, 1903, pp. XIV + 670.)
5. HENZE: Untersuchungen an Seetieren (ABDERHALDEN's Handbuch d. biochem. Arbeitsmethoden, 1910. p. 1063—1113).
6. HIRSCH: Untersuchungen über die biologische Wirkung einiger Salze (Zool. Jahrbücher, Allg. Zool. 34. 1914. p. 558—682).
7. KAULBERSZ: Biologische Beobachtungen an Asellus aquaticus... (Zool. Jahrbücher, Allg. Zool. 33. 1913. p. 287—360).
8. MÖBIUS: Die wirbellosen Thiere der Ostsee (Ber. üb. die Exped. Unters. d. Ostsee, IV. 1873. p. 97—144).
9. OSTWALD: Versuche über die Giftigkeit des Seewassers für Süßwassertiere (Gammarus pulex De Geer). (PFLÜGER's Arch. f. d. ges. Physiol. 106. 1905. p. 568—598.)
10. OSTWALD: Über die Beziehungen zwischen Adsorption und Giftigkeit von Salzlösungen für Süßwassertiere (PFLÜGER's Arch. f. d. ges. Physiol. 120. 1907. p. 19—30).
11. PLATEAU: Recherches sur les Crustacées d'eau douce de Belgique. II., III. (Mém. Acad. Belg. 35. 1870. 40. p. 1—92.)
12. PLATEAU: Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques. I. (Mém. cour. Ac. Sci. Belg. 36. 1871. 40. p. 1—68.)
13. PLATEAU: Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques. II. (Bull. Ac. Belg. Ser. 2. XXXIV. 1872. p. 1—50.)
14. REDEKE: Flora en fauna der Zuiderzee. 1922.
15. SARS, G. O.: On some additional Crustacea from the Caspian sea (Ann. Mus. Zool. Acad. St. Pétersb. 1897. p. 273—305).
16. THIENEMANN: Die Salzwassertierwelt Westfalens (Verh. d. D. Zool. Ges. 1913. p. 56—68).
17. VERNON: The respiratory exchange of lower marine invertebrates (Journ. of Physiol. XIX. 1896. p. 18—70).

18. WALTER: Transkaspische Binnencrustaceen (Zool. Jahrb. Syst. IV. 1889. p. 1110—1123).

19. WEGE: Morphologische und experimentelle Studien an *Asellus aquaticus* (Zool. Jahrb. Allg. Zool. 30. 1911. p. 217—320).

20. WENDICKE: Hydrographische Untersuchungen des Golfes von Neapel im Sommer. 1913 (Mitt. Zool. Station Neapel, XXII. 1916. p. 329—366).

21. ZADDACH: Synopseos Crustaceorum Prussicorum Prodomus (Regiomonti, 1844).

22. ZUELZER: Über den Einfluss der Regeneration auf die Wachstumsgeschwindigkeit von *Asellus aquaticus* (Arch. f. Entwicklungsmechanik, 25. 1907. p. 361—397).

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1926 dec. 6.-án tartott előadó üléséből.)

DIE WIRKUNG DES SEEWASSERS AUF SÜSSWASSERASSELN.

Von ENDRE DUDICH.

Der Verfasser experimentierte mit *Aseillus italicus* DUDICH an der Zoologischen Station zu Neapel. Die Anfangslösung war für sämtliche Versuche immer dieselbe, nämlich das Wasser der Aquarien der Station, welches $n = 43.5^{\circ}_{.00}$ Normalsalzgehalt aufweist. Ergebnisse:

1. Die mittlere Lebensdauer der ausgewachsenen Tiere beträgt in reinem Aquariumwasser $1^h 27^m$; das Geschlecht übt keinen Einfluss auf die Giftwirkung des Wassers aus, dagegen ist diese mit dem Alter (der Körperänge) verkehrt proportional.

2. Das Volumen des Wassers (bei gleicher Zahl der Versuchstiere) und die Anzahl der Versuchstiere (bei gleichem Wasservolumen), sowie die «Dichtigkeit» der Versuchstiere scheinen auf die Giftigkeit ohne Einfluss zu sein.

3. Die Giftwirkung (Lebensdauer) ist die Funktion der Konzentration; bei der Erhöhung der Konzentration ist eine Abnahme, bei der Herabsetzung der Konzentration eine Zunahme der Lebensdauer feststellbar; die kritische Konzentration liegt zwischen $0.25-0.30n$; graphisch dargestellt ergeben die Daten eine hyperbolenartige Kurve, ähnlich der durch OSTWALD und DERNOSCHEK erzielten.

4. Durch eine Vorbehandlung mit schwächeren Konzentrationen ($0.05n-0.33n$) wird die Resistenzfähigkeit des Organismus gegen die Giftwirkung des reinen Aquariumwassers bedeutend erhöht, die Tiere werden adaptiert.

5. Die Adaptation erreicht einen höheren Grad, wenn die Konzentration successive erhöht wird; das kritische Konzentrationsgebiet liegt auch in diesem Falle zwischen $0.25-0.30n$; während des Experiments wurde die Konzentration $0.5n = 21.75^{\circ}_{.00}$ in 65 Tagen erreicht und so ist es gelungen, ein Tier in dieser Lösung 10 Tage lang am Leben zu erhalten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 6. Dezember 1926.)

A NEUTRÁLIS SÓHATÁSRÓL IONREAKCIÓK ESETÉN.

KISS ÁRPÁD-tól.

1. Bevezetés.

Neutrális sóhatás alatt értjük azt a jelenséget, amikor valamilyen anyagnak vagy ionnak a látszólagos koncentrációja neutrális sók hozzáadására megváltozik anélkül, hogy olyan kémiai változások következnenek be, amelyek a kérdéses anyag vagy ion koncentrációját megváltoztatják.

Még az elektrolytos disszociációról szóló ARHENNIUS-féle elmélet felállítása előtt észlelték LÖWENTHAL és LESSEN a neutrális¹ sóhatás jelenségét s azt a dehydratació elméletével igyekeztek megmagyarázni. Az azóta nagyon felszaporodott kísérleti anyagot részint ezzel az elmélettel, másrészt a teljes elektrolytos disszociációról szóló tan felállítása óta a P. DEBYE és E. HÜCKEL-féle² elmélet alapján, az ionok között működő elektrostatikus erőhatással kísérelték értelmezni.

A kémiai kinetikában a neutrális sóhatás rendkívül változatos jelenségeit nem régen J. N. BRÖNSTEDnek³ sikerült egy összefoglaló elmélettel érthetővé tenni.

Az eddigi adatok általánosságban megerősítik a theoria összes következményeit, azonban semmiképpen sem elegendők egy ilyen nagyjelentőségű elmélet végleges igazolásához; különösen áll ez azóta, hogy a legújabb vizsgálatokkal kapcsolatban kiderült, hogy a theoria alapjait képező DEBYE és HÜCKEL-féle elmélet is ellenőrzésre szorul.

Így tehát kívánatosnak látszott, hogy az elmélet következ-

¹ Journ. f. prakt. Chemie 85., 321., 1862.

² Physik. Zeitschr. 26., 22., 93., 1923.

³ Zeitschr. phys. Chemie 102., 169., 1922.

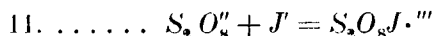
ményeit egy olyan reakciónál, amelyik mindenféle zavaró hatástól mentesnek látszik, beható tanulmány tárgyává tegyem. E célból úgy magam, mint tanítványaim a jód- és persulfat-ion között végbemenő, más szempontból már T. S. PRICE¹ által is vizsgált reakciónál a neutrális sóhatást nagyon alaposan tanulmányoztuk. Az idevágó kísérletek egy része tanítványaim, ZOMBORY L. és BRUCKNER Gy. bölcsészdoktori értekezésében, más része különböző külföldi folyóiratokban² látott napvilágot. A következőkben a legújabb kísérletek eredményeiről szeretnék röviden beszámolni.

2. A reakció mechanizmusa a Brönsted-féle elmélet alapján.

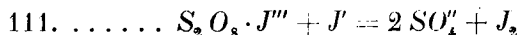
PRICE³ régebbi kísérleteivel egybehangzóan az adódott,⁴ hogy a stöchiometriai egyenlet alapján trimolekulás reakció:



bimolekulásan megy végbe. Az átalakulás sebességét megszabja az:



folyamat és ezt követi a gyors:



reakció. Az átalakulás sebessége megadható a

$$-\frac{dc}{dt} = kc_{S_2O_8''}c_{J'} \dots\dots 1.$$

differenciál egyenlettel.

Miután az átalakulás sebességét megszabó folyamat (II. sz. reakció) ion-reakció, a BRÖNSTED-féle elmélet értelmében⁵ a reakció sebességét a

¹ Zeitschr. phys. Chem. 27., 474., 1898.

² KISS A. és ZOMBORY L. Rec. trav. chim. des Pays-Bas 46., 225., 1927; KISS A. és BRUCKNER Gy. Zeitschr. phys. Chem. 128., 71., 1927.

³ L. c.

⁴ KISS A. és ZOMBORY L., l. c. 226.

⁵ L. c. 191.

$$-\frac{dc}{dt} = h_F c_{S_2O_8}'' c_I' = h c_{S_2O_8}'' c_J' \frac{f_1 f_2}{f_3} \dots \dots 2.$$

egyenlet adja meg. (F a kinetikai aktivitási faktor, f_1 és f_2 a jód- és persulfat-ionok, még f_3 a kritikus komplex $S_2O_8 \cdot J'''$ aktivitási faktora, h pedig az új sebességi állandó.)

3. A reakciókomponensek koncentrációjának hatása a sebességi állandó értékére.

A régi (1. sz.) egyenlettel számított sebességi állandók (k), mivel a változó mennyiséget (F) tartalmazzák ($k = hF$), a reakciókomponensek különböző koncentrációja esetén különböző értéket adnak. Csak abban az esetben, ha a kinetikus aktivitási faktor értéke ugyanaz, tehát azonos összionkoncentráció esetén kapunk a régi egyenlettel számítva azonos értéket k -ra nézve. Mivel a reakcióban csak azonos töltésű ionok vesznek részt, a theoria értelmében pozitív sóhatás fog mutatkozni, azaz az 1. sz. egyenlettel számított állandó értéke az összionkoncentrációval nőni fog, amint az már PRICE kísérleti adataiból is kiderült. A sebességi állandónak a ható anyagok koncentrációjával való változása nemcsak kvalitatíve, hanem quantitativé is igazolta a BRÖNSTED-féle elmélet helyességét úgy, hogy maga BRÖNSTED is mint klasszikus példát említi a szóbanforgó reakciót.¹ Ez irányban tehát nem lett volna értelme a kísérleti vizsgálatok kibővítésének, elegendő volt az 1. sz. táblázatban feltüntetett néhány kísérlet.

1. sz. táblázat.

| $c_{S_2O_8}$ | c_J | c_{total} | $k10^5$ |
|--------------|--------|-------------|---------|
| 0,0055 | 0,0125 | 0,0180 | 13,1 |
| 0,0110 | 0,0250 | 0,0350 | 15,9 |
| 0,0275 | 0,0125 | 0,0400 | 16,1 |
| 0,0110 | 0,0312 | 0,0422 | 16,3 |
| 0,0055 | 0,0750 | 0,0992 | 24,4 |
| 0,0220 | 0,0750 | 0,0970 | 25,2 |

¹ L. c. 190.

4. A koncentrációhatás tömény sóoldatokban.

BRÖNSTED szerint¹ éppúgy, mint minden ionegyensúlyra nézve szigorúan érvényes a tömeghatás törvénye, a reagáló anyagok koncentrációjával való számítás esetén is, ha a kérdéses folyamat tömény sóoldatokban játszódik le,² akkor várható, hogy a kémiai kinetikának a régi, a reagáló anyagok koncentrációjával dolgozó alakja lesz érvényes ionreakciók esetén is, ha azok indifferens sók tömény oldataiban mennek végbe.

Amint J. HOLLUTA és F. MARTINI igazolták³ a ferri- és thiosulfat-ion között végbemenő negatív sóhatást mutató $f_2 f_3 / f_1$ típusú reakció esetén a ható anyagok koncentrációjának a sebességi állandó értékére gyakorolt hatása csaknem teljesen elenyészik, ha a reakció norm. $NaCl$ oldatban megy végbe. (Lásd a 2. sz. táblázat adatait.)

2. sz. táblázat.

| No | $FeCl_3$ | $Na_2S_2O_3$ | k |
|----|----------|--------------|------|
| 15 | 0,002 | 0,002 | 53,2 |
| 18 | 0,001 | 0,001 | 40,5 |
| 19 | 0,001 | 0,002 | 45,6 |
| 20 | 0,004 | 0,002 | 53,6 |

Hogy a theoria következményeit a szóbanforgó, pozitív sóhatást mutató $f_1 f_2 / f_3$ típusú reakció esetén is ellenőrizhessük, a 4. sz. táblázatban összeállítottam olyan kísérletsorozat adatait, amelyeknél a ható anyagok két különböző koncentrációja

$$(cJ = 0,0125 \text{ ill. } 0,025 \text{ és } cS_2O_3 = 0,00625,$$

illetőleg 0,0125 norm.) esetén $MgSO_4$ mint indifferens só változó koncentrációban volt jelen. (L. a 3. sz. táblázat adatait.)

¹ L. c. 05.

² BRÖNSTED és K. PEDERSEN: Zeitschr. phys. Chem. 103., 307., 1922.

³ Zeitschr. anorg. Chem. 140., 221., 1924.

3. sz. táblázat.

| Só konc. | 0,05 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| kC_1 ... | 155 | 209 | 373 | 511 | 895 | 1520 |
| kC_2 ... | 117 | 166 | 312 | 442 | 809 | 1450 |
| kC/kC_1 ... | 1,32 | 1,25 | 1,19 | 1,16 | 1,11 | 1,04 |

A kísérleti adatokból kiolvasható, hogy ennél a reakciónál a reagáló ionok koncentració-hatása sokkal töményebb sóoldatban kezd eltűnni, mint a ferri- és thiosulfat-ionok közti reakciónál. A rendelkezésünkre álló kísérleti adatok egyelőre még nem elegendők annak a kérdésnek az eldöntésére, hogy az eltérő viselkedést a neutrális sók individuális hatása vagy pedig a reakció-típus különbözősége okozza-e. Annyi azonban kétségkívül látható, hogy a koncentrációhatás más törvényszerűségnek van alávetve hig, mint tömény sóoldatban.

5. A neutrális sóhatás híg oldatokban.

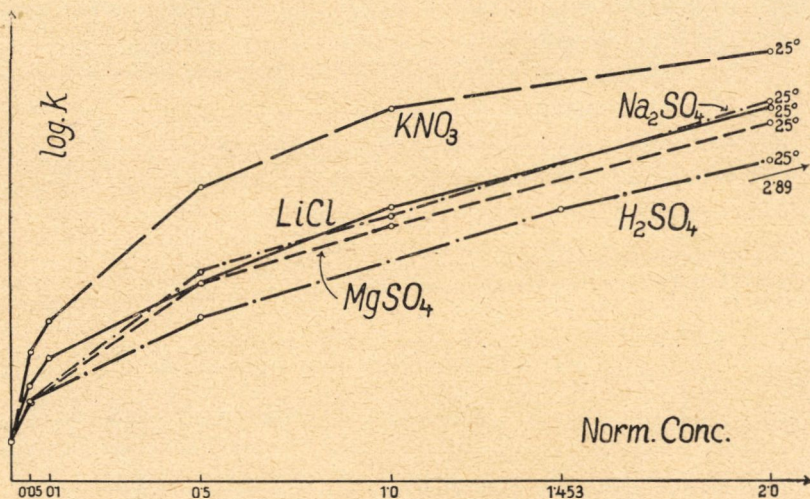
Neutrális sóknak híg oldatokban az ionok aktivitását csökkentő hatását a DEBYE és HÜCKEL-féle¹ elmélet az ionok között működő elektrostatikus erőter hatásával igyekszik megmagyarázni. Ezt a hatást a kémiai kinetika szempontjából a kinetikai aktivitási faktor bevezetésével jól számításba veszi a BRÖNSTED-féle elmélet.

Szerinte a hatás természete a reakciótípustól és az ionok töltésszámától függ. A pozitív sóhatást mutató reakcióknál csak az ellentétes töltésű ionok fejtenek ki észrevehető hatást, míg az azonos töltésű ionok, még abban az esetben is, ha különböző iontípushoz tartoznak is, csaknem hatástalanok. Az azonos töltésszámmal bíró ionok egyenlő koncentrációban közelítőleg ugyanakkora hatással vannak, viszont az ionok töltéseinek számával a hatás foka rohamosan nő. Az olyan reakcióknál, ahol ellentétes töltésű ionok vesznek részt a reakcióban, a sóhatás negatív

¹ L. c.

és nagyságrendje a reakció típusa és a neutrális só ionjainak a töltésszáma szerint különböző.

Az eddigi kísérleti adatok nagy vonásokban megerősítik az elméletnek felsorolt következményeit. Azonban ismételten mutatkozott az úgynevezett specifikus ionhatás, amit az elmélet jelenlegi szövegezése megmagyarázni nem tud. BRÖNSTED maga kiemeli,¹ hogy az ion specifikus tulajdonságai és az oldószer gyakran lényeges szerepet játszanak, úgyannyira, hogy a szám-

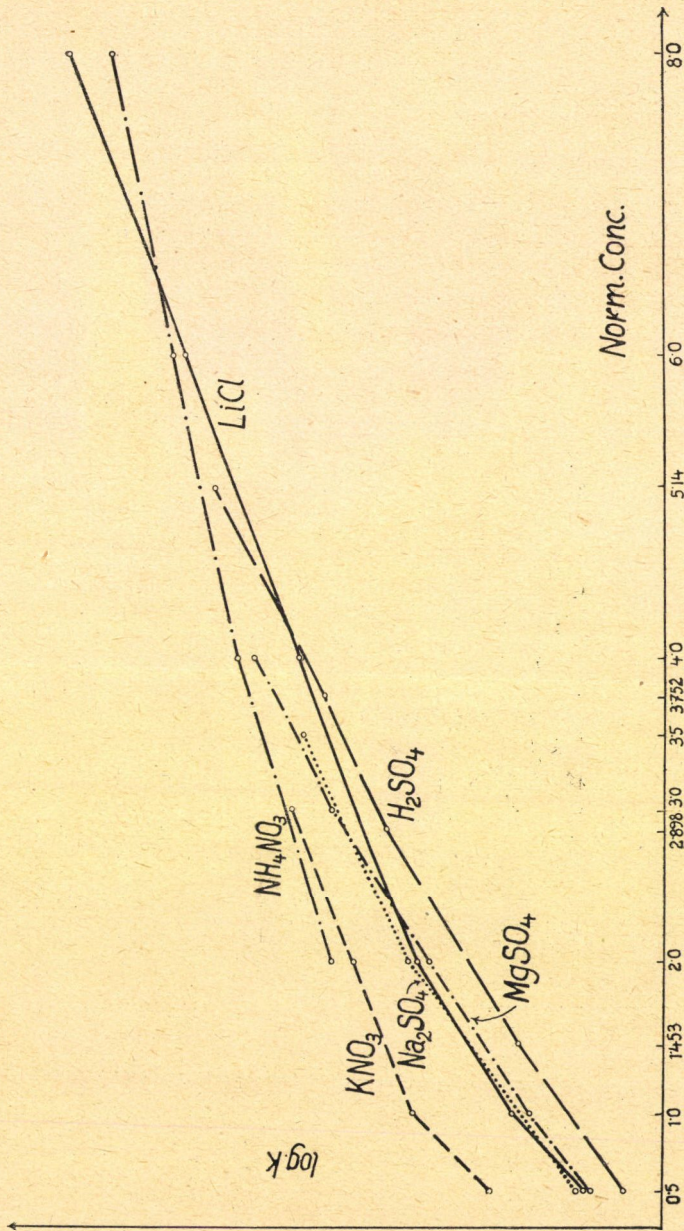


1. ábra.

beli törvényszerűségek csak közelítő érvénnyel bírnak. Azonban éppen az ionreakciók elméletének fejlődése szempontjából kívánatos, hogy a specifikus ionhatást illetőleg mennél gazdagabb és megbízható kísérleti anyaggal rendelkezünk.

Ilyen kérdések kísérleti vizsgálatára azonban csak az olyan reakciók alkalmasak, amelyek mechanizmusa a lehetőségig egyszerű, minden zavaró hatástól mentes és neutrális sók jelenlétében sem változik meg s amelyet a különböző ionok nem katalyzálnak. Ez pedig az ionreakciónál a legritkább eset.

¹ L. c. 179.



2. ábra.

A szóbanforgó reakció ezeknek a követelményeknek minden tekintetben kiválóan megfelel egyrészt, mivel mechanizmusa egészen tömény sóoldatokban is változatlan marad, másrészt mivel a megvizsgált nagyszámú ionok közül csak a vas- és rézionok fejtenek ki katalytikus hatást.¹ Maga a hydrogen-ion is, amely pedig a reakciók legtöbbszörénél mint katalysator szerepel, itt csak az egyvegyértékű ionokat jellemző neutrális sóhatást mutatja. Az elmondottak alapján tehát kívánatosnak látszott, hogy a specifikus ionhatást a szóbanforgó reakciónál mennél alaposabban tanulmányozzam.

Mivel a BRÖNSTED-féle elmélet érvényességéről csak egészen híg oldatokban lehet szó, azért arra törekedtem, hogy az összionkoncentració 0,1 norm.-nál kisebb legyen. (Az összes kísérleteknél $cJ = 0,0125$ és $cS_2O_8 = 0,0625$, míg a neutrális só 0,05 norm. volt.)

Amint a 4. sz. táblázatban összefoglalt kísérleti adatokból látható, két irányban mutatkozik eltérés a BRÖNSTED-féle elmélet követelményeitől:

1. Hogy már híg oldatokban is aránylag nagy a specifikus ionhatás az azonos típusú ionok esetén.

4. sz. táblázat.

| Kathion | Chlorid | Sulfat | Nitrat |
|-----------------------------|---------|--------|--------|
| <i>K</i> ----- | 195 | 181 | 202 |
| <i>H₂N</i> ----- | 200 | 169 | 180 |
| <i>Na</i> ----- | 164 | 152 | 153 |
| <i>Li</i> ----- | 149 | 144 | 137 |
| <i>H</i> ----- | 188 | 150 | 165 |
| <i>Mg</i> ----- | 193 | 166 | 194 |
| <i>Zn</i> ----- | — | 172 | — |
| <i>Ni</i> ----- | — | 183 | — |
| <i>Al</i> ----- | — | 187 | — |

Mivel a pozitív sóhatást mutató reakciónál elsősorban az ellentétes töltésű ionoktól függ a sóhatás nagysága, azért a szóban-

¹ KISS A. és ZOMBORY L. Rec. trav. chim. des Pays-Bas 46., 225., 1927.



forgó reakciónál a kationok lesznek azok, amelyek a sóhatás mikéntjét megszabják. A táblázat adataiból látható, hogy a hatás sorrendje körülbelül ugyanaz, mind a három anion esetén, az egyvegyértékű fémeknél a legerősebb a hatása a kaliumnak, míg a leggyengébb a lithiumnak és a hidrogénnek. A különbség oly nagy, hogy alig lehet szó a BRÖNSTED-féle elmélet érvényességéről. Azonos kation, de különböző anion esetén is mutatkozik az egyes fémek sóinál kisebb, illetőleg nagyobb fokú eltérés, ami az azonos töltésű ionok specifikus hatásaként fogható fel.

2. A sóhatás nagysága nem függ oly mértékben az ionok töltéseinek a számától, amint azt az elmélet megkívánná, amennyiben az összes megvizsgált kétvegyértékű kationoknál, sőt még a háromvegyértékű alumíniumnál sem különbözik a hatás nagysága lényegesen az egyvegyértékű kationokétól.

Amidőn a neutrális sóhatást a szóbanforgó reakciónál első ízben tanulmányoztuk¹ már akkor feltűnt ez a jelenség. Mivel ezeknél a kísérleteknél a neutrális só koncentrációja 0,66, ill. 1 norm. volt, ennek a magas sókoncentrációnak tulajdonítottuk az eltérő viselkedést. Az újabb kísérletek alapján kétségtelen a BRÖNSTED-féle elmélettel való ellentmondás. Ezek az eredmények az eddigi irodalmi adatokkal is ellentétben vannak.

Így a kaliumnitrourethanatnak² az $\alpha\beta$ dibrompropion- és az $\alpha\beta$ dibromvajsavnak³ alkáliák okozta bomlása esetén a sóhatás foka az ionok töltésszámával v theoria által megkívánt módon nő. Viszont az $\alpha\beta$ dibromborostyánkősavas sók alkáliák okozta bomlása esetén⁴ a kétértékű ionok hatása még a theoria által megkívántnál is nagyobb.

Ami reakciók mindenikénél, ahol a theóriával való meg egyezés mutatkozik, az egyik ható anyag az OH -ion, míg a tanulmányozott reakciónál OH -ionok nem vesznek részt a reakcióban. Amennyiben ez lenne az eltérés oka, ez azt is jelentené, hogy az ionhatás a reakcióban szereplő ionok specifikus tulaj-

¹ KISS A. és BRUCKNER GY., l. c. 81.

² J. N. BRÖNSTED és A. DELBANCO: Zeitschr. anorg. Chem. 144., 253., 1925.

³ B. HOLMBERG: Zeitschr. phys. Chem. 80., 573., 1912.

⁴ B. HOLMBERG: ugyanott 79., 147., 1912.

donságainak is a függvénye. A kérdés tisztázása érdekében a vezetésem alatt álló intézetben további vizsgálatok vannak folyamatban.

6. A specifikus ionhatás magyarázata.

Amint a kísérleti adatokból is látható, a BRÖNSTED-féle elmélet híg oldatokban is csak első megközelítéssel érvényes. Az eltérések okai a következőkben adhatók meg.

Ami a kinetikus aktivitási faktort illeti, a benne előforduló aktivitásioefficiensek kiszámításához az a hypothesis (Mc. INNES, HARNED és LEWIS elmélete) képezi az alapot, hogy valamilyen ion aktivitásioefficiensének az értéke saját specifikus tulajdonságain kívül csak az összionkoncentrációtól függ. Amidőn BRÖNSTED reakciósebességi elméletét felállította, ezt a feltevést fogadta el kiindulási alapul. Később termodinamikai úton ő maga igazolta be az említett feltevés helytelen voltát.¹ E helyett feltételezte, hogy elektrolyt-elegekben, azonos összionkoncentráció esetén az aktivitásioefficiensek logaritmusa és az osmotikusoefficiens az elegyösszetételével lineárisan variálnak.² Ezt a módosítást nemcsak a termodinamikai kontroverziák, hanem a kísérleti eredmények is szükségessé tették, hogy a specifikus ionhatást magyarázni tudjuk.

Az újabb elmélet alapján:

- a) minden ionnak egy speciális kiszózó és aktivitástcsökkentő hatást tulajdonítunk minden másjelenlévő ionnal szemben;
- b) az ellentétes töltésű ionok egészen különbözőképpen hatnak egymásra az adott kombinációnak megfelelően, míg az izotípusos ionok hatása egyforma.

Így aztán a BRÖNSTED-féle elmélet fentebb felsorolt következményei is bizonyos átíráásra szorulnak.

A kinetikus aktivitási faktor értéke a különböző izotípusos ionok æquivalens oldataiban nem lesz megegyező, továbbá más lesz az értéke azonos típusú, de különböző ionok változóösszetételű elegyében azonos összionkoncentráció esetén is. Az eltérés

¹ Journ. am. chem. soc. 44, 877., 1922.

² Journ. am. chem. soc. 45., 2598., 1923.

nagysága függni fog egyrészt az ionok, másrészt a reakció természetétől is. Ami az ionok specifikus hatását illeti, kissé nehezebbek a viszonyok.

Minden reakciónál és minden ion esetén felléphetnek olyan specifikus hatások is, amelyek az F faktorial nem vehetők számításba, amelyeket általánosságban mint katalyzist szoktunk összefoglalni. Mivel a katalytikus hatás lehetősége egy reakciónál és ion esetén sincs kizárva s mivel a katalyzis foka rendkívül különböző lehet, ez a körülmény e kérdés tanulmányozását felette megnehezíti. Soha sem biztos ugyanis, hogy az észlelt specifikus ionhatás milyen mértékben tevődik össze az említett két tényezőtől: az aktivitásváltozásból és a katalytikus hatásból. Ez irányban most vannak az intézetemben a kísérletek folyamatban.

7. A specifikus ionhatás, mint a koncentració függvénye.

Hogy a specifikus ionhatást, mint a neutrális só koncentrációjának a függvényét láthassuk, BOSSÁNYI IRÉNE kísérleteket végzett a reakciókomponenseknek pontosan azonos koncentrációja ($eS_2O_8 = 0,0065$, $eJ = 0,0125$) mellett különböző neutrális só változó töménységű (0,05—2 norm.) oldatában. A neutrális sók úgy vannak összeválogatva, hogy lehetőleg különböző só típusok szerepeljenek. Amint az 5. sz. táblázat adataiból látható, a specifikus ionhatás nagyon bonyolult függvénye a sókoncentrációnak. Különösen jól látszik ez, ha a sebességi állandó és sókoncentráció közti összefüggést grafikusan ábrázoljuk. (Lásd az 1. sz. rajzot.) A görbék nem symbat lefutásúak, hanem egészen rendszertelenül metszik egymást.

5. sz. táblázat.

| Neutr. só | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,0 |
|---|------|-----|-----|-----|------|
| <i>LiCl</i> — — | 149 | 163 | 312 | 486 | 899 |
| <i>KNO₃</i> — — | 202 | 247 | 559 | 894 | 1270 |
| <i>Na₂SO₄</i> — — | 152 | — | 337 | — | 913 |
| <i>MgSO₄</i> — — | 166 | 200 | 312 | 442 | 809 |
| <i>H₂SO₄</i> — — | 151 | — | 250 | — | — |

6. sz. táblázat.

| Só koncentr. | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 2,0 |
|---------------------|-------|-------|------|------|
| $kMgSO_4$ | 143 | 166 | 312 | 809 |
| kNa_2SO_4 | 140 | 152 | 331 | 913 |
| $kNa_2SO_4/kMgSO_4$ | 0,916 | 0,916 | 1,06 | 1,12 |

Különösen érdekes, ha az egy és két vegyértékű kation (Na és Mg) esetén vizsgáljuk a sóhatás és a koncentráció közti összefüggést. Híg oldatokban, amint azt az elmélet is megkívánja, a Mg -ion hatása az erősebb, míg töményebb oldatokban egyelőre ismeretlen secundár hatások eredményeként a Na -ion hat erősebben. (Lásd a 6. sz. táblázatot.) Ebből viszont az is következne, hogy végtelenül híg oldatokban a szóbanforgó reakciónál is fennállana az ionok töltésszáma és azok hatása közti összefüggés. Az egyes reakcióknál a tekintetben mutatkoznék eltérés, hogy egyeseknél nagyobb, míg másoknál már egészen kis koncentrációk esetén is elveszti a BRÖNSTED-féle elmélet az érvényességét.

8. A neutrális sóhatás tömény sóoldatokban.

a) Általános megjegyzések.

Amint BRÖNSTED is kiemeli,¹ ha a neutrális sók olyan koncentrációkban vannak jelen, hogy azáltal a közeg is megváltozik, akkor a reakció sebessége az esetben is eltérő lehet, ha e kinetikus aktivitási faktor értéke változatlan maradt. Úgy látszik, mintha a híg oldatokban mutatkozó sóhatáshoz hozzájárulna tömény oldatokban még egy olyan hatás is, amelyet médium-hatásnak is nevezhetünk. Mintha a sóhatás felbontható lenne egy a neutrális sóknak a reagáló ionok aktivitását és egy a közeget megváltoztató hatásra. Az előző a kinetikus aktivitási faktoral, míg a másik egymédiumhatási koefficienssel lenne számításba vehető.

BRÖNSTED szerint² a reakciósebességi formula általános alakja egy bimolekularis reactio esetén:

$$v = k_1 h_m c_a c_b f_a f_b / f_x \quad (3)$$

¹ Zeitschr. phys. chem. 115., 359., 1925.

² L. c. 362.

lenne. (c_a és c_b ill. f_a és f_b a reagáló anyagok koncentrációja, ill. azok aktivitási faktora, f_x a kritikus complex aktivitási faktora, h_r a reakcióra jellemző, a médiumtól független, míg h_m a reakciótól független és a médiumra jellemző állandó.) A BRÖNSTRÖM-féle elméletnek ilyen irányú továbbfejlesztése, az összionkoncentrációtól független sebességi állandónak további két állandó mennyiségre való felbontása, amelyek közül az egyik a közeget jellemezni és minden ugyanabban a közegben lejátszódó reakcióra nézve azonos értékkel bírna, míg a másik a reakciót jellemző faktor ugyanannál a reakciónál minden közegben ugyanazt az értéket adná, igen nagy horderejű lenne. A kérdés azonban szerintünk nem olyan egyszerű, hogy ezzel a rendkívül szellemes felbontással végleges elintézetést nyerne.

A neutrális sóknak az ionok aktivitását változtató hatása ugyanis egészen ellentétes híg, mint töményebb oldatokban. Amíg híg oldatokban az ionok aktivitása csökken, addig töményebb oldatokban nő. Az aktivitásnövekedés kloridok és nitratok esetén legnagyobb ca. 0,2–0,5 norm. oldatban.¹

Nagyon valószínű, bár theoretikus megfontolások alapján egyelőre el nem dönthető, hogy a kinetikus aktivitási faktorial a sóhatásnak azt a részét, amely e reakcióban szereplő ionok aktivitásának a megváltozásából származik, sem lehet többé számításba venni, amint az átmeneti régióba (0,2–0,5 norm. sóoldat) kerülünk, még kevésbé, amikor az oldat annyira tömény, hogy aktivitásnövekedés áll be. Valószínű, hogy itt a kinetikus aktivitási faktor teljesen felmondja a szolgálatot. Ami a médiumhatást illeti, számításbavétele még nehezebb, mivel azt a hatást értjük alatta, ami nem írható az aktivitásváltozás rovására. Amint az aktivitásváltozásból eredő hatás számításba vételére alkalmas formulánk nincsen, az egész megkülönböztetésnek csak elvi jelentősége van.

Hogy a sóoldatoknak az ionok aktivitását változtató, a koncentrációtól függő, ellentétes irányú hatása a reakció sebességénél még az esetben is kifejezésre jut, ha a reakció sebessége állandóan nő is a sókoncentrációval, mutatja az a körülmény,

¹ L. MICHAELIS és M. MICUTANI: Zeitschr. phys. Chem. 112., 74., 1924.

hogy a sebességi állandó és a sókoncentració közti összefüggést kifejező görbe kezdetben az abszcissa tengely felé konkav aztán konvex. A görbe átmeneti pontja közepes koncentrációban (0,5 norm.) van.

b) *A neutrális sóhatásnak Grube és Schmid-féle törvénye.*

G. GRUBE és R. OLSEN neutrális sóhatásnak csak a tömény sóoldatban mutatkozó azt a hatást értik, amely az ionok aktiválásának a növekedésében áll.¹ Erre a sóhatásra nézve azt találták, hogy a sebességi állandó logaritmusa arányos a sókoncentrációval. Ugyanis:

$$dk = krdc; \text{ integrálva } \ln k_2/k_1 = c_2 - c_1/r \quad (4)$$

(k a sebességi állandó, c a neutrális só koncentrációja, míg r az anyag és a reakció természetétől függő állandó.) Analog összefüggés áll fenn a galván elemek elektromos indító ereje alapján számított ionaktivitás és neutrális sókoncentració között.

Ez a törvényszerűség az általuk vizsgált esetben, a nitramid hidrolízisének hydrogen-ion okozta katalyzise esetén,² továbbá az irodalomból ismeretes más esetekben is szigorúan érvényesnek bizonyult. Így önként adódik az a kérdés, nem lesz-e tömény sóoldatokban ionreakció esetén is analog összefüggés a sebességi állandó és a sókoncentració között.

7. sz. táblázat.

| Norm. só conc. | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
|------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| $MgSO_4$ — — — | 312 | 442 | 809 | 1450 | — | 2360 | — | — |
| Na_2SO_4 — — — | 331 | — | 913 | — | 1790 | — | — | — |
| KNO_3 — — — | 558 | 894 | 1270 | 1850 | — | — | — | — |
| NH_4NO_3 — — — | — | — | 1440 | — | — | 2570 | 3840 | 5640 |
| $LiCl$ — — — | 312 | 486 | 899 | — | — | 1790 | 3650 | 7310 |

A kérdés tisztázása érdekében kísérleteket végeztem különböző sók tömény oldataiban a reagáló anyagoknak pontosan

¹ Zeitschr. phys. Chem. 124., 97., 1926.

² G. GRUBE és G. SCHMID: Zeitschr. phys. Chem. 115., 19., 1926.

azonos koncentrációja ($cJ = 0,125 \text{ cS}_2\text{O}_8 = 0,00625$) mellett. A neutrális sók úgy vannak összeválogatva, hogy a különböző sótipusok lehetőleg képviselve legyenek. (Lásd a 7. sz. táblázatot.)

Amint a 2. sz. ábrából, ahol a logk-értékek, mint ordináták, a konc. pedig mint abscissák vannak felvéve, a sebességi állandó logaritmusa tömény oldatokban a sókoncentrációval közelítőleg lineárisan változik. Tehát a GRUBE és SCHMID-féle törvényszerűség ionreakciók esetén is legalább közelítőleg érvényes. Ami a részletkérdéseket illeti, a kísérleti adatokból még a következők is kiolvashatók:

A görbék még az azonos típusú sóknál sem sымбатlefutásúak, azok csaknem rendszertelenül látszanak egymást metszeni. A lineáris összefüggés a különböző sóknál különböző koncentració mellett lép fel. Jól oldódó sóknál töményebb oldatban, mint a nehezen oldódóknál.

Ami az irodalmi adatokat illeti, meglehetősen hézagosak. W. F. TIMOFEEV G. E. MUCHIN és W. G. GUREWITSCH¹ a ferri- és stanno-ion között lejátszódó f_3f_2/f_5 típusú reakciónál határozták meg a sebességi állandó értékét tömény *NaCl* oldatban. A logk és a sókoncentració közti összefüggés nem lineáris. J. HOLLUTA és F. MARTINI² a ferri- és thiosulfat-ion közti f_3f_2/f_1 típusú reakciónál vizsgálták *NaCl* tömény oldataiban a sóhatást. Az említett mennyiségek közti összefüggés nem lineáris. Mindkét reakciónál tömény sóoldatban a reactio mechanismusa is megváltozik, így az ellentmondásnak nagyobb jelentőséget nem tulajdoníthatunk. Mindenesetre kissé korai lenne, ha a felsorolt adatok alapján akarnánk megállapítani a sókoncentració és sebességi állandó közti összefüggést kifejező függvény alakját. Az általánosítás mindaddig meg nem engedhető, amíg főleg a negatív sóhatást mutató reakciónál megfelelő kísérleti anyaggal nem rendelkezünk.

*

A kísérletek kivitelénél és azok kiszámításánál BOSSÁNYI IRÉNE úrhölgy volt segítségemre, akinek e helyen is köszönettel tartozom.

¹ Zeitschr. phys. Chem. 115., 168., 1925.

² Zeitschr. anorg. Chem. 140., 221., 1924.

A dolgozat az *Országos Természettudományi Kutató Alap* támogatásával készült, amiért ezen a helyen is hálás köszönetet mondok.

Szeged, a Ferenc József Tud. Egyet. 2. sz. Vegyt. Int.
1927 okt.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927. december 5.-én tartott üléséből.)

•

NEUTRALSALZWIRKUNG BEI IONENREAKTIONEN.

Von ÁRPÁD KISS in Szeged.

(Zusammenfassung.)

Es werden die Folgerungen der Theorie von BRÖNSTED bei der Reaktion zwischen Persulfat- und Jodionen kontrolliert und es wird eine eingehende Kritik der Theorie gegeben.

Es wird gezeigt, dass die Konzentrationswirkung der Reaktionskomponenten die Theorie bestätigt, und zwar in qualitativer und quantitativer Hinsicht.

Bei der Neutralsalzwirkung zeigen sich in der Hinsicht Abweichungen von der Theorie, dass bei den isotypen Ionen auch in verdünnten Lösungen eine starke spezifische Ionenwirkung vorkommt und dass die Salzwirkung mit der Ladungszahl der Ionen nicht im Sinne der Theorie steigt.

Es wird gezeigt, dass der Logarithmus der Geschwindigkeitskonstante in konzentrierten Salzlösungen eine lineare Funktion der Salzkonzentration ist.

Es werden die Gültigkeitsgrenzen der BRÖNSTED'schen Theorie diskutiert und gezeigt, wie die spezifische Ionenwirkung in Rechnung gezogen werden kann.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 5. Dezember 1927.)

A KÉTATOMÚ GÁZOK ROTÁCIÓS-REZGÉSI ENTRÓPIÁJA.

SZÉLL KÁLMÁN-tól.

«A nem merev molekulájú, kétatomú gázok abszolút entrópiája» c. dolgozatomban¹ a kétatomú gázok rotációs-rezgési entrópiáját azzal a feltevessel határoztam meg, hogy a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak egy középértékével számíthatok.

A következő sorokban a kétatomú gáz rotációs-rezgési entrópiájának meghatározásánál ki fogjuk számítani a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak középértékét. Dolgozatom 1—6. §-aiban látni fogjuk, hogy az I. dolgozatomban az állapotvalószínűség közvetlen meghatározására adott eljárással a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak középértéke is kiszámítható. Dolgozatom 7. §-ában ugyanazzal az eljárással egy közepes tehetetlenségi nyomaték felvétele mellett külön-külön számítom a rotációs és a rezgési entrópia értékét, a számított értékek a rotációs és rezgési entrópia más utakon meghatározható kifejezéseivel megegyezők.

Vizsgálataimban a *következő feltevéseket* teszem: 1. I. dolgozatomban SOMMERFELD² és más kutatók után feltettem, hogy az atommagok rezgései az atommagokat összekötő egyenes mentén történnek. Valószínűbbnek látszik azonban, hogy az atommagok általában nem az atommagokat összekötő egyenesek mentén rezegnek. Ezért a következőkben az atommagok rezgéseit általában *nem* az összekötő egyenesek irányában veszem fel.

¹ Mat. és Természettud. Értesítő 44. kötetében, 159—180 lap, 1927. A következőkben e dolgozatot mint I. dolgozatot idézem.

² A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 4. kiadás (1924), 707. lap.

Feltésem, hogy az atommagok quasi-elasztikus erőkkel vannak egyensúlyi helyükhöz kötve. 2. Az atommagok kicsiny harmonikus rezgéseket végeznek, a «harmonikus» jelzővel azt fejezve ki, hogy valamennyi molekula atommagjainak csak *egy* meghatározott, ugyanazon rezgésszámú rezgése van. A molekulák atommagjai mozgásának a centrifugális és CORIOLIS-féle¹ erő következtében fellépő változásait elhanyagolható kicsinynek veszem. 3. A molekulák kohéziós ereje elenyésző kicsiny. 4. A molekulák elektronjai elrendeződésének változásait és ezeknek hatásait *nem veszem tekintetbe*. 5. Feltésem, hogy a molekulákban keringő elektronok eredő impulzus-nyomatéka igen kicsiny a forgó atommagok impulzus-nyomatékához képest. A molekula ebben az esetben *egy meghatározott, az atommagokat összekötő tengelyre merőleges tengely: egy áquatoriális tengely körül forog*.² Ezt a feltevést SOMMERFELD-nek,³ KRATZER-nek⁴ és

¹ A CORIOLIS-erőre vonatkozólag l. pl. M. PLANCK: Einführung in die Allgemeine Mechanik (1916), 61. §, továbbá Fröhlich, Kinematika: 336, 337, 338, 339, 340. §. 1892. Dynamika, 123 §. 1896.

² A mechanika törvényei szerint ugyanis (l. pl. M. PLANCK előbb idézett munkájában a 137. §) egy külső erő hatása alatt nem álló rendszer eredő impulzus-nyomatéka a koordináta-rendszer kezdőpontjára vonatkozólag állandó és pedig:

$$\Sigma [r, m\dot{r}] = \text{állandó}, \quad (a)$$

ahol az m -ek a tömegpontok tömegét, az r -ek a tömegpontoknak a koordináta-rendszer kezdőpontjától való vektor-távolságát jelentik. A keringő elektronok eredő impulzus-nyomatékának elhanyagolásával az (a) alatti egyenlet:

$$\Sigma [r, m\dot{r}] = [r_1, m\dot{r}_1] + [r_2, m\dot{r}_2] = \text{állandó}, \quad (b)$$

r_1, r_2 a két atommag vektortávolságát jelenti a koordináta-rendszer kezdőpontjától.

A molekulák forgásánál a tehetetlenségi nyomatékok középértékét véve, elegendő a (b) alatti egyenletet csak rotációs koordinátákra vonatkoztatni (később látni fogjuk e feltevés helyességét). A (b) által meghatározott vektor változatlan s mivel ez a vektor az atommagok forgása által leírt

$$r_1 | m_1 \dot{r}_1 | \sin(r_1, m\dot{r}_1) + r_2 | m_2 \dot{r}_2 | \sin(r_2, m\dot{r}_2) = \text{állandó} \quad (c)$$

sík területen — a két atommag forgása ugyanabban a síkban van — merőlegesen áll, a molekulák forgása *egy* szabadsági fokú forgás.

³ A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien, 4. k. (1924), 742. l.

⁴ A. KRATZER: Ann. d. Phys. 71., 72. és 73. l. (1923).

más kutatóknak a szalagos szinképekre vonatkozó vizsgálatai alapján tehetjük, amelyek szerint a kétatomú gázmolekulák forgása megközelítőleg egy tengely körüli forgásnak, *egy* szabadsági fokú forgásnak vehető.

Feltevéseim az 1. *kivételével* megegyeznek az I. dolgozat feltevéseivel. Az itt adott 1. feltevés *lényegesen általánosabb*. Az itt feltételezett egy szabadsági fokú forgás ((5) feltevés) megegyezőnek vehető az I. dolgozatomban felvett kicsiny precessziójú forgással. Precessziós forgásnál a kétatomú gázmolekula két tehetlenségi nyomatéka szerepel az energia kifejezésében.¹ Kicsiny precesszió esetében — mint I. dolgozatomban — az atomnagokat összekötő egyenesre vonatkozó tehetlenségi nyomatékot tartalmazó tag elhagyható.

1. §. Egy E energiájú rendszer entrópiája PLANCK új statisztikai entrópia-definíciója² szerint:

$$S = k \ln P, \quad (1)$$

ahol P a rendszer különböző stacionárius állapotainak számát jelöli, tehát a rendszer állapot-valószínűségét fejezi ki. A különböző stacionárius állapotok számát «A két- és többatomú gázok rotációs entrópiája»³ című dolgozatom III. részében adott, a TETRODE-féle definíciónak⁴ megfelelő eljárással határozzuk meg.

A tekintetbe vett E energiájú gáz összes stacionárius állapotainak számát úgy kapjuk, hogy valamely stacionárius állapotból kiindulva az e stacionárius állapothoz tartozó molekula-cellák térfogatainak szorzatát vesszük, e szorzatot az összes lehetséges stacionárius állapotokra vonatkozólag összegezzük és mindenik molekulánál elosztjuk — f szabadsági fok esetében — h^f -el, azaz összesen $h^f N$ -el. A lehetséges stacionárius állapotok száma tehát:

$$P = \frac{1}{h^f N!} \iiint \dots dx_1 dy_1 dz_1 \dots d\vartheta_1 d\varphi_1 \dots \quad (2)$$

$$dp_{x1} dp_{y1} dp_{z1} \dots dp_{\vartheta1} dp_{\varphi1} \dots,$$

¹ L. pl. A SOMMERFELD: *Atombau und Spektrallinien*, 4. kiadás (1924), 742. lap.

² M. PLANCK: *Berliner Ber.* 442. I. 1925; *ZS. für Phys.* 35. 155. (1925).

³ SZÉLL K.: *Math. és Természettud. Értesítő*, 43. k. III. rész. 1926.

⁴ H. TETRODE: *Ann. d. Phys.* 38. 434. (1912).

ahol az 1-es index az 1-es számú molekulára vonatkozik, az integráció a koordináták mindamaz értékeire kiterjesztendő, melyek az adott makroszkópos állapotnak megfelelnek. $N!$ -al osztani kell, mivel a koordináták bármely rendszere által meghatározott állapotnál $N!$ különböző állapotpont veendő tekintetbe.

A gázelméleti vizsgálatok szerint a gázmolekulák rotációs és rezgési energiája, rotációs és rezgési koordinátái a translációs energiától és a translációs koordinátáktól függetlenül változnak. A rotációs-rezgési entrópia meghatározása végett (2)-nek a rotációs és rezgési koordinátákra vonatkozó részét kell meghatározoznunk. E végből először a gázmolekulák rotációs-rezgési energiáját kell kiszámítanunk.

2. §. Legyen a koordinátarendszer kezdőpontja a tekintetbe vett molekula súlypontjában. Legyenek a molekula két atommagjának poláris koordinátái: $r_1, \vartheta_1, \varphi_1$, illetőleg $r_2, \vartheta_2, \varphi_2$; legyenek r_1 és r_2 az origóból kifelé mutató vektorok. m_1 és m_2 jelölje a két atommag tömegét.

$$\vartheta_1 = \pi - \vartheta_2 = \vartheta, \quad \varphi_1 = \varphi_2 + \pi = \varphi. \quad (3)$$

I. dolgozatomban elegendő volt az r -ek abszolút értékével számolni az I. dolgozat (6) alatti egyenlete kivételével, hol az r -eknek az atommagokat összekötő egyenesen az origóból kifelé mutató egység-vektorokkal való szorzatai gondolandók. Az 1. feltevés (l. I. oldal) teszi szükségessé, mint látni fogjuk, az r -eknek mint vektor-mennyiségeknek bevezetését.

A molekula energiája¹:

$$e_m = \frac{m_1}{2} (\dot{r}_1^2 + r_1^2 \dot{\vartheta}_1^2 + r_1^2 \sin^2 \vartheta_1 \dot{\varphi}_1^2) + \\ + \frac{m_2}{2} (\dot{r}_2^2 + r_2^2 \dot{\vartheta}_2^2 + r_2^2 \sin^2 \vartheta_2 \dot{\varphi}_2^2) + e_h. \quad (4)$$

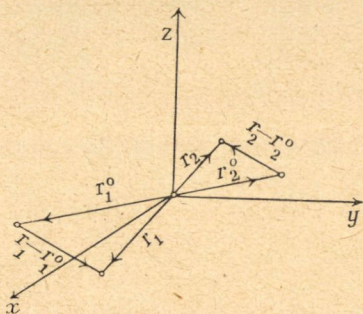
e_h a molekula helyzeti energiáját jelenti. A súlypont értelmezése² szerint (l. I. ábra):

$$m_1 r'_1 = - m_2 r'_2. \quad (5)$$

¹ I. dolgozatban E jelöli a molekula energiáját.

² L. pl. PLANCK idézett mechanikájában a (287) alatti egyenletet, amelyből a súlypontot a kezdőpontba helyezve következik az (5) alatti egyenlet.

A mechanika törvényei szerint a molekula belső erőinek nincs hatása a molekula súlypontjára. Ezért a molekula atommagjainak rezgése nem változtatja a súlypont helyzetét és (5) érvényességénél



1. ábra.

fogva ahányszor nagyobb, illetőleg kisebb lesz az m_2 tömegű atommagnak a súlyponttól való távolsága: r_2 , annyiszor nagyobb, illetőleg kisebb lesz r_1 . A két atommag és a súlypont tehát mindig egy egyenesben van, a két atommag ugyanazon síkban mozog s a két atommag rezgése (l. 1. ábra) egymással párhuzamos, az atommagok lineáris rezgéseit véve tekintetbe.

Legyen $r = r_1 - r_2$ (l. 1. ábra), r_2 helyett r -és r_1 -et vezetve be (5)-be:

$$\left. \begin{aligned} m_1 r_1 (m_1 + m_2) &= m_1 m_2 r, \\ m_1 r_1 &= \mu r, \\ \text{hasonló eljárással: } m_2 r_2 &= -\mu r, \\ \text{ahol } \frac{1}{\mu} &= \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

μ -t a két atommag redukált tömegének nevezzük.

Az atommagokat az egyensúlyi helyükbe visszahúzó erő értéke:¹

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= -c_1 (r_1 - r_1^0), \\ p_2 &= -c_2 (r_2 - r_2^0), \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

ahol r_1^0 és r_2^0 a molekula m_1 és m_2 tömegű atommagja egyensúlyi helyeinek vektor-távolságát jelenti a súlyponttól, c_1 és c_2 jellemző állandók. Az atommagok rezgési ideje:

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{c_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{c_2}}. \quad (8)$$

Innen a rezgésszám bevezetésével

$$c_1 = m_1 (2\pi\nu)^2, \quad c_2 = m_2 (2\pi\nu)^2. \quad (9)$$

¹ L. e. paragrafus további részénél az I. dolgozat 2. §-át.

A két atommag helyzeti energiája a (7) és (9) alatti egyenletekből:

$$e_{h_1} = \frac{m_1 (2\pi\nu)^2 (r_1 - r_1^0)^2}{2}, \quad e_{h_2} = \frac{m_2 (2\pi\nu)^2 (r_2 - r_2^0)^2}{2}. \quad (10)$$

1. feltevésünk (l. 1. oldal) teljesítése végett szükséges, hogy itt az r -ek vektorokat és ne vektor-hosszakat jelentsenek, ellenkező esetben $|r_1| = |r_1^0|$, $|r_2| = |r_2^0|$ esetet téve fel $e_{h_1} = e_{h_2} = 0$ lenne, ami az 1. feltevással ellenkeznék (l. az 1. ábrán $|r_1| = |r_1^0|$, $|r_2| = |r_2^0|$ esetében a vektorok különbségét). A (10)-ből (6) tekintetbe vételével a molekula helyzeti energiája:

$$e_h = \frac{\mu}{2} (2\pi\nu)^2 (r - r_0)^2, \quad (11)$$

ahol $r_0 = r_1^0 - r_2^0$ a molekula atommagjai egyensúlyi helyeinek vektor-távolságát jelenti. Következően a molekula (4) alatti energiája (3), (6), (11) alapján:

$$e_m = \frac{\mu}{2} \{ \dot{r}^2 + r^2 \dot{\vartheta}^2 + r^2 \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 (r - r_0)^2 \}. \quad (12)$$

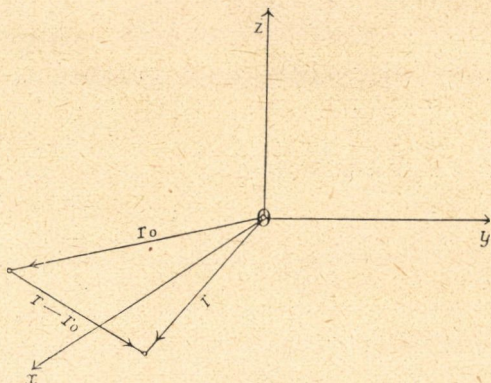
$r - r_0 = l$ helyettesítéssel s tekintetbe véve, hogy r_0 a rezgési energia értékében állandó:

$$e_m = \frac{\mu}{2} \{ \dot{l}^2 + (r_2 + l)^2 \dot{\vartheta}^2 + (r_0 + l)^2 \sin^2 \vartheta \dot{\varphi}^2 + (2\pi\nu)^2 l^2 \}. \quad (12a)$$

13. §. A (12a) alapján bármelyik kétatomú gázmolekula forgása és harmonikus rezgése együttvéve egy μ tömegű quasi-elasztikus oszcillátornak tekinthető, melynek egyensúlyi helye a koordinátarendszer kezdőpontjától állandó $|r_0|$ távolságban, a molekula atommagjainak normális távolságában van. A μ tömeg az r_0 távolságban levő egyensúlyi hely körül az atommagok rezgéseivel párhuzamosan végez quasi-elasztikus rezgéseket (l. 2. ábra), másfelől a μ tömeg s az r_0 távolság forgó mozgást végeznek. A kétatomú gáz rotációs-rezgési entrópiájának meghatározása végett N ilyen μ tömegű, különböző tehetetlenségi nyomatékú, forgó és a jelzett módon quasi-elasztikusan rezgő molekulából álló rendszer entrópiáját kell kiszámítanunk.

Hogy a μ tömegű molekula rezgése párhuzamos az atom-

magok rezgéseivel, a következőképpen igazolható. Az $r = r_1 - r_2$, $r_0 = r_1^0 - r_2^0$ (1. és 2. ábra) vektorok iránya és hajlásszöge megegyezik az r_1 és r_1^0 vagy r_2 és r_2^0 vektorok irányával és hajlás-



2. ábra.

szögével. Helyezzük az r_1 és r_1^0 vektorokat a 2. ábrán a megfelelő oldalakra. Mivel

$$\frac{|r_1^0| + |r_2^0|}{|r_1^0|} = \frac{|r_1| + |r_2|}{|r_1|};$$

$$\frac{|r_1^0| \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)}{|r_1^0|} = \frac{|r_1| \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)}{|r_1|}$$

érvényes, nyilvánvaló, hogy $r - r_0$ párhuzamos $r_1 - r_1^0$ -al, hasonlóképpen párhuzamos $r_2 - r_2^0$ -al.

4. §. Az atommagok rezgései következtében különböznek a molekuláknak az áqatoriális tengelyekre vonatkozó tehetetlenségi nyomatékai. Legyen a molekula tehetetlenségi nyomatéka I , mikor a μ tömeg, vagyis az atommagok egyensúlyi helyükben vannak. Legyenek a különböző tehetetlenségi nyomatékok intervallumai:

$$I \rightarrow I + \Delta I = I_1, \quad I_1 \rightarrow I_1 + \Delta I_1 = I_2, \quad I_2 \rightarrow I_2 + \Delta I_2 = I_3 \dots$$

$$I \rightarrow I - \Delta I = I_{m+1}, \quad I_{m+1} \rightarrow I_{m+1} - \Delta I_{m+1} = I_{m+2} \dots$$

A molekuláknak a különböző tehetetlenségi nyomatékok között az atommagok rezgései szerint különböző lehet az elosztó-

dása. A molekulák legvalószínűbb elosztódásánál N' , $N'_1 \dots$ legyen azoknak a molekuláknak a száma, melyeknek tehetetlenségi nyomatéka

$$I \text{ és } I + \Delta I = I_1, \quad I_1 \text{ és } I_1 + \Delta I_1 = I_2 \dots$$

között van. A legvalószínűbb elosztódás esetében feltehető, hogy ahány molekulának a tehetetlenségi nyomatéka

$$I \rightarrow I + \Delta I = I_1, \quad \text{illetőleg} \quad I_1 \rightarrow I_1 + \Delta I_1 = I_2 \dots$$

között van, ugyanannyi molekulának a tehetetlenségi nyomatéka van

$$I \rightarrow I - \Delta I = I_{m+1}, \quad \text{illetőleg} \quad I_{m+1} \rightarrow I_{m+1} - \Delta I_{m+1} = I_{m+2} \dots$$

között. Tehát az N' -ek között bármelyik N' -kez tartozik egy vele egyenlő N' . Így az

$$I \rightarrow I + \Delta I = I_1, \quad I \rightarrow I - \Delta I = I_{m+1} \dots,$$

illetőleg

$$I_1 \rightarrow I_1 + \Delta I_1 = I_2, \quad I_{m+1} \rightarrow I_{m+1} - \Delta I_{m+1} = I_{m+2} \dots$$

intervallumokhoz ugyanaz az N' érték tartozik.

A gáz energiája a 2. §-ban felvett koordinátarendszerben a molekulák legvalószínűbb elosztása mellett, az impulzus-koordináták bevezetésével,¹ $\bar{p}_\varphi = \frac{p_\varphi}{\sin \vartheta}$ értéket helyettesítve:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2I} \sum_{n=1}^{N'} (p_{\vartheta n}^2 + \bar{p}_{\varphi n}^2) + \frac{1}{2I_1} \sum_{n=1}^{N'_1} (p_{\vartheta n}^2 + \bar{p}_{\varphi n}^2) + \dots \\ &\quad + \frac{1}{2I} \sum_{n=1}^{N'} (p_{\vartheta n}^2 + \bar{p}_{\varphi n}^2) + \frac{1}{2I_{m+1}} \sum_{n=1}^{N'_{m+1}} (p_{\vartheta n}^2 + \bar{p}_{\varphi n}^2) + \dots + \quad (13) \\ &\quad + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{N'} \left(\frac{p_{in}^2}{\mu} + \mu (2\pi\nu)^2 l_n^2 \right) \end{aligned}$$

$$E = E_{\text{rot}} + E_{\text{rcz}},$$

¹ L. I. dolgozat 4. §.

ahol E_{rot} a gáz rotációs, E_{rez} a gáz rezgési energiáját jelenti. Kevésbé valószínű elosztódásnál N' , $N'_1 \dots$ helyett N'' , $N''_1 \dots$, illetőleg N''' , $N'''_1 \dots$ stb. irandó. Nevezzük a legvalószínűbb elosztódást 1-es, a következő kevésbé valószínűt 2-es, a következőt 3-as stb. elosztódásnak.

5. §. A molekulák forgására és a molekulák atommagjainak rezgésére vonatkozó stacionárius állapotok száma a (2) alatti egyenletből

$$P = \frac{1}{h^{3N}} \iiint \dots dl_1 d\vartheta_1 d\varphi_1 \dots dp_{l_1} dp_{\vartheta_1} dp_{\varphi_1} \dots, \quad (14)$$

ahol az 1...-es index az 1...-es számú molekulára vonatkozik, az $N!$ -al való osztás már a tranzlációs koordinátáknál fellép. A gáz E és $E + \Delta E$ energia közötti állapotánál a stacionárius állapotok száma (14)-ből, a ϑ - és φ -re vonatkozó integrálok kiszámításával

$$P = \left(\frac{4\pi}{h^3} \right)^N \iiint \dots dl_1 \dots dp_{l_1} dp_{\vartheta_1} dp_{\varphi_1} \dots, \quad (14a)$$

ahol az integráció kiterjesztendő a koordináták mindamaz értékeire, melyek az E és $E + \Delta E$ közötti állapotnak megfelelnek.

6. §. A molekuláknak a különböző tehetetlenségi nyomatékok között lehetséges különböző elosztódásainak figyelembe vételével elvégezhető a (14a) alatti integráció. Ily következtetéssel:

$$P = \left(\frac{4\pi}{h^3} \right)^N \{ V'_{\text{rot}} V'_{\text{rez}} + V''_{\text{rot}} V''_{\text{rez}} + \dots \}, \quad (14b)$$

ahol $V'_{\text{rot}} V'_{\text{rez}}$ a (14a) alatt levő integrálnak a molekulák legvalószínűbb (1-es elosztódás) elosztódásához tartozó része. V'_{rot} jelenti a rotációs koordináták állapotterében az 1-es elosztódásnál az E_{rot} és $E_{\text{rot}} + \Delta E_{\text{rot}}$ (l. (13) alatti egyenletet) energia-felületek közötti térfogatot, V'_{rez} a rezgési koordináták állapotterében az 1-es elosztódásnak megfelelő térfogatrész. A $2N$ méretű gömb térfogatának egyenlete¹ alapján:

¹ Az f méretű, r sugarú gömb térfogata:

$$K_g = \frac{\sqrt{\pi} r^3 f}{\Gamma\left(\frac{f}{2} + 1\right)}.$$

$$V'_{\text{rot}} = \frac{\Delta V_{\text{rot}}}{\Delta E_{\text{rot}}} \Delta E_{\text{rot}} = \frac{(2\pi)^N I^{2N'} (I_1 I_{m+1})^{N'_1} (I_2 I_{m+2})^{N'_2} \dots E_{\text{rot}}^{N-1} \Delta E_{\text{rot}}}{(N-1)!}, \quad (15)$$

ahol V_{rot} az E_{rot} energia-felület által bezárt $2N$ méretű gömb térfogatát jelenti.

$$I^{2N'} (I_1 I_{m+1})^{N'_1} (I_2 I_{m+2})^{N'_2} \dots = I_0^N \quad (16)$$

írható, $N' + N'_1 + N'_2 + \dots = N$, I_0 jelenti a molekulák közepes tehetetlenségi nyomatékát a molekulák legvalószínűbb elosztódásánál. Hasonlóképpen értelmezendő a 2-es, 3-as stb. elosztódáshoz tartozó $V'_{\text{rot}} V''_{\text{rez}}$, $V'''_{\text{rot}} V''''_{\text{rez}}$ stb.

A (14b) jobb oldalához adjunk hozzá és vonjunk le $V'_{\text{rot}} \bar{V}_{\text{rez}}$ értéket, akkor:

$$P = \left(\frac{4\pi}{h^3}\right)^N \{ V'_{\text{rot}} (V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}) + V''_{\text{rot}} V''_{\text{rez}} + V'''_{\text{rot}} V''''_{\text{rez}} + \dots - V'_{\text{rot}} \bar{V}_{\text{rez}} \}, \quad (14c)$$

ahol $V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}$ az E'_{rez} energia (l. (13) egyenletet) mellett változó rezgési koordináták állapotterében az E_{rez} és $E_{\text{rez}} + \Delta E_{\text{rez}}$ energia-felületek közötti térfogatot jelenti.

Az 1. lábjegyzet tekintetbe vételével:

$$V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}} = \frac{\Delta V_{\text{rez}}}{\Delta E_{\text{rez}}} \Delta E_{\text{rez}} = \frac{E_{\text{rez}}^{N-1}}{(N-1)! v^N} \Delta E_{\text{rez}}, \quad (17)$$

ahol V_{rez} az E_{rez} energia-felület által bezárt $2N$ méretű ellipszoid térfogatát jelenti.

(14c) alapján a rotációs-rezgési entrópia az első tag kiemelésével:

$$S = k \ln \left(\frac{4\pi}{h^3}\right)^N V'_{\text{rot}} (V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}) \left\{ 1 + \frac{V''_{\text{rot}} V''_{\text{rez}}}{V'_{\text{rot}} (V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}})} + \dots - \frac{\bar{V}_{\text{rez}}}{V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}} \right\}. \quad (18)$$

Feltevésünk szerint (l. 8. oldal 4. § végét)

$$V'_{\text{rot}} V'_{\text{rez}} > V''_{\text{rot}} V''_{\text{rez}} > V'''_{\text{rot}} V''''_{\text{rez}} > \dots,$$

ezért (\bar{V}_{rez} jelentését l. (14c) után)

$$\begin{aligned} V'_{\text{rot}}(V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}) &\gg V''_{\text{rot}}V''_{\text{rez}}, \\ V'_{\text{rot}}(V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}) &\gg V'''_{\text{rot}}V'''_{\text{rez}} \text{ stb.} \end{aligned}$$

A (18) alatt tehát az első tagra szorítkozhatunk.¹ Helyettesítsük V'_{rot} (15) alatti, $V'_{\text{rez}} + \bar{V}_{\text{rez}}$ (17) alatti értékét (18)-ban, ΔE_{rot} , illetőleg ΔE_{rez} az E_{rot}^{N-1} , illetőleg az E_{rez}^{N-1} értékéhez képest elhanyagolható, magas hőmérsékletnél a statisztikai mechanika törvényei szerint $E_{\text{rot}} = E_{\text{rez}} = RT$, $(N-1)!$ helyett $N!$, E_{rot}^{N-1} , illetőleg E_{rez}^{N-1} helyett E_{rot}^N illetőleg E_{rez}^N írható, következésképp az $N! = \left(\frac{N}{e}\right)^N$ STIRLING-féle egyenlet és (16) tekintetbe vételével a rotációs-rezgési entrópia:

$$S = R \ln \frac{8\pi^2 e^2 I_0 (kT)^2}{h^3 \nu}, \quad (19)$$

megegyezőleg az I. dolgozat (49a) alatti egyenletével, amelyben fellépő I helyén itt I_0 van és az I_0 közepes tehetetlenségi nyomaték a (16) alatti

$$I_0^N = I^{2N} (I_1 I_{m+1})^{N^2} (I_2 I_{m+2})^{N^2} \dots$$

egyenlettel meg van határozva.

A (15) egyenletben szereplő, E_{rot} energia-felület által bezárt V_{rot} térfogat kiszámításánál negatív \bar{p}_φ -k is szerepelnek. Csak pozitív \bar{p}_φ -re, pozitív forgásra szorítkozva, mindenik \bar{p}_φ -nél osztani kell 2-vel (l. I. dolgozatban a (49b) előtti sorokat), tehát összesen 2^N -el, ebben az esetben a rotációs-rezgési entrópia:

$$S = R \ln \frac{4\pi^2 e^2 I_0 (kT)^2}{h^3 \nu}, \quad (20)$$

megegyezőleg az I. dolgozat (49b) alatti egyenletével.

7. §. Abban az esetben, ha a (14a) alatti egyenletben a μ tömegű molekulák tehetetlenségi nyomatékainak egy feltételezett I_0 középértékével számolunk, a (14a) alatti integrálban a

¹ $\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots$ ($-1 < x \leq 1$) sorfejtés tekintetbe vételével.

rotációs és rezgési koordinátákra vonatkozó rész egymástól függetlenül számítható.¹

(14a)-ból a rotációs entrópia:

$$S_{\text{rot}} = k \ln \left(\frac{4\pi}{h^2} \right)^N V'_{\text{rot}}, \quad (21)$$

ahol most V'_{rot} az E_{rot} és $E_{\text{rot}} + \Delta E_{\text{rot}}$ energia-felületek (l. a (13) egyenletet egy közepes tehetetlenségi nyomatékkal) által bezárt térfogatot jelenti. A 9. oldal 1. lábjegyzetének tekintetbe vételével:

$$V'_{\text{rot}} = \frac{\Delta V_{\text{rot}}}{\Delta E_{\text{rot}}} \Delta E_{\text{rot}} = \frac{(2\pi)^N E_{\text{rot}}^{N-1} I_0^N \Delta E_{\text{rot}}}{(N-1)!}, \quad (22)$$

ahol V_{rot} az E_{rot} energia-felület által bezárt térfogatot jelenti. (22) alapján a (21) alatti rotációs entrópia,² tekintetbe véve a (19) egyenletet megelőző számításokat:

$$S_{\text{rot}} = R \ln \frac{8\pi^2 e I_0^2 k T}{h^2}. \quad (21a)$$

A (21a) alatti egyenlet megegyezik a merev molekulájú, kétatomú gázok rotációs entrópiájának más utakon megállapított értékeivel.³

A molekulák közepes tehetetlenségi nyomatékát téve fel, (14a)-ból a rezgési entrópia (17) figyelembe vételével:

$$S_{\text{rez}} = k \ln \frac{1}{h^N} (V'_{\text{rez}} + V_{\text{rez}}) = k \ln \frac{E_{\text{rez}}^{N-1} \Delta E_{\text{rez}}}{(N-1)! (h\nu)^N}. \quad (23)$$

Magas hőmérsékletnél $E_{\text{rez}} = RT$, ΔE_{rez} elhanyagolható E_{rez}^{N-1} -he zékpest, $(N-1)!$ helyett $N!$ írható, következőleg:

$$S_{\text{rez}} = R \ln \frac{ekT}{h\nu}. \quad (23a)$$

¹ E 7. § tartalma pár szóval említve van a *Physikalische Zeitschrift*-ben (28. k. 546–549, 1927) megjelent dolgozatomban (5. §-ban).

² A rotációs entrópia e levezetése megegyezik a *Math. és Természettud. Értesítő* 43. kötetében (1926) megjelent dolgozatomban a 46–48. lapokon adott következtetéssel.

³ L. SZÉLL K.: *Math. és Természettud. Ért.*, 43. k. 40. l. 1926.

Egyszerű számítással igazoljuk, hogy a rezgési entrópia (23a) alatti kifejezése megegyezik a szabad energia módszerével számított értékkel. A szabad energia¹

$$F = -RT \ln \Sigma e^{-\frac{e_n}{kT}} \quad (24)$$

kifejezésében szereplő e_n quantumos energia-értéket a következőképpen határozzuk meg:

A μ tömegű molekula rezgési energiája (13)-ból:

$$e_{\text{rez}} = \frac{1}{2} \left(\frac{p_l^2}{\mu} + \mu (2\pi\nu)^2 l^2 \right). \quad (25)$$

A SOMMERFELD-féle quantum-feltétel a jelen esetben:²

$$\begin{aligned} \oint p_l dl &= \oint \sqrt{2\mu e_{\text{rez}} - \mu^2 (2\pi\nu)^2 l^2} dl = \\ &= \sqrt{2\mu} \oint \sqrt{e_{\text{rez}} - \frac{\mu (2\pi\nu)^2 l^2}{2}} dl. \end{aligned} \quad (26)$$

A (26) alatti integrációt a SOMMERFELD-féle eljárással,³ komplex integrációval végezhetjük. A (26) egyenlet megfelel az I. dolgozat (24) alatti, következő egyenletének:

$$\oint p_l dl = \sqrt{2\mu} \oint \sqrt{A + Bl^2} dl.$$

Jelen esetben $A = e_{\text{rez}}$, $B = -\frac{\mu (2\pi\nu)^2}{2}$.

Az I. dolgozat (24) alatti egyenletét követő eljárással:

$$\oint p_l dl = \sqrt{2\mu} \oint \sqrt{e_{\text{rez}} - \frac{\mu (2\pi\nu)^2 l^2}{2}} dl = \frac{e_{\text{rez}}}{\nu} = n_1 h, \quad (27)$$

¹ L. pl. M. PLANCK: Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 17. 412. l. (1915) (20) alatti egyenletet. A quantumelmélet törvényei szerint (I. N. BOHR: Kopenhágai Akad. Értesítő, Math.-Természettud. Szakosztály, 8. sor., IV. 1, 1, 26. 1918) egy elfajulás nélküli — hol a quantumfeltételek száma egyenlő a szabadsági fokok számával — rendszerben a különböző quantumos állapotokhoz tartozó statisztikai súlyok egyenlők, egynek vehetők. Így a jelzett PLANCK-féle egyenletben a statisztikai súlyok: $p_n = 1$.

² L. I. dolgozat 5. §-át.

³ A SOMMERFELD: Phys. ZS. 17. 500. (1916) vagy A. SOMMERFELD: Atombau und Spektrallinien (4. kiadás, 1924) függelékében a 6. rész.

vagyis e_{rez} -nek az n_1 . quantumos energiája:

$$e_{\text{rez } n} = n_1 h\nu. \quad (28)$$

A (28) alatti értéket (24)-ben helyettesítve, magas hőmérsékletnél:

$$F = -RT \ln \int_0^{\infty} e^{-\frac{n_1 h\nu}{kT}} dn_1. \quad (29)$$

Az $\int_0^{\infty} x^k e^{-ax} dx = \frac{k!}{a^{k+1}}$ integrálformula alapján elvégezve az integrációt:

$$F = -RT \ln \frac{kT}{h\nu}. \quad (29a)$$

Tehát a rezgési entrópia:

$$S_{\text{rez}} = -\frac{\partial F}{\partial T} = R \ln \frac{ekT}{h\nu}, \quad (30)$$

meg egyezően a (23a) alatti egyenlettel.

További vizsgálatok szükségesek arra vonatkozólag, hogy az adott feltételek mellett miképpen számítható a szabad energia módszerével a kétatomú gázok rotációs-rezgési entrópiája.

Összefoglalás.

Az állapot-valószínűség közvetlen meghatározásával kiszámítottam magas hőmérsékletnél a kétatomú gázok rotációs-rezgési entrópiáját, *meghatározva a molekulák különböző tehetetlenségi nyomatékainak középértékét*. Számításaim a bevezetésben adott feltevések, főképpen pedig harmonikus rezgés esetében, a molekulák forgása és atommagjainak rezgése közötti kölcsönhatások elhanyagolása (eltekintve az atommagok rezgése által okozott különböző tehetetlenségi nyomatékoktól) mellett érvényesek, amely feltevések a molekulák finom szerkezeti elméletében¹ tekintetbe veendőek.

¹ L. a szalagos színekre vonatkozó vizsgálatok ismertetésénél A. SOMMERFELD: *Atombau und Spektrallinien* (4. kiadás, 1924) 9. fejezetében.

ÜBER DIE ROTATIONSSCHWINGUNGSENTROPIE DER ZWEIATOMIGEN GASE.

Von KOLOMAN SZÉLL.

Es wird die Rotationsschwingungsentropie der zweiatomigen Gase mit unmittelbarer Bestimmung der Zustandswahrscheinlichkeit unter den folgenden Voraussetzungen berechnet: 1. Die Atomkerne in den Molekeln des zweiatomigen Gases führen kleine harmonische, lineare Schwingungen aus. Die Schwingungen erfolgen im Allgemeinen nicht in Richtung der Kernverbindungslinie. 2. Die zweiatomige Molekel funktioniert als einfacher Rotator um eine Äquatorachse. Von den Veränderungen der Anordnungen der Elektronen in den Molekeln wird abgesehen. 3. Die Kohäsionskraft zwischen den Molekeln ist verschwindend klein.

Im Ausdruck der Rotationsschwingungsentropie wird der Mittelwert der verschiedenen Trägheitsmomente der Molekeln berechnet.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, vom 7. November 1927.)

A FELSZÍNMRÉS ELMÉLETÉHEZ.

RADÓ TIBOR-tól.

A felszínmérés számos és általában lényegesen különböző elvekből kiinduló elméletének tanulmányozása azt mutatja, hogy tényleges eredmények eléréséhez a felületek síkokra való merőleges vetületeinek vizsgálata szükséges. A részletes vizsgálatok továbbá azt mutatják, hogy e vetületek azon nyersen nem használhatók; bizonyos lényegtelen és zavaró részeit el kell hagyni, hogy olyan ponthalmazokat nyerjünk, amelyeknek mértékéből a felület felszínének kiszámítására alkalmas mennyiségek képezhetők. Ebben az irányban a legmélyebb — és úgyszólván egyedüli — vizsgálatokat GEÖCZE ZOÁRD végezte; idevágó munkái azonban úgy egészükben, mint részleteikben igen komplikáltak és helyenként alig követhetők.¹ GEÖCZE dolgozatainak tanulmányozása kapcsán arra a meggyőződésre jutottam, hogy az általa, és általában az összes, hasonló célból más kutatók által, bevezetett mennyiségekkel kapcsolatos nehézségek oka abban rejlik, hogy ezek a mennyiségek nem értelmezhetők, mint ponthalmazok mértékei. Megkíséreltem tehát az elméletet azáltal egyszerűsíteni, hogy olyan mennyiségből indulok ki, amely a projekció alkalmasan választott részhalmazának mértéke; várható, hogy egy ilyen mennyiség tekintetbe jövő sajátosságai könnyen következnek a ponthalmazok LEBESGUE-féle általános elméletéből. E megfontolások vezettek a *vetületmaj* fogalmára.² A következőkben össze-

¹ GEÖCZE munkáira RIESZ FRIGYES professzor úr hívta fel figyelmemet, aki vizsgálataim közben értékes tanácsaival is támogatott. Kedves kötelességet teljesíték, midőn neki e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki.

² L. *Sur l'aire des surfaces courbes* című dolgozatomat, Acta Litt. ac Sc. Szeged, III. kötet, 131—169. oldal.

fogalom a vetületmagra vonatkozó főbb tételeket és bemutatom e fogalom néhány alkalmazását a felszínmérés elméletére.¹

Mivel főcélom e helyen a fogalmak tiszta beállítása és a módszerek szemléltetése, részletesen bizonyításokba nem bocsátkozom; megjegyzem azonban, hogy a hiányzó részletek, melyeket egy más helyen megjelenendő dolgozatom tartalmaz, csak kész és általánosan használt valós függvénytani, illetőleg topológiai tételek alkalmazását teszik szükségossé. Ezzel szemben egy külön paragrafusban részletesen ismertetem a következő tárgyalásban használandó felületfogalmat, mivel az ismertetendő tételek pontos értelme enélkül nem volna világos.

1. §.

1. A felület intuitív fogalmának matematikai interpretációja mély topológiai vizsgálatokra adott alkalmat. E vizsgálatoknak főcélja az volt, hogy a térbeli ponthalmazok közül bizonyos kritériumok alapján kiválaszthassuk azokat, amelyek testszerűek, felületszerűek, vonalszerűek. Ennek megfelelően keletkeztek olyan felszínmérési elméletek is, amelyek az említett kiválasztást bizonyos mérési processzusokkal óhajtották elvégezni oly értelemben, hogy a ponthalmazoknak megfelelő mérőszámok maguk árulják el, hogy testtel, felülettel, vonallal van-e dolgunk.²

Míg ez elméletekben, röviden szólva, *rendezetlen, amorf* ponthalmazok méréséről van szó, mi *rendezett* ponthalmazokat akarunk mérni és így például vonalon egy folytonosan mozgó pont pályáját értjük. E felfogás alapján a felület fogalma tisztán

¹ Első alkalmazásként GEÖCZE bizonyos, a rektifikálható felületekre vonatkozó tételeinek bizonyítását választottam. A valós függvénytan újabb módszereinek felhasználása, valamint a felületek síkmetszeteire vonatkozó komplikált GEÖCZE-féle vizsgálatoknak a vetületmag segítségével való kiküszöbölése lehetővé tették GEÖCZE bizonyításainak technikai és elvi egyszerűsítését.

² L. ZORETTI-ROSENTHAL: *Die Punktmengen*, Encyclopädie der math. Wiss., II. C. 9 a, 994—1001. oldal.

formálisan vezethető be.¹ Egyszer s mindenkorra felvesszünk egy uv paramétersíkot; ha ebben megadatik egy zárt JORDAN-görbe C és három, a C által határolt zárt tartományban egyértékű folytonos függvény $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$, akkor e három függvény rendszerét folytonos felületnek nevezzük és S -sel fogjuk jelölni. Ha egy térbeli derékszögű koordinátarendszerben ábrázoljuk azokat a pontokat, melyeknek koordinátái

$$x = x(u, v), \quad y = y(u, v), \quad z = z(u, v),$$

akkor egy zárt pontthalmazt nyerünk, amely azonban a folytonos felületet nem határozza meg; lényegesen különböző felületeknek ugyanaz a térbeli pontthalmaz felelhet meg.

A folytonos felületek osztályában FRÉCHET a következő módon vezette be a *távolság* fogalmát. Legyen

$$S_1: x_1(u, v), y_1(u, v), z_1(u, v); \quad S_2: x_2(u, v), y_2(u, v), z_2(u, v)$$

két folytonos felület, ahol az (u, v) pont egy C_1 , illetőleg C_2 zárt JORDAN-görbe által határolt zárt tartományban változik. Legyen T e zárt tartományoknak valamely egymásra való topológiai leképezése. Ha (u', v') , (u'', v'') a T által egymáshoz rendelt pontpárt jelölnek, legyen Δ_T a

$$\begin{aligned} & [(x_1(u', v') - x_2(u'', v''))^2 + (y_1(u', v') - y_2(u'', v''))^2 + \\ & + (z_1(u', v') - z_2(u'', v''))^2]^{1/2} \end{aligned}$$

kifejezés maximuma. A Δ_T alsó határa az összes lehetséges T leképezéseknél, az S_1, S_2 felületeknek FRÉCHET által definiált távolsága. Jele legyen $[S_1, S_2]$. Bármely S felületre

$$[S, S] = 0.$$

Bármely két S_1, S_2 felületre

$$[S_1, S_2] \geq 0, \quad [S_1, S_2] = [S_2, S_1].$$

Bármely három S_1, S_2, S_3 felületre

$$[S_1, S_3] \leq [S_1, S_2] + [S_2, S_3].$$

¹ A következőkben ismertetendő fogalomalkotások FRÉCHET-től származnak. L. FRÉCHET: *Sur la distance de deux surfaces*, Annales de la société polonaise de mathématique, t. III, 1924, 4–19. oldal.

2. Ha a fenti módon megadott S_1, S_2 felületekhez van olyan T leképezés, hogy megfelelő $(u', v'), (u'', v'')$ pontokban mindig

$$\begin{aligned}x_1(u', v') &= x_2(u'', v''), & y_1(u', v') &= y_2(u'', v''), \\z_1(u', v') &= z_2(u'', v''),\end{aligned}$$

akkor a közkeletű felfogásnak megfelelően a két felületet *azonosnak* fogjuk tekinteni és azt fogjuk mondani, hogy ugyanaz a felület két különböző paraméter-előállításban van megadva, amelyek egymásból az u, v paraméterek topológiai transzformációja által keletkeznek. Ha ebben az értelemben $S_1 \equiv S_2$, akkor nyilván $[S_1, S_2] = 0$. FRÉCHET egy sokkal tágabb azonosság-fogalmat használ; azonosnak tekinti az S_1, S_2 felületeket, ha $[S_1, S_2] = 0$. Mi két ilyen felületet ekvivalensnek fogunk nevezni.

A távolság-fogalom be lévén vezetve, egy $\{S_n\}$ felületsorozatról akkor mondjuk, hogy egy S felület felé tart, ha $[S_n, S] \rightarrow 0$. Ha S^* valamely S -sel ekvivalens felület, akkor rögtön látható, hogy minden sorozat, mely S -hoz konvergál, egyúttal S^* -hoz is konvergál. Mivel a ponthalmazok elméletében alapvető tény, hogy egy pontsorozat nem konvergálhat két különböző ponthoz, ez a jelenség indította FRÉCHET-t arra, hogy azonosnak tekintszen két olyan felületet, melyeknek távolsága zérus. Mint KERÉKJÁRTÓ vizsgálataiból kitűnik,¹ e FRÉCHET-féle azonosság-fogalom mögött mélyenfekvő geometriai összefüggések rejlenek; ezek a vizsgálatok azt is mutatják, hogy formális egyszerűségük ellenére a fent ismertetett fogalomalkotások geometriailag komplikált tartalmúak. Ez a körülmény azonban a következőkben még nem jut kifejezésre.

3. Ha az

$$\begin{aligned}x' &= a_1x + b_1y + c_1z + d_1, \\y' &= a_2x + b_2y + c_2z + d_2, \\z' &= a_3x + b_3y + c_3z + d_3\end{aligned}$$

egyenletek az analitikus geometria értelmében egy derékszögű koordinátatranszformációt definiálnak, akkor az

$$S: x(u, v), y(u, v), z(u, v); S': x'(u, v), y'(u, v), z'(u, v),$$

hol

$$x'(u, v) = a_1x(u, v) + b_1y(u, v) + c_1z(u, v) + d_1, \dots,$$

¹ KERÉKJÁRTÓ: *Involutions et surfaces continues*, Acta Litt. ac Sc. Szeged, III. kötet, 49–67. oldal.

felületek közti összefüggést, a közfelfogásnak megfelelően, két-féleképpen értelmezzük. Mondhatjuk, hogy ugyanarról a felületről van szó, csak más koordinátarendszerben, vagy mondhatjuk, hogy a két felület kongruens.

Az eddigi definíciókat alapul véve, a következő fogalmak: felület, két felület távolsága, két felület azonossága, ekvivalenciája, kongruenciája, felületsorozat konvergenciája egy felülethez, úgy az u , v paraméterek topológiai, mint az xyz koordinátarendszer derékszögű transzformációival szemben invariánsok.

4. Itt egy általános megjegyzést kell tennünk. Ha két felület azonosságát és kongruenciáját valamiképp definiáltuk, akkor egyúttal implicite felállítottunk egy követelményt a felszín mérőszámának definíciójával szemben. *Azonos és kongruens felületek felszínének mérőszámai egyenlők kell hogy legyenek.* A fenti definíciókat alapul véve, az irodalomban felvetett felszíndefiníciók közül csak igen kevés van, amely ennek az elemi követelménynek megfelel. Magánál GRÖCZÉ-nél az általa főként vizsgált LEBESGUE-féle definíció olyan formában szerepel, amely a priori nem biztosítja az invarianciát az u , v paraméterek topológiai transzformációival szemben.

Azok a mennyiségek, amelyeket a következőkben a felszínmérés céljaira be fogunk vezetni, kivétel nélkül invariánsok lesznek még az általánosabb FRÉCHET-féle azonossági relációval szemben is. Mind e mennyiségek képzésénél nem szerepel ugyanis más, mint a felület pontjaiból álló halmaz és két felület távolságának fogalma; állításunk már most egyszerűen abból a nyilvánvaló tényből következik, hogy e fogalmak invariánsok a FRÉCHET-féle azonossági relációval szemben. Pontosabban: a FRÉCHET-féle értelemben azonos felületek ugyanazokból az (x, y, z) pontokból állanak; ha S_1, S_1' és S_2, S_2' a FRÉCHET-féle értelemben azonos felületek, akkor $[S_1, S_2] = [S_1', S_2']$. Mindkét állítás közvetlen folyománya a definícióknak.

Invariánsok tehát a FRÉCHET-féle azonossági relációval szemben, amint az a fenti megjegyzéseknek a később részletezendő definíciókkal való egybevetéséből evidens, a LEBESGUE-féle felszín (lásd 4. §, 2. pont), a vetületmag fogalma (lásd 2. §, 1. pont) és ennél fogva mindazok a mennyiségek, melyeket a következők-

ben a vetületmag segítségével be fogunk vezetni, például a vetületmag fogalmának alapján definiált PRANO-féle felszín (lásd 5. §. 1. pont). Ezt a körülményt nem is fogjuk többé a tárgyalás folyamán külön kiemelni.

5. A folytonos felületek osztályában szűkebb osztályokat fogunk megkülönböztetni bizonyos típusú paraméterelőállítások létezésének feltevése által.

a) Ha az előállító $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények úgy választhatók, hogy definíció-tartományuk egy egyszerűen összerüggő polygon-tartomány, amely felbontható véges számú egyenesvonalú háromszögre, amelyek mindegyikében az $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények lineárisak, akkor a felületet *polyéder-felületnek* nevezzük és P -vel fogjuk jelölni.

Mindig feltehetjük, hogy az említett polygon-tartomány a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ zárt négyzet.

b) Ha az előállítás úgy választható, hogy az $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ négyzetben vannak definiálva és ott LIPSCHITZ-feltételnek tesznek eleget, akkor a felületet *rektifikálhatónak* nevezzük.

Minden polyéderfelület rektifikálható.

c) Az $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények definíció-tartománya megint a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ négyzet lévén, legyen I_s az a térbeli ponthalmaz, melyet e függvények egy, a Q négyzetben fekvő és annak egyik oldalával párhuzamos s egyenesdarabnak feleltetnek meg. Legyen Γ_s^ε a Γ_s merőleges vetülete valamely ε síkra. A Γ_s^ε ponthalmaz zárt és így mérhető; mértéke legyen $m\Gamma_s^\varepsilon$. Ha s és ε minden választásánál $m\Gamma_s^\varepsilon \neq 0$, akkor azt mondjuk, hogy a vizsgált előállítás kielégíti az (F) feltételt. Ha egy felülethez létezik ilyen előállítás, a felületről is azt mondjuk, hogy kielégíti az (F') feltételt.

Minden rektifikálható felület kielégíti az (F') feltételt.

Nem egészen egyértelmű kifejezésmóddal egy felületnek, amely a felsorolt osztályok valamelyikébe tartozik, minden olyan előállítását *típusos előállításnak* nevezzük, amely az illető osztály meghatározásánál körülírt sajátságokkal bír.

Az a körülmény, hogy valamely felület a fenti osztályok valamelyikébe beletartozik-e vagy sem, invariáns az u, v para-

méterek topológiai és az xyz koordináta-rendszer derékszögű transzformációival szemben.

2. §.

1. Egy S folytonos felület pontjait az xyz derékszögű koordináta-rendszerben ábrázolva, egy zárt pontthalmazt nyerünk. Legyen $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ ennek a pontthalmaznak merőleges vetülete egy ε síkra; $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ tehát ismét zárt. E *vetület magjának* azt az, esetleg üres, pontthalmazt nevezzük, amely az ε sík következő sajátosságú P pontjaiból áll: Van olyan $\delta = \delta(P)$ pozitív szám, hogy minden olyan S^* felületre, amelyre $[S, S^*] \leq \delta(P)$, a P pont benne van a $\mathfrak{P}(S^*; \varepsilon)$ vetületben.¹

Legyen, állandó jelöléssel, $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ az S felület ε síkra való vetületének magja. $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ korlátos és mérhető.

Ha P a $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ halmaznak pontja, van olyan $\eta = \eta(P)$ pozitív szám, hogy minden olyan S^* felületre, melyre $[S, S^*] \leq \eta(P)$, a P pont benne van a $\mathfrak{M}(S^*; \varepsilon)$ halmazban (tehát nemcsak $\mathfrak{P}(S^*; \varepsilon)$ -ban, mint a definíció követeli).

2. Legyen $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ a $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ LEBESGUE-féle mértéke. Nyilván $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ része a $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ vetületnek és így

$$m\mathfrak{M}(S; \varepsilon) \leq m\mathfrak{P}(S; \varepsilon).$$

¹ Mint a bevezetésben említettük, a teljes $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ vetület a felszín-mérés céljaira nem használható. Sem GEÖCZÉNÉL, sem általában az irodalomban a vetület használható részének felkutatása nem szerepel; e helyett, röviden szólva, közvetlenül a használható rész mértékét igyekeznek analitikus processzusokkal bevezetni. Ez eljárás hátrányait szembeszökően mutatja pl. a YOUNG-BURKILL-féle felszín-elmélet (I. BURKILL: *The expression of area as an integral*, Proc. London math. soc., Ser. 2, vol. 22, 1923, 311–336. oldal); az ezen szerzők által bevezetett mennyiségek nem lévén geometriailag interpretálva, a felszínre lehozott mérőszámról sem az nem állapítható meg, hogy mennyiben függ az u, v paraméterek választásától, sem pedig az, hogy bír-e a féligfolytonosság alapvető tulajdonságával. A GEÖCZE által használt mennyiségek, melyeket az úgynevezett *terület-nemző négyeszek* segítségével szerkeszt *¶*. pl. *A felület területének PEANO-féle definíciójáról*, Math. és Természettud. Értesítő, 35, 1917, 315–358. oldal), bírnak az összes szükséges jó tulajdonsággal: nehéz kezelhetőségüknek mélyebb oka az, hogy e mennyiségek sem interpretálhatók közvetlenül, mint pontthalmazok mértékei. Ez okból vezettem be a vetületmag fogalmát.

Alsó korlátot a következőképp kapunk. Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ a szóbanforgó felület, hol e függvények egy zárt C JORDAN-görbe által határolt zárt tartományban vannak definiálva. Ha az (u, v) pont befutja a C görbét, az $(x(u, v), y(u, v), z(u, v))$ pont vetülete az ε síkon egy zárt, általában nem egyszerű, folytonos görbét fut be; legyen ez C_ε . Legyen $\mathfrak{J}(S; \varepsilon)$ az ε sík ama pontjainak halmaza, amelyek nem fekszenek a C_ε görbén és amelyeknek e görbére vonatkozó indexe zérustól különböző. $\mathfrak{J}(S; \varepsilon)$ nyitott ponthalmaz és így mérhető.

$\mathfrak{J}(S; \varepsilon)$ részhalmaza $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ -nak és így

$$m\mathfrak{M}(S; \varepsilon) \geq m\mathfrak{J}(S; \varepsilon).^1$$

A $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ -ra így módon nyert alsó korlát csak az S határgörbéjétől függ.

3. Jelöljük az xy, yz, zx koordinátasíkokat sorra $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ -mal és vezessük be a következő állandó jelölést:

$$\begin{aligned} \alpha(S) &= m\mathfrak{M}(S; \varepsilon_1), \quad \beta(S) = m\mathfrak{M}(S; \varepsilon_2), \quad \gamma(S) = m\mathfrak{M}(S; \varepsilon_3), \\ g(S) &= [\alpha(S)^2 + \beta(S)^2 + \gamma(S)^2]^{1/2}. \end{aligned}$$

E mennyiségek mint az S felület függvényei tekinthetők.

a) E függvények invariánsok az u, v paraméterek topológiai transzformációival szemben.

b) E függvények alulról félig-folytonosak. Vagyis ha $S_n \rightarrow S$ akkor például

$$\underline{\lim} g(S_n) \geq g(S).$$

c) Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy folytonos felület, hol az (u, v) pont egy zárt C JORDAN-görbe által határolt zárt tartományban változik. A C görbén vegyünk fel két különböző A, B pontot és legyen I egy egyszerű JORDAN-ív, amelynek végpontjai A és B és amely egyébként a C görbe belsejében halad. Legyenek S_1, S_2 azok a folytonos felületek, amelyeket az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények a I ív által meghatározott résztartományban

¹ A $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ helyett a $m\mathfrak{J}(S; \varepsilon)$ mennyiség is szolgálhatna kiinduló pontul; fogalmilag az első egyszerűbb és ezenfelül jobban simul a felülethez, mint a második, amely csak a felület határáról függ.

mányoknak megfeleltetnek. Legyenek végül $\mathfrak{G}_1, \mathfrak{G}_2, \mathfrak{G}_3$ ama zárt ponthalmaznak az xy, yz, zx síkokra való vetületei, melyet az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények a Γ ívnek feleltetnek meg. Akkor a következő egyenlőtlenségek állanak:

$$\begin{aligned} \alpha(S) &\leq \alpha(S_1) + \alpha(S_2) + m\mathfrak{G}_1, \\ \beta(S) &\leq \beta(S_1) + \beta(S_2) + m\mathfrak{G}_2, \\ \gamma(S) &\leq \gamma(S_1) + \gamma(S_2) + m\mathfrak{G}_3, \\ g(S) &\leq g(S_1) + g(S_2) + [(m\mathfrak{G}_1)^2 + (m\mathfrak{G}_2)^2 + (m\mathfrak{G}_3)^2]^{1/2}. \end{aligned}$$

d) Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy folytonos felület, hol az (u, v) pont a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ négyzetben változik.

Ha $R: u_1 \leq u \leq u_2, v_1 \leq v \leq v_2$ egy a Q négyzetben foglalt téglalap, legyen S_R az a folytonos felület, melyet az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények az R téglalaprak feleltetnek meg. Az

$$\alpha(S_R), \beta(S_R), \gamma(S_R), g(S_R)$$

tehát mint a Q négyzetben definiált *téglalap-függvények* tekintendők.

Vizsgáljuk e téglalap-függvények *deriváltját*. Mint ismeretes, ha Δ_R egy a Q -ban definiált téglalap-függvény, akkor egy (u, v) pontban a Δ_R deriváltján a következő értendő: Legyen R egy l_R oldalhosszú négyzet, amely tartalmazza az (u, v) pontot. Ha

$$\lim_{l_R \rightarrow 0} \frac{\Delta_R}{l_R^2}$$

létezik és véges, akkor ezt a határértéket tekintjük a Δ_R deriváltjának az (u, v) pontban.

Jelen paragrafus 2. pontjában megadott becslésekből a következő tétel folyik. *Minden (u, v) pontban, hol az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények totálisan differenciálhatók,¹ az $\alpha(S_R), \beta(S_R), \gamma(S_R), g(S_R)$ téglalap-függvények deriválhatók és pedig*

¹ $f(u, v)$ totálisan, vagy a Stolz-féle értelemben differenciálható egy (u_0, v_0) pontban, ha a következő alakú reláció áll:

$$f(u, v) = f(u_0, v_0) + (u - v_0) f_u(u_0, v_0) + (v - v_0) f_v(u_0, v_0) + [(u - u_0)^2 + (v - v_0)^2]^{1/2} \rho(u, v),$$

hol $\rho(u, v) \rightarrow 0$, ha $u \rightarrow u_0, v \rightarrow v_0$.

$$\begin{aligned}
 \alpha(S_R) \text{ deriváltja } & |x_u y_v - x_v y_u|, \\
 \beta(S_R) \quad \text{ " } & |y_u z_v - y_v z_u|, \\
 \gamma(S_R) \quad \text{ " } & |z_u x_v - z_v x_u|. \\
 g(S_R) \quad \text{ " } & [(x_u y_v - x_v y_u)^2 + (y_u z_v - y_v z_u)^2 + (z_u x_v - z_v x_u)^2]^{1/2}.
 \end{aligned}$$

Innen tisztán formális úton a következő tételt nyerjük: Legyen ε valamely sík és jelentse $c(S_R)$ azt a mennyiséget, amelyet az ε sík segítségével ugyanúgy képezünk, mint ahogy $\alpha(S_R)$ -et képeztük az xy sík segítségével. Akkor minden olyan (u, v) pontban, hol az $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények totálisan differenciálhatók, az $c(S_R)$ téglalap-függvény deriválható és deriváltja egyenlő a következő determináns abszolút értékével:

$$\begin{vmatrix}
 x_u & y_u & z_u \\
 x_v & y_v & z_v \\
 \cos \lambda_1 & \cos \lambda_2 & \cos \lambda_3
 \end{vmatrix}$$

hol $\cos \lambda_1$, $\cos \lambda_2$, $\cos \lambda_3$ az ε sík normálisának iránykoszinuszai az xyz derékszögű koordinátarendszerben.

3. §.

1. Legyen $S: x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ egy folytonos felület, hol az (u, v) pont egy zárt C JORDAN-görbe által határolt zárt tartományban változik. Legyen C_1, C_2, \dots, C_k véges számú zárt JORDAN-görbe, melyeknek nincs pontjuk a C görbén kívül és amelyek nem hatolnak egymás belsejébe. Az e görbék által határolt zárt tartományoknak az $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ függvények bizonyos S_1, S_2, \dots, S_k folytonos felületeket feleltetnek meg. Ezek rendszerét jelöljük röviden \mathfrak{R} -rel és vezessük be a következő állandó jelölést:

$$G(S; \mathfrak{R}) = \sum_{i=1}^k g(S_i).$$

Legyen végül $G(S)$ a $G(S; \mathfrak{R})$ összegek felső határa az összes lehetséges \mathfrak{R} rendszerekre nézve. A $G(S)$ mennyiség tehát, amely esetleg $+\infty$ is lehet, minden folytonos felületre egyértelműen meg van határozva.

$G(S)$ invariáns az u, v paraméterek topológiai transzformációival szemben.

$G(S)$, mint az S felület függvénye, alulról félig-folytonos.

2. Ha az $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ felület megfelel az (F) feltételnek és ha a felírt előállítás is megfelel az (F) feltételnek (lásd 1. §., 5. pont, c) alatt), akkor a $G(S)$ mennyiség négyzetes beosztások segítségével számítható ki. Pontosán: $m \geq 2$ egy pozitív egész számot jelentvén, osszuk fel a Q négyzetet m^2 kongruens kis négyzetre és legyen rövidebb jelöléssel $G_m(S)$ az e kis négyzetek kerületeiből álló \mathfrak{R} rendszerhez tartozó $G(S; \mathfrak{R})$ összeg. Akkor

$$\lim_{m \rightarrow \infty} G_m(S) = G(S).$$

3. E tételből, a 2. § 3. pont, d) alatti tétel segítségével, ismert módszerekkel következik: ¹

Ha $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy, tipikus előállításban megadott, rektifikálható felület, akkor

$$G(S) = \iint_Q \left[\left(\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(z, x)}{\partial(u, v)} \right)^2 \right]^{1/2} du dv.$$

4. §.

1. Eredményeinket alkalmazzuk először a LEBESGUE-féle felszínre. Hogy a LEBESGUE-féle felszín-definíciót pontosan fogalmazhassuk, értelmeznünk kell először a *polyéderfelületek elemi felszínét*. Legyen $P: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy polyéderfelület; az előállítás mindig választható úgy, hogy $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ zárt négyzetben vannak definiálva és hogy a Q négyzet felosztható véges számú egyenesvonalú háromszögre, amelyek mindegyikében az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények lineárisak. E háromszögek mindegyikének az $x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v)$ egyenletek egy-egy egyenesvonalú három-

¹ A módszer ugyanaz, mint amellyel bizonyos GEÖCZE-féle összegekre vonatkozó analog.tételt lehoztam (*Bemerkung über das Doppelintegral* etc. Math. Zeitschrift 26, 1927, 408—416. oldal).

szöveget feleltetnek meg, melyek közül egyesek pontra vagy egyenesdarabra redukálódhatnak. E térbeli háromszögek elemi értelemben vett területösszege a \mathbf{P} elemi felszíne, melyet $E(\mathbf{P})$ -vel fogunk jelölni.

A \mathbf{P} most tekintett előállításánál $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ elsőrendű parciális differenciálhányadosai már a RIEMANN-féle értelemben is integrálhatók; az analitikus geometria formuláiból következik, hogy

$$E(\mathbf{P}) = \iint_Q \left[\left(\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(z, x)}{\partial(u, v)} \right)^2 \right]^{1/2} du dv.$$

Másrészt \mathbf{P} alapul vett előállításánál $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ nyilván LIPSCHITZ-feltételnek tesznek eleget és így (lásd 3. §., 3. pont).

$$\iint_Q \left[\left(\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(z, x)}{\partial(u, v)} \right)^2 \right]^{1/2} du dv = G(\mathbf{P}).$$

Következőleg $E(\mathbf{P}) = G(\mathbf{P})$. Innen látható (ami egyébként közvetlenül is könnyen adódik), hogy $E(\mathbf{P})$ független attól, hogy \mathbf{P} végtelen sok lehetséges, a fent körülírt természetű, előállítása közül melyiket vettük alapul. Következik továbbá az az elemi jellegű, önmagában is érdekes tétel, hogy az $E(\mathbf{P})$, mint a \mathbf{P} polyéderfelület függvénye, alulról féligfolytonos.¹

2. Legyen \mathbf{S} egy folytonos felület. Mindig létezik az \mathbf{S} -hez konvergáló $\{P_n\}$ polyédersorozat. Minden ilyen sorozatra tekintsük a $\lim E(P_n)$ mennyiséget. E mennyiség alsó határa az összes lehetséges, az \mathbf{S} -hez konvergáló polyédersorozatokra, az \mathbf{S} felületnek LEBESGUE-féle felszíne, amelyet $L(\mathbf{S})$ -el fogunk jelölni.

$L(\mathbf{S})$ invariáns az u, v paraméterek topológiai és az xyz koordinátarendszer derékszögű transzformációival szemben.

Mint az \mathbf{S} felület függvénye, $L(\mathbf{S})$ alulról féligfolytonos.

Polyéderfelületekre $E(\mathbf{P}) = G(\mathbf{P}) = L(\mathbf{P})$.

Minden \mathbf{S} felületre $G(\mathbf{S}) \leq L(\mathbf{S})$.

Legyen \mathbf{S} egy folytonos felület és legyen $\mathbf{S}_1, \mathbf{S}_2, \dots, \mathbf{S}_k$ a

¹ E tételre direkt bizonyítást adott FRÉCHET (*La semi-continuité en géométrie élémentaire*, Nouvelles Annales de mathématiques, t. III, 1924).

folytonos felületeknek egy olyan rendszere, mint amelyet a. 3. §., 1. pontban írtunk le. Akkor

$$L(S_1) + L(S_2) + \dots + L(S_k) \leq L(S).$$

Ez az egyenlőtlenség azt mutatja, hogy az $L(S)$ mérőszámnak *belső mérték* jellege van.

3. Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy tipikus előállításban megadott rektifikálható felület. Az eddigiek alapján, a klasszikus kettős integrált $I(S)$ -sel jelölve,

$$I(S) = G(S) \leq L(S).$$

RADEMACHER eredményei szerint, rektifikálható felületről lévén szó, van olyan polyédersorozat, melyre

$$P_n \rightarrow S$$

és

$$E(P_n) \rightarrow I(S).^1$$

Következésképp, $L(S)$ definíciója alapján,

$$L(S) \leq I(S).$$

Ezt a fentebbi egyenlőtlenséggel egybevetve, következik, hogy *egy rektifikálható felület minden tipikus előállításánál a LEBESGUE-féle felszín a klasszikus kettősintegrál adja meg.*²

4. Az az eset, mikor az S felület $z = f(x, y)$ alakban állítható elő, részletes vizsgálatok tárgyát képezte, amelyek definitív jellegű eredményekre vezettek. Mivel az elméletnek ez a része összefoglaló jellegű dolgozatokban ismertette van már,³ e helyen arra nem térek ki.

¹ RADEMACHER: *Über partielle und totale Differenzierbarkeit II*, Math. Annalen 81, 1920, 52–63. oldal.

² GEÖCZE: *A területmérésről*, Math. Phys. Lapok 21, 1912, 25–57. oldal és *A rectifiable felületről*, Math. és Természettud. Értesítő, 34, 1916, 337–354. oldal.

³ RADÓ: l. c. ², az 1. oldalon; SAKS: *Sur l'aire des surfaces $z = f(x, y)$* , ugyanott, 170–176. oldal. → E dolgozatokban egyszerű felületekről (a négyzet kölesönösen egyértelmű és folytonos képeiről) van szó; a $z = f(x, y)$ esetre vonatkozó eredmények azonban, mint közvetlenül látható, az általános folytonos felületekre megfogalmazott LEBESGUE-féle felszín-definíció alapulvételénél is érvényben maradnak.

5. §.

1. A vetületmag fogalmának segélyével a PEANO-féle felszín-definíció a következőképpen alakul. Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy folytonos felület, hol az (u, v) pont egy zárt C JORDAN-görbe által határolt zárt tartományban változik. Legyen \mathfrak{R} az S_1, S_2, \dots, S_k folytonos felületeknek egy olyan rendszere, mint amelyet a 3. §., 1. pontban leírtunk. Ha ε valamilyen sík, jelentse ismét $\mathfrak{M}(S_i, \varepsilon)$ az S_i felület ε síkra való vetületének magját. Legyen végül, állandó jelöléssel, $\pi(S_i)$ a $m\mathfrak{M}(S_i, \varepsilon)$ felső határa az ε sík összes helyzeteire. Vezessük be a

$$H(S; \mathfrak{R}) = \sum_{i=1}^k \pi(S_i)$$

jelölést. Az S felület PEANO-féle felszíne, amelyet $H(S)$ -sel fogunk jelölni, ezeknek az $H(S; \mathfrak{R})$ összegeknek a felső határa az összes lehető \mathfrak{R} rendszerekre.

2. $H(S)$ invariáns az (u, v) paraméterek topológiai és az x, y, z koordinátarendszer derékszögű transzformációval szemben. Mint S függvénye, $H(S)$ alulról féligfolytonos.

Minden folytonos felületre $H(S) \leq L(S)$.

Polyéderfelületekre $H(P) = E(P) - L(P)$.

3. Legyen $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ egy folytonos felület, hol az (u, v) pont a $Q: 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1$ zárt négyzetben változik. Legyen R egy a Q négyzetben fekvő, az u, v tengelyekkel párhuzamos oldalú téglalap és legyen S_R az a folytonos felület, melyet az $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ függvények az R téglalaprak megfeleltek. Az e paragrafus 1. pontjában bevezetett $\pi(S_R)$ mennyiség mint a Q -ban definiált téglalapfüggvény tekinthető.

A 2. §., 3. pont, *d)* alatt emlékeztettünk a téglalap-függvények deriváltjának definíciójára. Az ottaniakból világos, mi értendő egy téglalap-függvény *alsó* és *felső deriváltján*. E kifejezésmódot használva, a 2. §. légvégén tett megjegyzésből következik, hogy a Q négyzet minden olyan pontjában, hol $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ totálisan differenciálhatók, a $\pi(S_R)$ téglalapfüggvény *alsó deriváltja nem kisebb, mint*

$$\left[\left(\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} \right)^2 + \left(\frac{\partial(z, x)}{\partial(u, v)} \right)^2 \right]^{1/2}$$

4. Legyen $m \geq 2$ egy pozitív egész szám. A Q négyzetet osszuk fel m^2 számú kongruens kis négyzetre és legyen

$$H_m(S) = \sum \pi(S_R),$$

hol az összegezés az említett m^2 számú kis négyzetre terjesztendő ki. Az előző pontban $\pi(S_R)$ alsó deriváltjára ismertetett egyenlőtlenségből szokásos módszerekkel adódik, hogy $(I(S))$ -sel ismét a klasszikus kettős integrált jelölve)

$$\lim H_m(S) \geq I(S).$$

Másrészt a definíciók, illetőleg előző eredményeink szerint nyilván

$$\overline{\lim} H_m(S) \leq \Pi(S) \leq L(S) = I(S).$$

Következőleg *egy rektifikálható felület minden tipikus előállításánál a PEANO-féle felszínt a klasszikus kettős-integrál adja meg; továbbá: rektifikálható felületekre a LEBESGUE-féle és a PEANO-féle felszíndefiníciók egyenértékűek.*¹

A $\Pi(S) = L(S) = G(S)$ tételnek általános bebizonyítása — amit GEÖCZE egy már halála után megjelent rövid dolgozatában, mint főproblémát jelöl meg — bizonyos filozófiai érdekek is bírna. E tétel — sőt már a $\Pi(S) = L(S)$, $G(S) = L(S)$ tételek is — azt fejezik ugyanis ki, hogy *sikerült a geometriai szemléletből levezetett szeletalkotással egyértelműen meghatározni azt, amit szemléletesen intuitív felszínnek nevezhetünk.* Az előbbieket szerint e szeletalkotás tényleg sikerült a *rektifikálható felületek* fontos osztályára; mint egy előző dolgozatomból (l. c. ², az 1. oldalon) közvetlenül folyik, minden $z = f(x, y)$ alakban előállítható felületre is $G(S) = L(S)$; ebben az esetben is tehát az intuitív felszínt mintegy szeletalkotással tudjuk meghatározni.

¹ GEÖCZE: l. c. ², a 13. oldalon.

SUR LA QUADRATURE DES SURFACES COURBES.

Par TIBOR RADÓ.

(Résumé de l'article précédent.)

Beaucoup de définitions ont été proposées pour l'aire des surfaces courbes; tout en partant de principes essentiellement différents, les diverses théories conduisent cependant à étudier les projections orthogonales des surfaces sur des plans. On s'assure d'ailleurs bientôt que l'on ne peut pas se servir de la mesure de la projection *toute entière*; les différentes expressions analytiques que l'on rencontre dans les recherches de ce genre ont précisément pour but de remplacer la mesure de la projection entière par des quantités plus propres à l'étude de l'aire. Dans ses recherches profondes, ZOARD GEÖCZE a introduit dans ce but des quantités dont la définition seule exige de délicates considérations topologiques; l'étude de ces quantités constitue l'une des parties les plus difficiles à suivre des travaux de GEÖCZE. En pensant que toutes les difficultés résultent de ce que ces quantités — et d'une manière générale toutes celles qui ont été proposées dans cet ordre d'idées — ne peuvent pas être interprétées comme la mesure d'une certaine partie bien définie de la projection, j'ai cherché à simplifier la théorie en me servant exclusivement de quantités qui représentent la mesure d'un certain ensemble de points; il y avait lieu, en effet, d'admettre que les propriétés nécessaires de telles quantités découleront facilement de la théorie de la mesure des ensembles de points. Voilà les définitions précises auxquelles je fus amené par ces considérations.

D'abord, nous allons préciser la notion de *surface*. Soit, dans le plan des paramètres u, v , C une courbe de JORDAN fermée, et soient $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ trois fonctions univoques et continues dans la région fermée limitée par C . En désignant par x, y, z des coordonnées cartésiennes, les équations $x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v)$ définissent une *surface continue*. Une telle surface n'est pas déterminée par l'ensemble de ses points, mais seulement par ses équations paramétriques. Dans cette classe de surfaces, FRÉCHET (voir ¹) à p. 3) a introduit certaines notions dont nous nous servirons dans la suite; la *distance* de deux surfaces continues S_1, S_2 sera désignée par $[S_1, S_2]$. Soit S une surface continue, ε un plan et $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ la projection orthogonale de S sur ε . Le *noyau de la projection* $\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$ est l'ensemble des points P jouissant de la propriété suivante: il existe un nombre positif $\delta = \delta(P)$, de sorte que P est contenu dans la projection $\mathfrak{P}(S^*; \varepsilon)$ de toute surface continue S^* , telle que $[S, S^*] \leq \delta$. Soit $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ ce noyau. L'ensemble $\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ est mesurable (je dois une démonstration élégante de ce fait à M. S. SAKS); soit $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ sa mesure. Au lieu de $m\mathfrak{P}(S; \varepsilon)$, nous nous servirons donc de $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$. Les propriétés principales de cette quantité sont les suivantes.

a) Si l'on a, pour deux surfaces continues S_1, S_2 , $[S_1, S_2] = 0$, on a aussi $m\mathfrak{M}(S_1; \varepsilon) = m\mathfrak{M}(S_2; \varepsilon)$. En particulier: $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ est invariable par les transformations topologiques des paramètres u, v .

b) Comme fonction de S , $m\mathfrak{M}(S; \varepsilon)$ est *semi-continue inférieurement*; cela signifie: si $[S, S_n] \rightarrow 0$, on a

$$\liminf m\mathfrak{M}(S_n; \varepsilon) \geq m\mathfrak{M}(S; \varepsilon).$$

c) Soit $S: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ une surface continue, le point (u, v) variant dans une région fermée limitée par une courbe de JORDAN C . Soit F un arc de JORDAN rejoignant deux points différents de C , et situé d'ailleurs à l'intérieur de C . Soient S_1, S_2 les surfaces continues correspondant, par les équations $x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v)$, aux deux régions en lesquelles l'arc F décompose la région primitive. Prenons un plan ε , et soit \mathcal{O} la projection orthogonale sur ε de l'arc continu

correspondant par ces mêmes équations à l'arc I . On a l'inégalité

$$m\mathfrak{M}(\mathcal{S}; \varepsilon) \leq m\mathfrak{M}(\mathcal{S}_1; \varepsilon) + m\mathfrak{M}(\mathcal{S}_2; \varepsilon) + m\mathcal{G}.$$

d) En reprenant les notations de c), soit $R: u_1 \leq u \leq u_2, v_1 \leq v \leq v_2$ un rectangle intérieur à C et \mathcal{S}_R la surface continue correspondant, par les équations $x=x(u, v), y=y(u, v), z=z(u, v)$, au rectangle R . Le plan ε étant fixé, $m\mathfrak{M}(\mathcal{S}_R; \varepsilon)$ est une fonction de rectangle. En tout point (u_0, v_0) intérieur à C , en lequel les trois fonctions $x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ sont totalement dérivables, cette fonction de rectangle $m\mathfrak{M}(\mathcal{S}_R; \varepsilon)$ est dérivable et sa dérivée est égale à la valeur absolue du déterminant

$$\begin{vmatrix} x_u & y_u & z_u \\ x_v & y_v & z_v \\ \cos \lambda_1 & \cos \lambda_2 & \cos \lambda_3 \end{vmatrix}$$

$\cos \lambda_1, \cos \lambda_2, \cos \lambda_3$ y désignent les cosinus directeurs de la normale du plan ε . (La fonction $x(u, v)$, par exemple, est *totalement dérivable* au point (u_0, v_0) , si l'on a

$$x(u, v) = x(u_0, v_0) + (u-u_0) x_u(u_0, v_0) + (v-v_0) x_v(u_0, v_0) + [(u-u_0)^2 + (v-v_0)^2]^{1/2} \xi(u, v),$$

où $\xi(u, v) \rightarrow 0$ pour $u \rightarrow u_0, v \rightarrow v_0$).

En substituant la quantité $m\mathfrak{M}(\mathcal{S}; \varepsilon)$ à celle dont GEÖCZE s'était servi, on arrive à démontrer facilement une série de théorèmes, relatifs à l'aire des surfaces courbes, démontrés ou seulement énoncés par GEÖCZE (à cause de la substitution indiquée, les théorèmes ainsi obtenus n'ont pas exactement le même sens que ceux de GEÖCZE, ils ont cependant la même portée).

Soit $\mathcal{S}: x(u, v), y(u, v), z(u, v)$ une surface continue, le point (u, v) variant dans une région fermée limitée par une courbe de JORDAN C . Soit C_1, C_2, \dots, C_n un système de telles courbes, ne pénétrant dans l'intérieur l'une de l'autre, ni dans le domaine extérieur à C . Soient enfin $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2, \dots, \mathcal{S}_n$ les surfaces continues, correspondant, par les équations $x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v)$, aux régions limitées par ces courbes. Prenons, en premier lieu, n plans quelconques $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$.

et formons la somme $\sum_{k=1}^n m\mathfrak{M}(S_k; \varepsilon_k)$; soit $H(S)$ la limite supérieure de cette somme pour tous les systèmes possibles S_1, S_2, \dots, S_n (n et les plans ε étant variables). Désignons, en second lieu, par $\alpha(S_k)$, $\beta(S_k)$, $\gamma(S_k)$ les mesures des noyaux des projections de S_k sur les plans xy , yz , zx et posons

$$g(S_k) = [\alpha(S_k)^2 + \beta(S_k)^2 + \gamma(S_k)^2]^{1/2}.$$

Formons la somme $\sum_{k=1}^n g(S_k)$ et soit $G(S)$ la limite supérieure de cette somme pour tous les systèmes possibles S_1, S_2, \dots, S_n et pour toute valeur de n . Les quantités $H(S)$, $G(S)$ correspondent évidemment à certaines quantités qui ont été considérées par divers auteurs comme l'aire de S ; en particulier, $H(S)$ correspond à l'aire au sens de PEANO. Soit enfin $L(S)$ l'aire de S au sens de LEBESGUE; en définissant convenablement, dans la classe des surfaces continues, les *surfaces polyédriques* et leur *aire élémentaire*, $L(S)$ est égale à la plus petite limite possible de l'aire élémentaire d'une surface polyédrique tendant vers S . Les théorèmes que nous avons en vue expriment que les quantités $H(S)$, $G(S)$, $L(S)$ vérifient effectivement les relations que l'on prévoit à cause de l'idée intuitive qui a conduit à leur construction. On a, pour toute surface continue S ,

$$H(S) \leq L(S), \quad G(S) \leq L(S),$$

et l'on a dans des cas étendus (et probablement toujours)

$$H(S) = L(S) = G(S).$$

La relation $G(S) = L(S)$ a lieu, comme il résulte de suite d'un de mes travaux antérieurs (voir ²) à p. 1) pour toute surface continue représentable par une équation $z = f(x, y)$ ($f(x, y)$ étant univoque et continue dans une région fermée, du plan xy , limitée par une courbe de JORDAN). Le cas des surfaces données sous forme paramétrique est d'un accès plus difficile; pour la classe importante des surfaces rectifiables (ce sont les surfaces continues susceptibles d'une représentation où $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ vérifient une condition de LIPSCHITZ), on démontre ce-

pendant facilement, à l'aide des propriétés *a*), *b*), *c*), *d*) du noyau, la relation $I(\mathcal{S}) = L(\mathcal{S}) = G(\mathcal{S})$. En outre la valeur commune de ces quantités est égale à l'intégrale double classique (on sousentend qu'il s'agit d'une représentation où $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ vérifient une condition de LIPSCHITZ). Pour toute surface continue \mathcal{S} les quantités $I(\mathcal{S})$, $L(\mathcal{S})$, $G(\mathcal{S})$ sont des fonctions de \mathcal{S} semi-continues inférieurement; les deux premières sont invariables par les changements des coordonnées cartésiennes x, y, z , tandis que pour la dernière ce fait n'est pas encore démontré; toutes les trois sont par contre invariables par les transformations topologiques des paramètres u, v .

La démonstration du théorème $I(\mathcal{S}) = L(\mathcal{S}) = G(\mathcal{S})$ dans le cas général, théorème énoncé par GEÖCZE dans une Note publiée seulement après sa mort, semble nécessiter de reprendre les études difficiles de GEÖCZE sur les sections planes des surfaces continues, études qui ont encore pu être éliminées dans les cas particuliers considérés plus haut. Le théorème général en question — et même chacun des théorèmes partiels $I(\mathcal{S}) = J(\mathcal{S})$, $G(\mathcal{S}) = L(\mathcal{S})$ — présente d'ailleurs un intérêt en quelque sorte philosophique; chacun de ces théorèmes exprime en effet que l'on a réussi à déduire de l'intuition géométrique une coupure pour déterminer univoquement ce que l'on pourrait appeler l'aire intuitive.

L'article précédent est une communication préliminaire; les détails, d'ailleurs faciles, seront exposés dans un autre recueil.

(Lu en séance du 7 novembre 1927 de la 3^e classe de l'Académie des Sciences Hongroise.)

A MAXIMÁLIS OSZTÁLYINDEXŰ VAGY INDEXŰ SÍKGÖRBÉK JELLEMZŐ SZÁMAI KÖZÖTT FENNÁLLÓ RELÁCIÓKRÓL.

Sz. NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Görbén, miként előző dolgozatainkban,¹ olyan folytonos és zárt görbét értünk, amely véges számú konvex ívből összetehető és amelynek minden pontjában az érintésponttal folytonosan változó határozott érintője van. A görbének tehát nincs egyenes vonaldarab része, szögpontja, izolált kettőspontja vagy izolált kettősérintője. A görbe rendszáma, illetőleg indexe azoknak a pontoknak maximális, illetőleg minimális száma, amelyekben a sík egy egyenese a görbét metszheti, a görbe osztályszáma, illetőleg osztályindexe azoknak az érintőknek maximális, illetőleg

¹ A: «Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex», Math. Ann. 39. kötet (1923), 32—75. old., 90. köt. (1924), 152—153. old.

B: «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól», Mat. és Természettud. Értesítő 43. köt. (1926), 290—306. old.

C: «Maximális osztályindexű síkgörbék meneteiről», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 434—445. old.

D: «Maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 446—459. old.

E: «Egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927), 460—476. old.

F: «Über die irreduziblen ebenen Kurven von Maximalindex», Acta Litt. ac Scient. Reg. Univ. Hung. FRANCISCO-JOSEPHINAE, Szeged, 3. kötet (1927), 96—106. old.

G: «A maximális osztályindexű síkgörbék rendszámára fennálló egyenlőtlenségekről», Mat. és Természettud. Ért. 45. köt. (1928), 260. old.

minimális száma, amelyek a síknak egy pontjából a görbéhez húzhatók. Ezek a fogalmak kiterjeszthetők térbeli görbékre is.¹

C. JUEL² megállapította, hogy egy másodrendű vonalfelületen fekvő egy menetből álló n -ed rendű maximális indexű térgörbe osztályszáma, rangszáma és a tér egy pontján átmenő kettősszelőinek d száma függetlenek attól, hogy a görbe algebrai vagy nem algebrai. Ugyancsak a másodrendű vonalfelületen fekvő (nem szükségképpen egy menetből álló) n -ed rendű maximális indexű térgörbe fajszerát H. MOHRMANN³ a $p = \frac{1}{2}(n-1)(n-2) - d$ egyenlettel értelmezte és megállapította, hogy ez a fajszer egy speciális algebrai görbére az algebrai fajszerával megegyezik. A fajszer és a görbe jellemző számai közötti összefüggésekkel C. JUEL és H. MOHRMANN nem foglalkoztak.

A C. JUEL-től és H. MOHRMANN-tól vizsgált maximális indexű térgörbék síkbeli projekciói nem általános maximális indexű sík-görbék. Az akármilyen maximális indexű sík-görbék jellemző számai között fennálló összefüggéseket több dolgozatban végül is nekem sikerült teljesen felállítanom.⁴

A maximális indexű sík-görbék helyett a duális maximális osztályindexűek tárgyalása kényelmesebbnek és egyszerűbbnek bizonyult, mert általános tulajdonságú végesben fekvő maximális osztályindexű sík-görbék könnyen előállíthatók. A szemléletességénél fontosabb azonban a maximális osztályindexű sík-görbéknek az a tulajdonsága, hogy nem lévén kettőspontjuk, a síkot tartományokra bontják, amelyeknek összefüggési viszonyai a görbe fajszerát, irreducibilis vagy reducibilis voltát meghatározzák. Ha azok a pontok, melyekből az osztályindexszel egyenlő számú érintő húzható a görbéhez, összefüggő tartományt alkot-

¹ Sz. Nagy Gy.: «Über die reellen Züge algebraischer ebener und Raumkurven», Math. Ann. 77. köt. (1917), 416–429. old. Mat. és Természettud. Értesítő 33. kötet (1915), 544–560 old.

² C. JUEL: «Die gewundenen Kurven von Maximalindex auf einer Regelfläche 2. Ordnung», D. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Naturvidensk. og Math. Afd., 8. Rk., II. 5. (1917), 277–294. old.

³ H. MOHRMANN: «Über algebraische und nicht-algebraische gewundene Kurven n -ter Ordnung von Maximalindex», Math. Ann. 78. (1917), 171–176. old.

⁴ L. az A G értekezéseket.

nak, akkor a görbe irreducibilis és fajsza a tartomány összefüggési számánál eggyel kisebb. Ha azok a pontok, amelyekből minimális számú érintő megy a görbéhez, több egymással össze nem függő tartományt alkotnak, akkor a görbe reducibilis és fajsza ezeknek a tartományoknak összefüggési számából egyszerűen meghatározható.

A fajsza ilyen topologikus értelmezése után egy n -ed osztályú, m -ed rendű, p -ed fajú, w inflexió és t kettősérintővel ($w=0$ vagy 1) és r csúcsponttal bíró, maximális osztályindexű, irreducibilis vagy reducibilis síkgörbére a következő relációkat állapítottam meg:

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - t - w, \quad (1)$$

$$m \leq M = 2n + 2p - 2 - w, \quad (2)$$

$$r = n + 2p - 2, \quad (3)$$

amelyek közül a középsőben az egyenlőségi jel is szerepelhet. Ebből az okból kifolyólag a M számot a görbe virtuális rendszámának fogjuk nevezni.

A dualitás elve alapján megfelelő tételek állanak a maximális indexű síkgörbékre is.

A jelen dolgozatban igazoljuk, hogy a fajsza topologikus értelmezése és a három reláció ugyanaz, mintha a görbe algebrai volna. Az első reláció az algebrai görbékre vonatkozó CLEBSCH-féle egyenlettel, a második az egyik PLÜCKER-féle egyenlettel, a harmadik a reális szingularitásokra vonatkozó KLEIN-féle relációval megegyezik, vagy arra visszavezethető. Ennek alapján következtetéseket fogunk a maximális osztályindexű vagy maximális indexű algebrai síkgörbékre és végül megállapítjuk azoknak a síkgörbéknek fajtái, amelyek egyszerre maximális indexűek és maximális osztályindexűek.

2. Maximális osztályindexű algebrai síkgörbék.

Egy n -ed osztályú maximális osztályindexű G^* algebrai síkgörbén olyan maximális osztályindexű síkgörbét fogunk érteni,

amelynek realitási és algebrai osztályszáma ugyanaz az n szám. Ha p, m, r, t, w , illetőleg p^*, m^*, r^*, t^*, w^* jelölik a G^* görbe realitási, illetőleg algebrai fajszerését, rendszámát, csúcspontjainak, kettősérintőinek és inflexiók érintőinek számát, akkor nyilvánvalóan

$$p^* \leq p, m^* \geq m, r^* \geq r, t^* \geq t, \text{ és } w^* \geq w.$$

Ki fogjuk mutatni, hogy $p^* = p$, vagyis hogy a G^* görbe realitási és algebrai fajszerése egymással megegyezik. Ennek kimutatása végett megszerkesztjük a G^* algebrai görbéhez tartozó F KLEIN-RIEMANN-féle felületet.¹ E szerkesztés szerint a G^* algebrai görbe minden érintőjéhez az F felületnek egy meghatározott reális pontja tartozik. Valós érintőnél ez a pont az érintéspont, képzetesnél pedig az érintő egyetlen valós pontja. Az így szerkesztett ∞^2 pont egy kétfelű zárt felületet alkot. Ha T jelöli a síknak azt a (összefüggő vagy össze nem függő) tartományát, amelynek pontjaiból a G^* görbéhez csak $n-2$ reális érintő és így 2 képzetes érintő húzható, akkor a szerkesztett F felületet egymást fedő olyan két kongruens T tartományból áll, amelyek határvonalaik mentén egymással összefüggenek. Az F felület alakja tehát egy lyukakkal ellátott igen lapos véges vagy végtelen nagy korong.

A F KLEIN-RIEMANN-féle felület összefüggő, ha a G^* algebrai görbe irreducibilis, de k különálló összefüggő felületből áll akkor, ha a G^* algebrai görbe k algebrailag irreducibilis görbére esik szét. Az F és a T felületek közötti vonatkozásból nyilvánvaló, hogy, ha közülök az egyik összefüggő, akkor a másik is az, ha pedig az egyik k különálló részből áll, akkor a másik is ilyen. Ennek alapján tehát kimondhatjuk a következő tételt:

Az olyan maximális osztályindexű algebrai síkgörbe, amelynek realitási és algebrai osztályszáma ugyanaz, algebrailag is irreducibilis, ha a realitás szempontjából irreducibilis és megfordítva: realitási szempontból is irreducibilis, ha algeb-

¹ F. KLEIN: Math. Ann. 7. köt. (1874), 558. old.; 9. köt. (1876), 476. old.; 10. köt. (1876), 365., 398. old.; 11. köt. (1878), 293. old.; autografierte RIEMANN'sche Flächen I. 208. old. és köv.

railag irreducibilis. Ha pedig az ilyen algebrai görbe a realitás és az algebra szempontjai közül az egyik szempontból reducibilis és k irreducibilis görbére csik szét, akkor a másik szempontból is reducibilis és ugyanarra a k irreducibilis görbére csik szét.

Ha a G^* algebrai görbe irreducibilis, akkor algebrai és realitási fajszaai egyenlők, miként a fajszaam CLEBSCH-féle egyenlősége és a görbe meneteinek számaara vonatkozó HARNACK-féle tétel alapján ezt már máshol igazoltuk.¹ Könnyű ezt belátni a T és F felületek közötti összefüggés alapján is.

A G^* algebrai görbének feltevéünk szerint nincsenek izolált szingularitásai,² a F felület összefüggési száma KLEIN FELIX szerint $2p^* + w$. A G^* görbe realitási fajszaa p lévén, a T tartomány $p+1$ -szeresen összefüggő. Ha a két egymásra helyezett T tartományt a G^* görbe menetei és az esetleges inflexiós érintő mentén egymáshoz ragasztjuk, akkor a kapott F felület $2p+w$ -szeresen összefüggő lesz. Ebből következik, hogy $p^* = p$.

Különbség van a között a két eset között, amikor a G^* görbének $p+1$ vagy p menete van, vagyis amikor a görbének p elsőfajú meneten kívül egy, illetőleg zéró nulladfajú menete van.³ A T tartomány úgy keletkezik, hogy az első esetben a nulladfajú menettől (és esetleges inflexiós érintőjétől) határolt egyszeresen összefüggő tartományból, a második esetben pedig a teljes projektív síkból eltávolítjuk az elsőfajú menetektől határolt p egyszeresen összefüggő tartományt. A T tartomány tehát kétoldalú, ha a G^* irreducibilis görbének $p+1$ menete van és egyoldalú, ha a menetek száma csak p . Az egymásra helyezett két kétoldalú T tartomány csak akkor válik összefüggővé, ha legalább egy közös határvonalukat összeragasztjuk, az egymásra helyezett két egyoldalú T tartomány azonban közös határvonal egyesítése nélkül is épűgy összefüggő kétoldalú

¹ B, 304. old.

² Az izolált szingularitásokkal is bíró algebrai síkgörbék felfoghatók izolált szingularitás nélküli algebrai síkgörbék határértékeiké. Lásd F. KLEIN: RIEMANN'sche Flächen I. kötet. (Leipzig, 1892.)

³ C, 435—436. old.

felületnek tekinthető, mint a torokköre mentén felvágott egykőpenyű forgáshiperboloid végesben össze nem függő két része.

Ha tehát $p+1$ menete van a G^* irreducibilis p -ed fajú sík-görbének, akkor a görbe és a hozzátartozó F KLEIN-RIEMANN-féle felület KLEIN F. elnevezése szerint orthoszimmetrikus, mert a F szimmetrikus felület a szimmetria vonalai mentén való felvágás után két darabra esik szét. Ha ellenben csak p menete van a p -ed fajú G^* irreducibilis görbének, akkor a görbe és a F felület diaszimmetrikus, mert a F felület a szimmetria vonalai mentén történt felvágás után is összefüggő marad.

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

Az olyan maximális osztályindexű (realitási vagy algebrai szempontból) irreducibilis algebrai görbének, amelynek realitási és algebrai osztályszáma megegyezik, realitási és algebrai fajszauma ugyanaz a p szám. A görbe orthoszimmetrikus, ha $p+1$ menete van és diaszimmetrikus, ha csak p menete van. Az a síktartomány, melynek pontjairól a görbéhez minimális számú érintő húzható, két-, illetőleg egyoldali aszerint, amint a görbe ortho-, illetőleg diaszimmetrikus.

Abból, hogy bármely maximális osztályindexű irreducibilis n -ed osztályú algebrai G^* görbe realitási és algebrai fajszauma ugyanaz, következik, hogy bármely (realitási vagy algebrai szempontból) reducibilis maximális osztályindexű n -ed osztályú algebrai G^* sík-görbe realitási és algebrai fajszauma ugyanaz. Ha ugyanis a G^* reducibilis görbe p_1, p_2, \dots, p_k fajú irreducibilis görbékre esik szét, akkor a G^* görbe realitási és algebrai fajszaumát ugyanaz a

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1$$

egyenlőség állítja elő.

Minthogy bármely n -ed osztályú maximális osztályindexű p -ed fajú sík-görbére, amelynek t kettős w inflexiók érintője van, fennáll az

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - t - w \quad (1)$$

egyenlőség, azért a fajszaum CLEBSCH-féle értelmezése alapján egy maximális osztályindexű n -ed osztályú algebrai sík-görbének sem

lehetnek képzetes érintőszingularitásai. Ebből következik, hogy $t^* = t$, $w^* = w$, mert egy maximális osztályindexű síkgörbének zéró vagy egy inflexió érintője van.

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

Az olyan maximális osztályindexű algebrai síkgörbének, amelynek realitási és algebrai osztályszáma ugyanaz, realitási és algebrai fajszáma is megegyezik és a görbének összes érintőszingularitásai reálisak.

Ennek a paragrafusnak elején bevezetett jelölésekkel

$$p^* = p, t^* = t \text{ és } w^* = w,$$

a G^* görbe m^* rendszámára tehát fennáll a PLÜCKER-féle egyenlet alapján az

$$m^* = n(n-1) - 2t^* - 3w^* = n(n-1) - 2t - 3w = M$$

vagy p értékének bevezetése után az

$$m^* = M - 2n + 2p - 2 - w$$

egyenlőség.

A G^* görbe realitási rendszáma, m , nem köteles az algebrai rendszámmal megegyezni, hanem lehet annál páros számmal kisebb. Mindig fennáll tehát az

$$m \leq M - 2n + 2p - 2 - w = n(n-1) - 2t - 3w \quad (2)'$$

egyenlőtlenség.

A G^* algebrai görbe valós csúcspontjainak számát az ismert KLEIN-féle⁴ reláció alapján határozhatjuk meg, melynek alakja az izolált szingularitások hiánya miatt

$$M + w = m^* + w = n + r,$$

amiből a (2)' felhasználásával

$$r = m^* - n + w = M - n + w = n + 2p - 2 = n(n-2) - 2t - 2w. \quad (3)'$$

⁴ F. KLEIN, Math. Ann. 10. köt. (1876), 199. old.; SCHUH, Amsterd. Wet. Versl. (2), 12 (1904), 845. old.; COOLIDGE, Palermo Rend. 42. köt. (1917), 260. old.; C. JUEL: Skandinav. Math. Kongres (in Kopenhagen 1925), 119—126. old. (1926).

Az (1), (2)' és (3)' alatti egyenlőségek, illetőleg egyenlőtlen-
ségek alapján kimondhatjuk tehát a következő tételt:

*A maximális osztályindexű n -ed osztályú síkgörbék faj-
száma, virtuális rendszáma és csúcspontjainak száma ugyan-
azoknak a relációknak tesz eleget, mint amelyeknek az izolált
szingularitás nélküli csupa reális érintőszingularitással bíró
 n -ed osztályú algebrai görbék fajszáma, rendszáma és csúc-
pontjainak száma.*

3. A maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számai között fennálló relációk különböző alakjai.

Ha az n -ed osztályú p -ed fajú s menetből álló k irreduci-
bilis görbére széteső maximális osztályindexű G síkgörbének
valóságos, illetőleg virtuális rendszáma m , illetőleg M , kettős-
érintőinek száma t , inflexiós érintőnek száma w , valóságos kettős-
pontjainak száma (amelyekben a görbe önmagát metszi) d , csúc-
pontjainak száma r , akkor ezek között a számok között a kö-
vetkező relációk állanak fenn:

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - t - w,$$

$$m \leq M = 2n + 2p - 2 - w,$$

$$r = n + 2p - 2,$$

$$1 - k \leq p \leq n - 3k + 1 \leq n - 2, \quad (\text{I})$$

$$d = 0, \quad 0 \leq w \leq 1,$$

$$p + 2k - 2 \leq s \leq p + 2k - 1.$$

A negyedik reláció a $G_1, G_2, \dots, G_k, n_1, n_2, \dots, n_k$ osz-
tályú p_1, p_2, \dots, p_k fajú irreducibilis görbékre széteső G görbé-
nek azokból a tulajdonságaiból következik, hogy

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1, \quad n = n_1 + n_2 + \dots + n_k,$$

$$0 \leq p_h \leq n_h - 2 \quad (h = 1, 2, \dots, k).$$

Egy n_h osztályú maximális osztályindexű irreducibilis sík-
görbének ugyanis legfeljebb $n_h - 2$ elsőfajú (és zéró vagy egy

nulladfajú) menete van, a görbe p_h fajszáma pedig irreducibilis volta miatt menetei fajszámanak összegével lévén egyenlő,¹ tehát legfeljebb $n_h - 2$ lehet.

Az utolsó egyenlőtlenséget más helyen igazoltuk.²

Az (I) alatti relációknak még a következő alakot is adhatjuk:

$$\begin{aligned} 2p-2 &= n(n-3) - 2t - 2w, \\ 2p-2 &= M+w-2n \geq m+w-2n, \\ 2p-2 &= r-n, \\ -k &\leq p-1 \leq n-3k \leq n-3, \\ d &= 0, \quad 0 \leq w \leq 1, \\ p-2 &\leq s-2k \leq p-1. \end{aligned} \tag{II}$$

Ezekből a relációkból p eliminálásával a következő összefüggéseket kapjuk:

$$\begin{aligned} r &= n(n-2) - 2t - 2w, \\ m &\leq M = n(n-1) - 2t - 3w, \\ n+r &= M+w \geq m+w, \\ \frac{(n-2)(n-3)}{2} + 3(k-1) &\leq t+w \leq \frac{(n-1)(n-2)}{2} + (k-1), \\ n-2k &\leq r \leq 3n-6k \leq 3n-6, \\ 2n-2k-w &\leq M \leq 4n-6k-w \leq 4n-6-w, \\ k-1 &\leq s \leq n-k. \end{aligned} \tag{III}$$

Meg kell jegyeznünk még, hogy egy maximális osztály-indexű síkgörbének nincsenek ugyan valóságos kettőspontjai ($d=0$), amelyekben a görbe önmagát metszi, de lehetnek olyan pontjai, amelyekben a görbe önmagát érinti. Ha e jelöli a görbe önérintési pontjainak számát, akkor

$$2e \leq t, \tag{IV}$$

mivel mindegyik ilyen pontnak érintője két kettősérintőnek felel meg.

¹ C, 435—437. old.

² C, 438. old.

Az (I), (II), (III) és (IV) összefüggések alapján tételeknek kimondása semmi nehézséget sem okozhat.

4. Maximális indexű síkgörbék. Olyan maximális indexű síkgörbék, amelyek egyúttal maximális osztályindexűek is.

A maximális indexű síkgörbék fajszerát is lehet topológiaiailag értelmezni. Egy maximális indexű síkgörbe fajszerája ugyanis a duális maximális osztályindexű síkgörbe fajszerájával egyenlő. A maximális osztályindexű síkgörbékre az előző két paragrafusban kimondott tételeknek és összefüggések duálisait maximális indexű síkgörbékre minden nehézség nélkül kimondhatjuk, illetőleg felállíthatjuk.

A maximális osztályindexű síkgörbék között vannak olyanok is, amelyek egyszersmind maximális indexűek is.

Ha I' egy n -ed osztályú, m -ed rendű, r csücs-, w inflexiós és e önérintési ponttal bíró olyan síkgörbe, amely egyszerre maximális indexű és maximális osztályindexű, akkor r és w értékei csak 0 és 1 lehetnek és a I' görbének nincs az önérintési pontoktól különböző kettőspontja és az önérintési pontok érintőtől különböző kettősérintője. Ha tehát d , illetőleg t jelöli a I' görbe kettőspontjainak, illetőleg kettősérintőinek számát, akkor

$$d = t = 2e.$$

Ha p_n , illetőleg p_m jelöli a I' görbének mint maximális osztályindexű, illetőleg mint maximális indexű görbének a fajszerát, akkor fennállanak a következő egyenlőségek:

$$n = 2 + r - 2p_n \text{ és } m = 2 + w - 2p_m.$$

Egy menetből álló I' görbére vonatkozólag $p_n = p_m = 0$, mert ha a p_n és p_m számok közül valamelyik értéke egy volna, akkor az n és m közül az egyik értéke legfeljebb egy volna. Minthogy a I' görbe osztály- és rendszáma legalább 2 és ha az egyik 2, akkor a másiknak az értéke is ugyanaz, azért egy menetből álló I' görbére csak a következő két eset lehetséges

$$m = n = 2, r = w = e = 0 \text{ vagy } m = n = 3, r = w = 1 \text{ és } e = 0.$$

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

Az egy menetből álló síkgörbék közül csak az ovális és a harmadrendű és harmadosztályú (egy csúcsponttal és egy inflexiós ponttal bíró) görbe maximális indexű és osztályindexű egyszerre.

Ha a I' görbe k menetből áll, akkor menetei — legfeljebb egy harmadrendű és harmadosztályú menetet leszámítva, amelyet a I'' -vel fogunk jelölni — mind oválisok. Minthogy úgy az oválisok, mint a I'' menet fajszáma zéró, azért a I' görbe k nulladfajú menetből áll és így k irreducibilis görbére, a k menetre esetre esik szét.¹

Más helyen kimutattuk,² hogy, ha a G maximális osztályindexű síkgörbe $G_1, G_2, \dots, G_k, n_1, n_2, \dots, n_k$ osztályú irreducibilis síkgörbékre szétesik, akkor a G_h, G_j görbéknek n n számú közös érintőjük van.

Ebből következik, hogy a I' görbe bármely két oválisa egymást 2 pontban, akármelyik oválisa pedig a I'' menetet 3 pontban érinti.

Ki fogjuk mutatni, hogy nincs olyan több menetből álló I' görbe, amelynek egyik menete I'' görbe volna.

Ha ugyanis a több menetből álló I' görbének egyik menete I'' görbe volna, akkor feltételezhetjük (mert projiciálással el lehet érni), hogy a I'' görbe Q inflexiós pontja végtelen távol fekszik. Ekkor a I'' görbe a q inflexiós érintőnek ugyanazon az oldalán közeledik a q -hoz asszimptotikusan. Az inflexiós érintő és a I'' görbe által határolt és a végtelen távol felé asszimptotikusan összeszűkülő S' területnek pontjaiból a I'' görbéhez 3--3 érintő húzható, a síknak az S' területen kívüli pontjaiból pedig csak egy-egy érintő húzható a I'' görbéhez.

Ha I'_0 a I' görbének egy oválisa, akkor a I'' és I'_0 menetek egy reducibilis 5-öd osztályú maximális osztályindexű \bar{I} görbét alkotnak, amely egyszersmind 5-ödrendű maximális indexű reducibilis görbe. Minthogy azok a pontok, amelyekből a I' maximális osztályindexű reducibilis síkgörbéhez 3--3 érintő húz-

¹ C, 438. old.

² C, 441. old.

ható, két különálló tartományt alkotnak, azért azok a pontok, amelyekből a I'_0 és I'' görbékből álló I' görbéhez $\bar{\omega}$ — $\bar{\omega}$ érintő húzható, összefüggő tartományt alkotnak. Ebből következik, hogy a I'_0 ovalisnak az S' területen kell fekiüdnie. Ez azonban lehetetlen, mert a I'_0 ovalis ilyen fekvése mellett a I' ötödrendű maximális indexű görbe nem lehetne maximális indexű. A síknak a η egyenessel párhuzamos olyan egyenesei ugyanis, amelyek a η inflexió érintőnek ellenkező oldalán fekszenek, mint a I' görbe és az S' terület, a I' görbét a végtelen távoli Q inflexió pontba eső egyszeres metszésponton kívül nem találják.

Ebből az ellentmondásból következik, hogy több menetből álló páratlan rendű I' görbe nincs.

Van azonban olyan I' görbe, amely három vagy két másodrendű görbéből, ovalisból áll.

Könnyű belátni, hogy például két olyan hiperbola, amelyeknek közös asszimptotájuk és ugyanakkora reális tengelyük van (a nélkül, hogy a két reális tengely egymásra esnék) és a két hiperbolát a csúcsokban érintő kör egy 3 ovalisból álló I' görbét állít elő, e három ovalis közül pedig bármely kettő ismét I' görbét alkot. A 3 ovalisból álló I' görbe érintéspontjai a hiperbolák 2 végtelen távoli pontja és a hiperbolák 2—2 csúcsa.

Ki akarjuk most mutatni, hogy nincs olyan I' görbe, amely háromnál több ovalisból állana.

Ha a I' görbe M_1, M_2, \dots, M_k ($k \geq 3$) ovalisból áll, akkor feltételezhetjük, hogy M_1 és M_2 ovalisoknak van két közös asszimptotája a_1 és a_2 , s az a_1 és a_2 által alkotott két csúcsszögtér egyikében az M_1 , a másikában pedig az M_2 ovalis fekszik.

Ha ugyanis nem fekszik az M_1 és M_2 ovalisok mindkét érintéspontja végtelen távol, akkor a két érintésponton átmenő egyenesnek a sík végtelen távoli egyenesébe való projiciáláskor az M_1 és M_2 a föltételnek megfelelő fekvésű ovalisokba mennek át.

Azok a pontok, amelyekből a I' reducibilis görbéhez minimális számú érintő húzható, k különálló egyszeresen összefüggő tartományt alkotnak a síkban, amelyeket az M_1, M_2, \dots, M_k ovalisok határolnak. A síknak azok a pontjai tehát, amelyekből a I' görbéhez maximális számú érintő húzható, összefüggő S tartományt alkotnak. Ha tehát S_{12} az M_1 és M_2 ovalisok által

határolt s az a_1 és a_2 asszimptotákhoz asszimptotikusan összehajló tartomány, akkor az S_{12} siktartomány magában foglalja az S tartományt és így a M_3, M_4, \dots, M_k oválisokat is. Ebből következik, hogy az M_3 ovális végesben fekszik.

Ha ugyanis volnának végtelen távoli pontjai a M_3 oválisnak, akkor az a_1 és a_2 az M_3 oválisnak is asszimptotái volnának. Ekkor azonban az M_3 ovális az S_{12} tartományt két olyan egymással össze nem függő tartományra bontaná, amelyek közül M_1 az egyiknek, M_2 a másikkal a határához tartoznék. Ez azonban lehetetlen, mivel az M_1, M_2, \dots, M_k oválisoktól határolt összefüggő S tartomány része az S_{12} tartománynak.

A Γ maximális indexű reducibilis görbe az M_1, M_2, \dots, M_k irreducibilis görbékre szétesik, amelyek közül bármely kettő szintén maximális indexű síkgörbét alkot.¹ Ebből következik, hogy a Γ görbének nem lehet egynél több végesben fekvő oválisa, mert két végesben fekvő ovális nem alkot maximális indexű síkgörbét. A Γ görbének tehát legfeljebb három oválisa lehet.

Kimondhadjuk tehát a következő tételt:

Csak négy egymástól topologiailag különböző olyan síkgörbe van, amely egyszerre maximális indexű és maximális osztályindexű: az ovális, a harmadrendű és harmadosztályú görbe, két egymást 2 pontban kívülről érintő oválisból álló görbe és végül három páronként egymást 2—2 pontban kívülről érintő oválisból álló görbe. Mind a négy görbe önmagának duálisa, amennyiben mindegyik görbére külön ugyanazok a duálisan megfelelő számok.

Ha $\Gamma_0, \Gamma'', \Gamma_1$ és Γ_2 jelölik e négyféle görbét, akkor ezek jellemző számai a következők:

$$\Gamma_0: m=n=2, \quad t=d=2e=0, \quad w=r=0, \quad p_m=p_n=0;$$

$$\Gamma'': m=n=3, \quad t=d=2e=0, \quad w=r=1, \quad p_m=p_n=0;$$

$$\Gamma_1: m=n=4, \quad t=d=2e=4, \quad w=r=0, \quad p_m=p_n=-1;$$

$$\Gamma_2: m=n=6, \quad t=d=2e=12, \quad w=r=0, \quad p_m=p_n=-2.$$

¹ Lásd a XXVII. tétel duálisát, A (Math. Ann. 89. köt., 68—69. old.)

ÜBER DIE RELATIONEN ZWISCHEN DEN
CHARAKTERISTISCHEN ZAHLEN DER EBENEN KURVEN VON
MAXIMALKLASSENINDEX ODER VON MAXIMALINDEX.

Von JULIUS v. Sz. NAGY.

Hat die ebene Kurve C von Maximalklassenindex n -ter Klasse, m -ter Ordnung und vom Geschlechte p , r Spitzen, w Wende- und t Doppeltangenten, so bestehen die Relationen

$$(1) \quad p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - t - w, \quad m \leq M = 2n + 2p - 2 - w \text{ und} \\ r = n + 2p - 2,$$

wie der Verfasser an anderen Orten bewiesen hat.¹

Ist die Kurve C algebraisch mit der gemeinsamen algebraischen und Realitätsklasse n und hat sie keine isolierten Singularitäten, so beweist der Verfasser auf Grund des Zusammenhanges zwischen der zur Kurve C gehörigen KLEIN-RIEMANNschen Fläche und dem ebenen Gebiete, aus dessen Punkten die minimale Anzahl der Tangenten an die Kurve C gezogen werden kann, die folgenden Sätze:

Die Kurve C ist algebraisch irreduzibel oder reduzibel, je nachdem sie bezüglich der Realität irreduzibel beziehungsweise reduzibel ist und umgekehrt.

Das algebraische und das Realitäts-Geschlecht der Kurve C stimmen überein und die Kurve C hat nur reelle Tangentensingularitäten.

Die Relationen (1) stimmen mit der CLEBSCH'schen Gleichung

¹ Math. und Naturw. Anzeiger der Ung. Akad. der Wiss. Bd. 43. (1926), S. 290—306; Bd. 44. (1927), S. 446—476; Bd. 45 (1928), S. 260.

des Geschlechtes, mit dem einer PLÜCKER'schen Formel bzw. mit der KLEIN'schen Relation zwischen den reellen Singularitäten überein.

Es wurde noch bewiesen, dass es 4 topologisch verschiedene Arten der ebenen Kurven gibt, die zugleich von Maximalindex und von Maximalklassenindex sind. Die Ordnung und zugleich die Klasse dieser Kurven ist 2, 3, 4 oder 6.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 7-ten Nov. 1927.)

A MAXIMÁLIS OSZTÁLYINDEXŰ SÍKGÖRBÉK RENDSZÁMÁRA FENNÁLLÓ EGYENLŐTLENSÉGEKRŐL.

SZ. NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Két előző dolgozatban foglalkoztunk már a maximális osztályindexű síkgörbék rendszámával.¹ Többek között kimutattuk, hogy egy menetből álló n -ed osztályú w ($=0$ vagy 1) inflexió érintővel bíró p -ed fajú maximális osztályindexű síkgörbe m rendszáma elérheti a $2n-2+2p-w$ számot, de ennél nagyobb nem lehet.

Jelen dolgozatban ki fogjuk mutatni, hogy az

$$m \leq 2n-2+2p-w$$

egyenlőtlenség akkor is fennáll, ha a maximális osztályindexű síkgörbe több menetből áll.

Mint hogy egy maximális osztályindexű síkgörbe csúcspontjainak r száma illetőleg kettősérintőinek d száma eleget tesz az

$$r = n-2+2p, \text{ illetőleg } d+w = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - p$$

egyenleteknek,² azért kimondhatjuk a következő tételt:

¹ «Maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról», «Egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbék rendszámáról», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927) 446—459., illetőleg 460—476. old. Ezt a két dolgozatot *A* és *B* alatt fogjuk idézni.

² «Maximális osztályindexű síkgörbék jellemző számairól», Mat. és Természettud. Ért. 43. köt. (1926), 290—306. old. Ezt a dolgozatot *C* alatt fogjuk idézni.

Ha a C n -ed osztályú m -ed rendű, p -ed fajú maximális osztályindexű sírgörbének r csúcspontja, d kettősérintője és w inflexiós érintője van ($w=0$ vagy 1), akkor fennállanak az $m \leq 2n-2+2p-w$, $m \leq n+r-w$, $m \leq n(n-1)-2d-3w$ pontos egyenlőtlenségek.

2. Gömbi görbéről.

Kimondott tételünk bebizonyítása végett szükségünk van bizonyos gömbi görbékre vonatkozó néhány topologiai tételre.

Legyen C_1 és C_2 olyan két zárt görbe a S gömbön, amelyeknek az O pontban különböző érintőkkel bíró $2\mu_1$ illetve $2\mu_2$ -szőrös pontjuk van, azonkívül pedig nincs más többszörös, sem más közös pontjuk. Feltételezzük, hogy a gömb minden legnagyobb körének véges számú közös pontja van a C_1 és C_2 görbékkel.

Az O pont a C_1 görbét $2\mu_1$, a C_2 görbét $2\mu_2$ kettőspont nélküli egyszerűen zárt görbére, hurokra bontja. Az $2\mu_1+2\mu_2$ hurok a gömböt $2\mu_1+2\mu_2+1$ tartományra bontja. Ezeket a tartományokat lehet α és β színekkel úgy jellemezni, hogy a szomszédos tartományok különböző színűek legyenek.

A gömb egy legnagyobb körének ugyanis páros számú közös pontja van a C_1 és C_2 görbékkel. (Egy legnagyobb kör ugyanis S_1 és S_2 félgömbökre bontja a S gömböt. Ahányszor tehát a C_1 görbe az S_1 félgömből az S_2 -re átlép, ugyanannyiszor vissza kell onnan térnie. A valóságos metszéspontok száma tehát páros. az érintéspontok pedig páros számú metszéspontnak felelnek meg.) Egy legnagyobb gömbi körön a C_1 és C_2 görbékkel közös pontok tehát páros szeletet határoznak meg, ennél fogva lehet ezeket a szeleteket α és β színekkel úgy jellemezni, hogy a szomszédos szeletek különböző színűek legyenek. Ha egy ilyen módon színezett legnagyobb kört egy diametere körül megforgatunk, akkor az α színű szeletek leírják az α színű tartományokat, a β színűek pedig a β színű tartományokat a gömbön.

A gömb $2\mu_1+2\mu_2+1$ tartománya közül bármelyik vagy olyan, hogy tartoznak mindkét görbéhez határivei (hurkok), vagy

olyan, hogy határát csak az egyik görbéhez tartozó hurok alkotják.

Ha egy olyan tartományt, amelyet a C_1 és C_2 görbék közül csak az egyiknek hurokjai határolnak, α színre festünk be, akkor valamennyi hasonló tulajdonságú tartomány α színű lesz, míg azok a tartományok, melyeknek mindkét görbéhez tartoznak határai, mind β színt kapnak.

Ennek bebizonyítása végett projiciáljuk az S gömböt az O pontból az O ellenpontjában érintő síkra, akkor a C_1 és C_2 görbék projekciói olyan G_1 és G_2 síkgörbék lesznek, melyeknek nincs többszörös, sem pedig közös pontjuk. A G_1 illetőleg G_2 görbe páros, mivel a sík végtelen távoli egyenese $2\mu_1$ illetőleg $2\mu_2$ páros számú pontban metszi. A két síkgörbe tehát három tartományra bontja a projektív síkot. Ha ezek közül azt, amelyet mindkét görbe határol, β színre festjük, akkor a másik kettőt α színnel jellemezhetjük. A sík és a gömb egyszínű tartományai közötti vonatkozásból most már következik fentebbi állításunk igazsága.

Ha a gömb α színű tartományainak számát ξ -vel, a β színűekét η -val jelöljük, akkor közöttük nyilvánképpen fennáll a

$$\xi + \eta = 2\mu_1 + 2\mu_2 + 1$$

egyenlőség.

A ξ és η értékeinek meghatározása végett a gömb egy β színű tartományában olyan q metszetet alkalmazunk, mely a C_1 és C_2 görbék egy-egy pontját kapcsolja össze. Ez a q metszet az illető (egyszeresen összefüggő) β színű tartományt két tartományra bontja, azt a két α színű tartományt pedig, amelyek a β színű tartománnyal a q metszettel összekötött (a C_1 illetőleg C_2 -höz tartozó) két hurok mentén határosak, egy α színű tartománnyá egyesíti. Ha tehát ξ' illetőleg η' jelöli a q metszet alkalmazása után az α illetőleg β színű tartományok számát, akkor

$$\xi' = \xi - 1 \quad \text{és} \quad \eta' = \eta + 1.$$

A q metszet két partja a C_1 és C_2 görbét olyan C' görbébe egyesíti, amelynek az O pontban $2(\mu_1 + \mu_2)$ -szörös pontja van és ezenkívül más többszörös pontja nincs. Egy előző dolgoza-

tunk¹ eredményei alapján a ξ' és η' számokra fennállanak vagy a

$$\xi' = \mu_1 + \mu_2 + 1 \quad \text{és} \quad \eta' = \mu_1 + \mu_2, \quad (1')$$

vagy a

$$\xi' = \mu_1 + \mu_2 \quad \text{és} \quad \eta' = \mu_1 + \mu_2 + 1 \quad (2')$$

egyenlőségek. A két esetnek megfelelően vagy

$$\xi = \mu_1 + \mu_2 + 2 \quad \text{és} \quad \eta = \mu_1 + \mu_2 - 1 \quad (1)$$

vagy pedig

$$\xi = \mu_1 + \mu_2 + 1 \quad \text{és} \quad \eta = \mu_1 + \mu_2. \quad (2)$$

Válasszuk a gömbön az egyik α színű tartományt alaptartománynak és abból kiindulva úgy rendeljünk színt a C_1 és C_2 görbék $2\mu_1 + 2\mu_2$ hurokjának, hogy az alaptartományt határoló hurkok mind α színűek legyenek, a többi tartomány bármelyikének legyen egy, de csak egy olyan határhurokja, melynek színe a tartomány színétől különbözik. Ezt a színezést úgy végezzük, hogy az alaptartománnyal (α színű hurkok mentén) határos β színű tartományoknak (az alaptartománnyal közös határhurokjain kívüli) többi határhurokját β színre festjük be. Ezekkel a β színű tartományokkal β színű hurkok mentén határos α színű tartományoknak többi határhurokját α színnel látjuk el. Az utóbbi α színű tartományokkal α színű hurkok mentén határos β színű tartományoknak többi határhurokját β színnel színezzük és így tovább.

Ha x jelöli az α , y pedig a β színű hurkok számát, akkor

$$x = \eta \quad \text{és} \quad y = \xi - 1,$$

ennélfogva az (1) illetőleg (2) esetben

$$x = \mu_1 + \mu_2 - 1 \quad \text{és} \quad y = \mu_1 + \mu_2 + 1 \quad (1)$$

illetőleg

$$x = \mu_1 + \mu_2 \quad \text{és} \quad y = \mu_1 + \mu_2. \quad (2)$$

A közül a három tartomány közül, amelyre G_1 és G_2 görbe a projektív sikot felbontja, a két görbe által határolt β színű tartomány vagy háromszorosán összefüggő, amikor a két α színű

¹ B értekezés 471. old.

tartomány egyszeresen összefüggő, vagy pedig kétszeresen összefüggő, amikor csak az egyik α színű tartomány egyszeresen összefüggő, a másik kétszeresen összefüggő. Az első esetben a β színű tartományban, a másodikban a kétszeresen összefüggő α színű tartományban van olyan egypartú körmetszet, amely a tartományt nem bontja fel.

Az a metszet, amely a gömbön levő q metszetnek a síkon megfelel, a β színű siktartomány összefüggési számát eggyel kisebbiti. Ez az összefüggési szám, miként kimutattuk,¹ 2 vagy 1 aszerint, amint $\xi' > \eta'$ illetőleg $\xi' < \eta'$. Ebből következik, hogy a C_1 és C_2 görbék által határolt β színű siktartomány az (1) esetben háromszorosan, a (2) esetben pedig kétszeresen összefüggő.

Az előzőekben olyan tartományt választottunk a gömbön alaptartománynak, amelyet határoló hurkok a C_1 és C_2 görbék közül csak az egyikhez tartoznak. Válasszunk most egy olyan tartományt alaptartománynak, amely az előbb β színű volt, akkor $2\mu_1 + 2\mu_2 + 1$ tartomány mindegyikének meg kell változtatnunk a színét, hogy az alaptartomány színe ismét α legyen. Az (1) illetőleg (2) esetnek megfelelően az újra színezett α illetőleg β színű tartományok ξ illetőleg η számára fennállanak a következő egyenlőségek:

$$\xi = \mu_1 + \mu_2 - 1 \quad \text{és} \quad \eta = \mu_1 + \mu_2 + 2, \quad (3)$$

illetőleg

$$\xi = \mu_1 + \mu_2 \quad \text{és} \quad \eta = \mu_1 + \mu_2 + 1. \quad (4)$$

Ezekből az $x = \eta$ és $y = \xi - 1$ egyenletek alapján

$$x = \mu_1 + \mu_2 + 2 \quad \text{és} \quad y = \mu_1 + \mu_2 - 2, \quad (3)$$

illetőleg

$$x = \mu_1 + \mu_2 + 1 \quad \text{és} \quad y = \mu_1 + \mu_2 - 1. \quad (4)$$

A (3) esetben mindkét β színű siktartomány egyszeresen összefüggő, a (4) esetben csak az egyik egyszeresen összefüggő, a másik azonban kétszeresen összefüggő.

¹ B, 472—473. old.

3. Két menetből álló inflexiós érintő nélküli maximális osztályindexű síkgörbék.

Egy két menetből álló inflexiós érintő nélküli maximális osztályindexű síkgörbét G -vel, meneteit pedig, amelyek szintén maximális osztályindexű síkgörbék, G_1 és G_2 -vel fogunk jelölni. A G , G_1 , G_2 görbék osztályszámát n , n_1 , n_2 , rendszámát m , m_1 , m_2 , csúcspontjainak számát r , r_1 , r_2 , fajszámát pedig p , p_1 , p_2 fogják jelölni.

Mivel a G görbének nincs inflexiós érintője, azért m , m_1 és m_2 páros számok. Föltételezhetjük, hogy a sík végtelen távoli egyenese a G görbét $m=2\mu=2\mu_1+2\mu_2$ egymástól különböző pontban metszi, amelyek közül a G_1 menetre eső metszéspontok számát $2\mu_1$ -gyel, a G_2 -re esőket pedig $2\mu_2$ -vel jelöljük ($2\mu_1 \leq m_1$, $2\mu_2 \leq m_2$). Ha ugyanis a végtelen távoli egyenes a G görbét m -nél kevesebb vagy egymástól nem mind különböző pontban metszené, akkor projekcióval és olyan folytonos deformációval, amely a görbe jellemző számait nem változtatja meg, olyan görbébe lehet átvinni a G görbét, amelyet a sík végtelen távoli egyenese egymástól különböző m pontban metsz.¹

K -val fogunk jelölni olyan (a G görbe összes csúcspontjait belsejében foglaló) elég nagy sugarú kört, amely kör és minden a K kört magában foglaló nagyobb kör a G görbét $2m=4\mu$ egymástól különböző pontban metszi. A K kör a G_1 menetet $4\mu_1$, a G_2 -t pedig $4\mu_2$ pontban metszi.

Ilyen K kör létezését könnyű belátni stereografikus projekcióval. Ha ugyanis az S gömb a G görbe síkját érinti és ha az érintéspont ellenpontjából a G_1 és G_2 görbemeneteket a gömbre projiciáljuk, olyan C_1 és C_2 gömbi görbéket kapunk, amilyeneket az előző paragrafusban vizsgáltunk. A gömbön nyilvánképpen lehet olyan az O pontot körülfogó elég kis sugarú k kört rajzolni, hogy az az O $2\mu=2\mu_1+2\mu_2$ -szőrös pont mindegyik ágát két pontban messe és ezen a 4μ ponton kívül C_1 és C_2 görbékkel ne legyen több közös pontja, továbbá hogy minden a O -t körülfogó és a k kör által meghatározott kis gömbsüvegen fekvő

¹ B, 461—462. old.

kör a C_1 és C_2 görbékét együttesen szintén 4μ pontban messe. A k kör stereografikus projekciója a síkon a K kör tulajdonságaival bír.

A G görbének a K körbe eső $2\mu = 2\mu_1 + 2\mu_2$ íve a K kört $2\mu + 1$ egyszeresen összefüggő területre bontja. Egy-egy ilyen területnek pontjaiból a görbe és a K kör átlépése nélkül a G maximális osztályindexű görbének vagy csak a konvex, vagy csak a konkáv oldalát lehet elérni. Ha azokat a (K körön belül levő) sikterületeket, amelyeknek pontjaiból a G görbe konvex oldala érhető el, α színre, azokat pedig, amelyeknek pontjaiból a görbe konkáv oldala érhető el, β színre festjük be és ha az α illetőleg β színű területek számát ξ -vel, illetőleg η -val jelöljük, akkor a K körön belül fekvő $2\mu_1 + 2\mu_2 + 1$ sikterület és a gömb ugyanannyi tartománya közötti vonatkozás alapján ξ és η értékeire ugyanolyan egyenlőségek állanak fenn, mint az előző paragrafusban. Ha pedig egy α színű sikterületet alaptartomány-nak tekintve a G görbének a K körbe eső $2\mu_1 + 2\mu_2$ ívét ugyanolyan eljárással festjük be α illetőleg β színre, ahogy a gömbön levő $2\mu_1 + 2\mu_2$ hurkot befestettük, akkor az α illetőleg β színű ívek x illetőleg y számára ugyanazokat az egyenlőségeket kapjuk, mint az előző paragrafusban.

Annak az eldöntésére, hogy ξ , η , x és y értékeire az (1), (2), (3) és (4) összefüggések közül melyek állanak fenn, vizsgálnunk kell annak a három siktartománynak összefüggési viszonyát, melyekre a G görbe a projektív síkot felbontja.

Két esetet kell megkülönböztetnünk aszerint, amint a síknak azok a pontjai, amelyekből a G görbe meneteinek konkáv oldala érhető el és amelyekhez a K körön belül fekvő β színű területek is hozzátartoznak, egy vagy két különálló tartományt alkotnak. Az első esetben a G görbe irreducibilis, a második esetben azonban reducibilis.¹ Mindkét esetben két aleset lép fel.

Irreducibilis G görbe esetén, amikor a K körön belül fekvő β színű tartományoknak a körön kívül való folytatásával össze-

¹ Lásd Sz. NAGY GYULA: «Über Kurven von Maximal-Klassenindex. Über Kurven von Maximalindex», Math. Ann. 89. köt. (1925) 32—75, 90. köt. (1923), 152—153. 89. köt. 62—67. old.

függő siktartományt kapunk, amelyet a síkon a G_1 és G_2 görbemenetek határolnak, ez a siktartomány lehet 3-szorosan vagy 2-szeresen összefüggő. A G görbe fajsza \acute{m} a¹ ennek megfelelően 2 illetőleg 1.

Ebből következik, hogy irreducibilis G görbe esetén a ξ , η , x és y számokra az (1) egyenlőségek állanak fenn, ha a görbe fajsza \acute{m} a 2 és a (2) egyenlőségek, ha a görbe fajsza \acute{m} a 1.

Reducibilis görbe esetén a síknak azok a pontjai, amelyekből a G_1 és G_2 menet konkáv oldala érhető el, két egymással össze nem függő tartományt alkotnak. Két aleset fordul elő aszerint, amint e két tartomány egyszeresen összefüggő, vagy közülök csak az egyik egyszeresen összefüggő, a másik pedig kétszeresen összefüggő. E két alesetnek megfelelően a G_1 és G_2 menetek közül mindkettő nulladfajú, illetőleg az egyik nullad-, a másik pedig elsőfajú. Az első alesetben a G görbe fajsza \acute{m} a -1 , a másodikban 0.

Ha ugyanis a C p -ed fajú maximális osztályindexű síkgörbe k irreducibilis maximális osztályindexű görbére esik szét, amelyeknek fajsza \acute{m} ai p_1, p_2, \dots, p_k , akkor

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1.$$

Az előző paragrafus végén mondottak alapján tehát következik, hogy reducibilis G görbe esetén a ξ , η , x és y számokra a (3), illetőleg (4) egyenlőségek állanak fenn aszerint, amint a G görbe fajsza \acute{m} a -1 illetőleg 0.

A G görbének összes csúcspontjai a K körön belül fekszenek. Azzal az okoskodással, amelyet megelőző dolgozatunkban² egy menetből álló görbére alkalmaztunk, a két menetből álló G görbére is lehozható a következő tétel:

Ha az I_1 és I_2 a G görbének a K körben fekvő olyan két íve, hogy a K körben a két ív közé eső területnek egy pontjából mindkét ív konkáv oldala érhető el, akkor van a G görbének legalább egyik íven csúcspontja.

¹ Math. Ann. 89. köt. 69—71. old.; C értekezés 290. old.

² B , 464. old.

A ξ számú α színű sikterület határa a G görbének a K körbe eső $m=2\mu_1+2u_2$ ívének mindegyikét egyszer tartalmazza. Két eset lehetséges: vagy mindenik α színű terület határán van legalább egy csúcspontja a G görbének, azaz $r \geq \xi$, vagy van legalább egy olyan α színű terület, amelynek határát alkotó ívek egyikén sincs a G görbének csúcspontja. Az utóbbi esetben válasszuk ezt az α színű területet alapterületnek és belőle kiindulva, fessük be a többi ívet α , illetőleg β színre, akkor az előbbi tétel értelmében a β színű ívek mindenikén kell legalább egy csúcspontnak lennie azaz $r \geq y = \xi - 1$.

(Ha ugyanis I_0 az alapterületnek egy határive és I_β a G görbének a K körbe eső olyan β színű íve, amely az I_0 -nak az alapterülettel ellenkező oldalára esik, akkor az I_0 és I_β és a K kör közéjük eső két körive által határolt terület egy pontjából az I_0 és I_β ívek konkáv oldala érhető el. Az alapterülettel az I_0 ív mentén szomszédos β színű területből ugyanis β színű határivek juthatunk az alapterülettől különböző α színű területre, amelyből α színű határivek keresztül érünk β színű új területre, ebből ismét β színű íven át érkezünk az α színű új területre. Ha az I_0 ív konkáv oldaláról kiindulva ily módon haladunk tovább, akkor az I_β ív által is határolt T_β β színű területre ennek egyetlen α színű határivek jutunk át, az I_β ívhez tehát a T_β terület belsejéből, vagyis az I_β ív konkáv oldalán érkezünk.)

Mindkét esetben fennáll tehát az $r=n-2+2p$ egyenlőség¹ alapján az

$$y = \xi - 1 \leq r = n - 2 + 2p$$

egyenlőtlenség.

Ha tehát a G maximális osztályindexű görbe *irreducibilis* és fajszáma 2, illetőleg 1, akkor az (1), illetőleg (2) egyenlőségek alapján

$$y = \xi - 1 = \mu_1 + \mu_2 + 1 \leq n - 2 + 2p = n - 2 + 4 = n + 2,$$

illetőleg

$$y = \xi - 1 = \mu_1 + \mu_2 \leq n - 2 + 2p = n - 2 + 2 = n.$$

¹ C értekezés.

Ezekből az egyenlőtlenségekből a G görbe $m=2\mu_1+2\mu_2$ rendszámára $p=2$, illetőleg $p=1$ esetén az

$$m \leq 2n+2=2n-2+4=2n-2+2p,$$

illetőleg

$$m \leq 2n=2n-2+2=2n-2+2p$$

egyenlőtlenség következik.

A G , G_1 és G_2 görbék osztályszámai és fajszaai között mindkét esetben fennállanak az

$$n=n_1+n_2-2 \quad \text{és} \quad p=p_1+p_2$$

egyenlőségek; ennél fogva mindkét esetben fennáll az

$$m \leq 2n-2+2p=(2n_1-2+2p_1)+(2n_2-2+2p_2)-2 \quad (5)$$

egyenlőtlenség.

Ha pedig *reducibilis* a G görbe és fajszaa -1 , illetőleg 0 , akkor a (3), illetőleg (4) egyenlőségek alapján

$$y=\xi-1=\mu_1+\mu_2-2 \leq n-2+2p=n-2-2=n-4,$$

illetőleg

$$y=\xi-1=\mu_1+\mu_2-1 \leq n-2+2p=n-2.$$

Ezekből az egyenlőtlenségekből a G görbe $m=2\mu_1+2\mu_2$ rendszámára $p=-1$ illetőleg $p=0$ esetén a következő egyenlőtlenség következik:

$$m \leq 2n-4=2n-2+2p, \quad \text{illetőleg} \quad m \leq 2n-2=2n-2+2p.$$

Minthogy a *reducibilis* G görbe esetén a G , G_1 , G_2 görbék osztályszámai között fennállanak az

$$n=n_1+n_2 \quad \text{és} \quad p=p_1+p_2-1$$

egyenlőségek, azért *reducibilis* G görbe esetén mindig fennáll az

$$m \leq 2n-2+2p=(2n_1-2+2p_1)+(2n_2-2+2p_2) \quad (6)$$

egyenlőtlenség.

Nevezzük az $M=2n-2+2p$, $M_1=2n_1-2+2p_1$, illetőleg $M_2=2n_2-2+2p_2$ számat, amelynél a G , G_1 , illetőleg G_2 görbe

rendszáma nagyobb nem lehet, a G , G_1 , illetőleg G_2 görbe *virtuális rendszámának*, akkor az (5) és (6) egyenlőtlenségek alapján a következő tételt mondhatjuk ki:

Ha az inflexiós pont nélküli két menetből álló maximális osztályindexű G síkgörbe G_1 és G_2 menetekből áll, akkor a G , G_1 és G_2 görbék M , M_1 , M_2 virtuális rendszáma között ugyanaz az összefüggés, mint a három görbe osztályszáma között. Ha tehát a G görbe irreducibilis, akkor $M=M_1+M_2-2$, ha pedig reducibilis, akkor $M=M_1+M_2$.

4. A maximális osztályindexű síkgörbék rendszámára vonatkozó tétel bizonyítása.

Jelentsen G egy n -ed osztályú p -ed fajú tetszés szerinti maximális osztályindexű páros vagy páratlan síkgörbét, akkor ki fogjuk mutatni, hogy a görbe m rendszámára fennáll az

$$m \leq M = 2n - 2 + 2p - w \quad (7)$$

egyenlőtlenség, ahol w a görbe inflexiós pontjainak számát jelenti. Páros görbe esetén $w=0$, páratlan esetén pedig $w=1$.

A bizonyítást három részben fogjuk végezni aszerint, amint a G görbe páros és irreducibilis, páros és reducibilis, illetőleg páratlan (és irreducibilis vagy reducibilis).

A eset: a G görbe páros ($w=0$) és irreducibilis.

A (7) egyenlőtlenség kimutatására föltesszük, hogy van olyan n -ed osztályú p -ed fajú inflexióspont nélküli maximális osztályindexű irreducibilis G^* görbe, amelynek m rendszámára a (7) helyett az

$$m \geq 2n + 2p \quad (8)$$

egyenlőtlenség áll fenn.

Mivel a G^* görbe irreducibilis és fajszáma p , azért vagy p elsőfajú menetből vagy pedig p elsőfajú és egy nulladfajú menetből áll.¹

Ha a G^* görbe a G_1, G_2, \dots, G_p menetekből áll, amelyek-

¹ Sz. NAGY GYULA: «Maximális osztályindexű síkgörbék meneteiről», Mat. és Természettud. Ért. 44. köt. (1927) 435. old.

nek osztályszámai n_1, n_2, \dots, n_p , akkor a G^* görbe irreducibilitása miatt a görbe indexe menetei indexének összegével lévén egyenlő¹

$$n-2=(n_1-2)+(n_2-2)+\dots+(n_p-2);$$

vagyis

$$n=n_1+n_2+\dots+n_p-2p+2.$$

Ha tehát $M_1=2n_1-2+2p_1=2n_1$, $M_2=2n_2$, ..., $M_p=2n_p$ jelölik a G_1, G_2, \dots, G_p elsőfajú menetek virtuális rendszámát, akkor a (8) egyenlőtlenség miatt fenn kellene állania az

$$\begin{aligned} m &\geq 2n+2p=2(n_1+n_2+\dots+n_p-2p+2)+2p= \\ &=(M_1-2)+(M_2-2)+\dots+(M_p-2)+4 \end{aligned}$$

egyenlőtlenségnek is. Ez az egyenlőtlenség azonban csak akkor állhatna fenn, ha volna olyan egyenes a síkban, amely a p menet közül legalább kettőt virtuális rendszámával egyenlő számú pontban talál. Ez azonban az előző paragrafus végén bebizonyított tétel szerint lehetetlen, mivel egy maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbe bármely két menete irreducibilis maximális osztályindexű görbét alkot.²

Nincs tehát olyan G^* görbe, amelynek rendszáma a (8) egyenlőtlenségnek eleget tenne, ha a görbe meneteinek száma p , de nincs akkor sem, ha a görbének $p+1$ menete van.

Ha ugyanis a (8) egyenlőtlenségnek eleget tevő G^* görbe $G_0, G_1, G_2, \dots, G_p$ menetekből állana, amelyek közül G_0 nullad-fajú, a többi p menet pedig elsőfajú volna, akkor a G^* görbe irreducibilitása miatt

$$n-2=(n_0-2)+(n_1-2)+(n_2-2)+\dots+(n_p-2),$$

vagyis

$$n=n_0+n_1+n_2+\dots+n_p-2p$$

volna. Ha tehát $M_0=2n_0-2+2p_0=2n_0-2$ jelölné a G_0 nullad-fajú és $M_1=2n_1, M_2=2n_2, \dots, M_p=2n_p$ a G_1, G_2, \dots, G_p elsőfajú menetek virtuális rendszámát, akkor a (8) egyenlőtlenség alapján fennállana az

¹ Math. Ann. 89. köt. (1923), 66—67. old.

² Math. Ann. 89. köt. (1923), 68. old.

$$m \geq 2(n_0 + n_1 + n_2 + \dots + n_p - 2p) + 2p = \\ = (M_0 - 2) + (M_1 - 2) + (M_2 - 2) + \dots + (M_p - 2) + 4$$

egyenlőtlenség. Ha azonban ez az egyenlőtlenség fennállana, akkor az az egyenes, amelynek a G^* görbével m számú közös pontja van, legalább két menetet virtuális rendszámával egyenlő számú pontban találna. Ez azonban lehetetlen; mert a G^* irreducibilis görbe bármely két menete szintén irreducibilis maximális osztályindexű görbét alkot.

Ezzel a (7) egyenlőtlenség igazságát minden irreducibilis maximális osztályindexű páros síkgörbére igazoltuk.

B eset: a G görbe páros ($w=0$) és reducibilis.

Ha a G n -ed osztályú m -ed rendű p -ed fajú maximális osztályindexű síkgörbe k számú irreducibilis síkgörbére esik szét, amelynek osztályszámai n_1, n_2, \dots, n_k , rendszámái m_1, m_2, \dots, m_k , virtuális rendszámái M_1, M_2, \dots, M_k , fajszaímai pedig p_1, p_2, \dots, p_k , akkor ¹

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k, \quad p = p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1;$$

továbbá

$$m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_k,$$

és

$$m_1 \leq M_1 = 2n_1 - 2 + 2p_1, \quad m_2 \leq M_2 = 2n_2 - 2 + 2p_2, \quad \dots, \\ m_k \leq M_k = 2n_k - 2 + 2p_k.$$

Ezekből következik, hogy

$$m \leq m_1 + m_2 + \dots + m_k \leq \\ \leq 2(n_1 + n_2 + \dots + n_k) - 2 + 2(p_1 + p_2 + \dots + p_k - k + 1) = 2n - 2 + 2p.$$

Ezzel a (7) egyenlőtlenséget reducibilis és páros G görbékre is igazoltuk.

C eset: a G görbe páratlan, vagyis van egy inflexió érintője.

Az inflexió ponttal bíró n -ed osztályú k menetből álló maximális osztályindexű G görbe m rendszámára máshol ² már kimutattuk az

$$m \leq 2n - 5 + 2k = 2n - 2 + 2(k - 1) - w$$

¹ Math. Ann. 89. (1923), 68—69. o.l.d.

² A értekezés, 453—456. old.

egyenlőtlenséget, amely a (7) alattival megegyezik, mert $k=p+1$. Ha ugyanis egy p -ed fajú maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbének van egy nulladfajú menete, akkor meneteinek száma $p+1$. Az inflexiós pontot tartalmazó görbemenet pedig nulladfajú.¹

Ennek alapján reducibilis maximális osztályindexű páratlan G görbére épügy igazolható a (7) egyenlőtlenség, mint a B esetben, (figyelembe véve azt, hogy, ha az inflexiós pontot tartalmazó irreducibilis görbe osztályszáma n_1 , rendszáma M_1 és fajszáma p_1 , akkor $m_1 \leq M_1 = 2n_1 - 2 + 2p_1 - w$).

Ezzel a (7) egyenlőtlenséget bármely maximális osztályindexű síkgörbére igazoltuk.

Hátra van még annak igazolása, hogy egy n -ed osztályú p -ed fajú w inflexiós ponttal bíró maximális osztályindexű síkgörbe rendszáma a $M=2n-2+2p-w$ virtuális rendszámot el is érheti.

Egyszerűség kedvéért a következőkben Γ görbéknek fogjuk nevezni az egy menetből álló maximális osztályindexű síkgörbéket. Két végesben fekvő Γ görbéről akkor mondjuk, hogy egymáson kívül fekszenek, ha a két görbe által határolt véges tartományoknak nincs közös pontjuk. Egy végesben fekvő Γ görbe egy másikat akkor fog körül, ha a második Γ görbe az első által határolt véges tartományban fekszik.

Más helyen² kimutattuk, hogy akármilyen $n(\geq 2)$ osztályszámra vannak végesben fekvő $2n-2$ rendű nullad- vagy elsőfajú Γ görbék, de $2n-2$ -nél magasabb rendűek nincsenek és megmutattuk, hogy mikép lehet ilyen Γ görbéket szerkeszteni. Ezek közül az n -ed osztályú $2n-2$ rendű görbék közül a nullad-fajuak rendszáma eléri a virtuális rendszámot, az elsőfajúaké azonban 2-vel ez alatt marad. Megmutattuk azonban azt is, hogy hogyan lehet minden $n(\geq 3)$ osztályszámra kettősindexű $M=2n$ rendű elsőfajú Γ görbéket szerkeszteni. Nem nehéz olyan $n(\geq 3)$ -ed osztályú (nulladfajú) páratlan görbéket szerkeszteni, melyeknek rendszáma a $M=2n-2+2p-w=2n-3$ virtuális rendszám. Ilyen az egy csücspponttal bíró harmadosztályú (és egyúttal harmadrendű) síkgörbe is.

¹ C, 302—304. old.

² A, 449—451. old.

A most leírt négyfajta Γ görbék közül változatos módon össze lehet rakni olyan p -ed fajú maximális osztályindexű irreducibilis görbéket, amelyeknek rendszáma a virtuális rendszámmal egyenlő.

Ha ugyanis $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_p$ végesben és egymáson kívül fekvő n_1, n_2, \dots, n_p osztályú $2n_1-2, 2n_2-2, \dots, 2n_p-2$ rendű olyan elsőfajú görbék, amelyeknek ugyanazzal az e egyenessel maximális számú közös pontjuk van és ha Γ_0 végesben fekvő n_0 -ad osztályú olyan nulladfajú görbe, amely az előbbi p görbét körül fogja és amelynek az e egyenessel $2n_0-2$ közös pontja van, akkor a $\Gamma_0, \Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_p$ menetek olyan $n=n_0+n_1+n_2+\dots+n_p-2p$ osztályú p -ed fajú maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbét állítanak elő, melynek rendszáma $M=2n-2+2p$. Az így szerkesztett végesben fekvő görbét a következőkben C -vel fogjuk jelölni.

Ha Γ'_0 egy n_0 -ad osztályú $2n_0-3$ rendű görbe és ha a síknak abban a tartományában, amelynek pontjaiból a Γ'_0 görbéhez csak $2n_0-5$ érintő húzható, a végesben és egymáson kívül fekvő n_1, n_2, \dots, n_p osztályú $2n_1-2, 2n_2-2, \dots, 2n_p-2$ rendű elsőfajú $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_p$ görbéket úgy vesszük fel, hogy a síknak egy e egyenese a $p+1$ görbe mindegyikét maximális számú pontban találja, akkor a $p+1$ görbe egy p -ed fajú $n=n_0+n_1+n_2+\dots+n_p-2p$ osztályú $2n-2+2p-w$ rendű maximális osztályindexű irreducibilis síkgörbét állít elő. Ezt a síkgörbét C' -vel fogjuk jelölni.

Ha abban a tartományban, melynek pontjaiból a kettősindexű n_1 -ed osztályú $2n_1$ -ed rendű elsőfajú Γ''_1 görbéhez csak n_1-2 érintő húzható, úgy vesszük fel a végesben és egymáson kívül fekvő n_2, n_3, \dots, n_p osztályú $2n_2-2, 2n_3-2, \dots, 2n_p-2$ rendű elsőfajú $\Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_p$ görbéket, hogy a sík egy meghatározott e egyenesének $2n_1, 2n_2-2, 2n_3-2, \dots, 2n_p-2$ közös pontja legyen a $\Gamma''_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_p$ görbékkel, akkor ez a p görbe egy p -ed fajú $n=n_1+n_2+\dots+n_p-2p+2$ osztályú $2n-2+2p$ rendű maximális osztályindexű kettősindexű irreducibilis C'' görbét állít elő.

A C, C' és C'' görbék segítségével most már elő lehet állítani maximális osztályindexű olyan reducibilis síkgörbéket, amelyeknek rendszáma eléri a virtuális rendszámot. Az ilyen redu-

cibilis görbékét egyszerűség kedvéért a következőkben G görbéknek fogjuk nevezni. A síknak azokat a tartományait, amelyeknek pontjaiból egy maximális osztályindexű síkgörbéhez osztályszámaival egyenlőszámú érintő húzható, a görbéhez tartozó pozitív tartományoknak fogjuk hívni. Ezeknek az elnevezéseknek bevezetése után a kívánt tulajdonságú (reducibilis) G görbék szerkesztése a következőkép történhetik.

Ha a C_1 végesben fekvő görbe egyik pozitív tartományának egy egyszeresen összefüggő részében úgy veszünk fel egy C_2 görbét, hogy ugyanannak az e egyenesnek mindkét görbével maximális számú közös pontja legyen, akkor a két görbe a C_1 és C_2 görbékre széteső G_1 görbét állít elő. Ha most a G_1 görbéhez tartozó egyik pozitív tartománynak egy egyszeresen összefüggő részébe úgy helyezzük a C_3 görbét, hogy az e egyenes a C_3 görbét is rendszámával egyenlőszámú pontban találja, akkor a G_1 és C_3 görbék a C_1 , C_2 , C_3 görbékre széteső G_2 görbét állítanak elő. Ennek az eljárásnak a tovább folytatásával előállíthatunk k irreducibilis görbére széteső maximális osztályindexű olyan G görbékét, amelyek rendszáma a virtuális rendszám, indexe pedig zéró.

Ha a C_1 görbe helyett egy páratlan rendű C'_1 , vagy egy kettősindexű C''_1 görbéből indultunk volna ki és hasonló elv szerint jártunk volna el, akkor a C'_1 illetőleg C''_1 görbe a megfelelő C_2 , C_3 , ..., C_k végesben fekvő görbékkel egy k irreducibilis görbére széteső olyan páratlan rendű (és egységindexű) G' , illetőleg olyan kettősindexű G'' maximális osztályindexű síkgörbét állít elő, amelynek rendszáma a virtuális rendszámot eléri.

Ezek alapján kimondhatjuk a következő tételt.

A w inflexiós ponttal bíró n -ed osztályú p -ed fajú maximális osztályindexű síkgörbék rendszáma elérheti a $2n-2+2p-w$ számot, de a rendszám ennél nagyobb nem lehet.

Mint hogy a maximális osztályindexű síkgörbék csúcspontjainak, illetőleg kettősérintőinek d számára fennáll az

$$r = n - 2 + 2p \text{ illetőleg } d + w = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - p$$

egyenlet, azért kimondhatjuk a következő két tételt is:

A w inflexió és r csúcsponttal bíró maximális osztály-indexű n -ed osztályú síkgörbék rendszáma elérheti az $n+r-w$ virtuális rendszámot, de ennél nagyobb nem lehet.

A w inflexió és d kettőséríntővel bíró n -ed osztályú maximális osztályindexű síkgörbék rendszáma lehet $n(n-1)-2d-3w$, de ennél nagyobb nem lehet.

A 3. paragrafus végén két menetből álló párosrendű maximális osztályindexű síkgörbére kimondott tétel következőképp általánosítható:

Bármely maximális osztályindexű síkgörbének és meneteinek virtuális rendszámai között ugyanaz az összefüggés, mint a görbének és meneteinek osztályszámai között.

Ha ugyanis a G n -ed osztályú, w inflexió és r csúcsponttal bíró maximális osztályindexű síkgörbe k menetből áll és ezek osztályszáma n_1, n_2, \dots, n_k , csúcs-, illetőleg inflexió pontjainak száma pedig r_1, r_2, \dots, r_k , illetőleg w_1, w_2, \dots, w_k , akkor

$$r = r_1 + r_2 + \dots + r_k \text{ és } w = w_1 + w_2 + \dots + w_k \text{ (=0 vagy 1).}$$

Ha tehát a görbe és meneteinek osztályszámai között az

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k - 2h, \quad (h \leq k-1)$$

összefüggés áll fenn, akkor az

$$M = n + r - w, \quad M_1 = n_1 + r_1 - w_1, \quad M_2 = n_2 + r_2 - w_2, \dots, \\ M_k = n_k + r_k - w_k$$

virtuális rendszámok között az

$$M = M_1 + M_2 + \dots + M_k - 2h$$

egyenlőség áll fenn. Ezzel a kimondott tétel igazolva van.

A dualitás elve alapján megfelelő tételleket mondhatunk ki a maximális indexű síkgörbék osztályszámára.

ÜBER DIE UNGLEICHUNGEN FÜR DIE ORDNUNG DER EBENEN KURVEN VON MAXIMAL-KLASSEN- INDEX.

Von JULIUS v. SZ. NAGY.

Der Verfasser beweist die folgenden Sätze:

Hat eine ebene Kurve n -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex w Wendetangenten ($w=0$ oder 1), das Geschlecht p und die Ordnung m , so besteht die Ungleichung

$$m \leq M = 2n - 2 + 2p - w.$$

Hat eine ebene Kurve n -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex w Wendetangenten ($w=0$ oder 1), r Spitzen erster Art und die Ordnung m , so besteht die Ungleichung

$$m \leq M = n + r - w.$$

Hat eine ebene Kurve n -ter Klasse vom Maximal-Klassenindex d Doppeltangenten, w Wendetangenten ($w=0$ oder 1) und die Ordnung m , so besteht die Ungleichung

$$m \leq M = n(n-1) - 2d - 3w.$$

Diese Ungleichungen sind genau. Es gibt nämlich ebene Kurven n -ter Klasse von Maximal-Klassenindex und vom Geschlechte p mit r Spitzen, mit w Wende- und d Doppeltangenten, deren Ordnung m der Zahl M gleich ist.

Entsprechende Sätze gelten für die Klasse der ebenen Kurven vom Maximalindex.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 7. Nov. 1927.)

A CHROMIT KRISTÁLYSZERKEZETE.

TOKODY LÁSZLÓ-tól.

Az alábbiakban ismertetendő vizsgálatok és azok eredményei a chromit atom-elrendeződésére vonatkozó megállapításokat foglalják magukba. A vizsgálatokat a zürichi Eidg. Techn. Hochschule ásvány-közetani intézetében végeztem. Kedves kötelességem az intézet vezetőjének, P. NIGGLI professzor úrnak e helyen is leghálásabb köszönetemet kifejezni, hogy vizsgálataimat intézetében végezhettem és munkám egész folyamán értékes tanácsaival a legmesszebbmenően támogatni szíves volt. Ugyancsak köszönettel vagyok A. GELLER tanársegéd úrnak mindenkor szíves tanácsaiért.

★

A felvételekhez *vizsgálati anyagul* a tiszafai (=Tiszovica, Krassó-Szörény m.) chromitot használtam. Tiszafán a chromit magmatikus kiválásként a gabbróból posztvulkánikus hatásokra keletkezett serpentinben fordul elő s abban kisebb-nagyobb lencséket alkot. A felvételeket gondosan kiválogatott és lehetőség szerint tiszta anyaggal készítettem.

A *fotogrammok* DEBYE-SCHERRER módszere szerint egy síkban elhelyezett filmre a következő feltételek mellett vették fel: Mo -antikatód ($MoK_{\alpha} = 0.70973$, $MoK_{\beta} = 0.63075$), $40KV$, $8MA$, $d = 51$ mm,¹ $\varphi \doteq 1$ mm,² exponálási idő 10 óra. A PHILIPS-féle METALLIX-cső Zr -szűrővel volt ellátva s így a fotogrammon csak az α -vonalaknak megfelelő gyűrűk szerepelnek.

¹ d = a kristály és fotogr. film közti távolság.

² φ = a chromittal megtöltött üvegcső átmérője.

A *quadratikus képlet* szabályos rendszerű ásványok esetében a következő formában írható:

$$\sin^2 \frac{\delta}{2} = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2).$$

E képlet alapján számított indexek — melyek mind α -vonalaknak felelnek meg — a 286. oldalon lévő táblázatban vannak összefoglalva.

A *térrács dimenziója* a fenti képletből számítva $a=8\cdot052 \text{ \AA}$. *E*.

A *molekulák számát* az elemi paralelepipedonban az

$$n = \frac{a^3 \cdot D}{mH \cdot M}$$

képlet adja meg, ahol n a molekulák száma, a a rácsállandó, D a fajsúly, mH a H -atom tömege, M a molekulasúly.

A *molekulasúly* megállapítása céljából szükségesnek mutatkozott a felvételhez használt anyag pontos kémiai összetételét megismerni. A kémiai elemzés adatai a következők:

| | | |
|------------------------------------|---------|-----------------|
| <i>FeO</i> | — — — — | 25·94 % |
| <i>Cr₂O₃</i> | — — — — | 54·22 % |
| <i>MgO</i> | — — — — | 9·77 % |
| <i>Al₂O₃</i> | — — — — | 2·29 % |
| <i>MnO</i> | — — — — | 0·94 % |
| <i>TiO₂</i> | — — — — | 0·68 % |
| <i>SiO₂</i> | — — — — | 6·16 % |
| <i>CaO</i> | — — — — | — |
| <i>H₂O + 110° C</i> | — — | 0·09 % |
| | | <u>100·09 %</u> |

Elemezte: Sürű J.

A *fajsúly*¹: 4·93.

Miként a fenti adatokból látható, az Fe^{II} egy részét Mg , a Cr^{III} egy részét pedig Al helyettesíti. A SiO_2 mint szennyezés, valószínűleg a chromitba zárt szerpentinben fordul elő. Az

¹ Löw M. meghatározása.

elemzési adatokból a helyettesítések figyelembevételével és az FeO egy részének az $FeO : Cr_2O_3 = 1 : 1$ aránynak megfelelően Fe_2O_3 -má való átszámításával a molekulasúly $M = 205.9$. Az egészen tiszta, $FeCr_2O_4$ képletnek megfelelő összetételű chromit molekulasúlya 223.84 lenne. Azonban ilyen összetételű chromit a természetben nem fordul elő. A tisztafehér chromit nem egységes összetételű anyag, aminek bizonyosságául szolgáljon a fenti elemzésen kívül négy régebbi és két újabb elemzés, mely utóbbiak azonban átlag-anyaagra vonatkoznak:

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Cr_2O_3 — — — — | 58.096 | 17.096 | 39.574 | 60.022 | 24.78 | 22.95 |
| Al_2O_3 — — — — | 14.496 | 16.110 | 20.626 | 10.601 | 21.74 | 22.48 |
| FeO — — — — | 21.337 | 22.499 | 16.558 | 20.192 | 30.09 | 39.94 |
| MgO — — — — | 2.018 | 21.101 | 17.065 | 3.130 | 21.43 | 12.30 |
| MnO — — — — | 0.002 | — | — | 5.200 | — | — |
| CaO — — — — | — | 8.300 | — | 0.026 | — | — |
| SiO_2 — — — — | 3.639 | 14.211 | 4.190 | — | 1.98 | 2.04 |
| | 99.588 | 99.317 | 98.023 | 99.171 | 100.02 | 99.71 |

1—4. Elemezte: A. HOFMANN.¹

5—6. „ EMSZT K.²

Amiként a fentebbiekből kitűnik, a Cr_2O_3 -tartalom igen tág határok, 17—60% között ingadozik.

Az általam vizsgált anyag esetében a MgO 9.77%, az Al_2O_3 2.29%, ezek a mennyiségek elegendők arra, hogy nemcsak a molekulasúlyt, de az elemi paralelepipedon élhosszát is befolyásolják. Ez utóbbi ugyanis $a = 8.052 \text{ \AA}$. E. A tiszta, $FeCr_2O_4$ összetételű chromit elemi paralelepipedonja alapélének ugyanis nagyobbak kell lennie. A spinell-csoport ásványainál azt tapasztaljuk, hogy a molekulasúly növekedésével növekszik a rácsállandó is, miként azt az alábbi táblázatból láthatjuk:

¹ ALFR. HOFMANN: Über das Chromerz-Vorkommen in Ungarn und dessen Aufschliessen. Inaug. Dis. Rostock. 1873. Neues Jahrb. für Min. 1873. p. 873.

² EMSZT KÁLMÁN főgeológus-fővegyész úrnak e két elemzés átengedéséért e helyen is köszönetemet fejezem ki.

| | Molekulasúly | Rácsállandó |
|---------------|--------------|-------------|
| $MgAl_2O_4$ | 142·52 | 8·08 |
| $MgCr_2O_4$ | 192·32 | 8·32 |
| $MgFe_2O_4$ | 200·— | 8·39 |
| $MnCr_2O_4$ | 222·93 | 8·45 |
| $FeFe_2O_4$ | 231·52 | 8·40 |
| $ZnK_2(CN)_4$ | 274·60 | 12·54 |
| $CdK_2(CN)_4$ | 294·63 | 12·84 |
| $MoAg_2O_4$ | 375·76 | 9·26 |
| $HgK_2(CN)_4$ | 382·83 | 12·76 |

Ez adatok alapján tehát a *tiszta* chromit rácsállandójának körülbelül 8·5-nek kell lennie.

A tisztafai chromit elemi paralelepipedonjában foglalt molekulák száma: 7·621. Ez az érték ugyan kissé távol van a legközelebbi egész számtól, 8-tól, ennek dacára az elemi paralelepipedonban foglalt molekulák számát 8-nak kell vennünk a következő megfontolások alapján.

A fotogrammból meghatározott indexek négyzeteinek összege, $(h^2+k^2+l^2)$ egy az O_h^7 , illetőleg T_h^4 csoportra minden kétséget kizáró módon utaló sort alkot.

Úgy az O_h^7 , mint T_h^4 csoportban a molekulák száma 8, 16, 32, 48, 96, 192 lehet.¹ A T_h^4 csoport önként elesik, mert nincs semmi okunk feltételezni, hogy a chromit kristályai alacsonyabb szimmetriát kövessenek, mint a szabályos rendszer hexakisoktaederes osztályának megfelelőt.

A chromit a spinell-csoport egyik jól definiált tagja, nem valószínű tehát, hogy a molekulák számában eltérést mutasson a többi tagtól.

S végül a szabályos rendszer egy csoportjában sem lehetséges hét molekula az elemi paralelepipedonban.

Miként az előbbieken rámutattam, a chromitra vonatkozólag csakis a szabályos rendszer hexakisoktaederes osztályának O_h^7 csoportja jöhet figyelembe. Ugyanis az indexek négyzeteinek

¹ P. NIGGLI: Diskontinuum, 411.

összegei, $(h^2+k^2+l^2)$ olyan sorrendben következnek egymás után, ami az elméletileg megállapított sorral¹ kitűnően egyezik:

$$3 : 8 : 11 : 12 : 16 : 19 : 24 : 27 : 32 : 43 : 50 : 59 : 66$$

$$3 : 8 : 11 : 12 : 16 : 19 : 24 : 27 :$$

Az elemi paralelepipedon 8 molekula $FeCr_2O_4$ -t tartalmaz, szükséges tehát, hogy 8Fe, 16Cr és 32O atom elhelyezkedését állapítsuk meg. Az indexek alapján nyertük az O_h^7 csoportot, amelyben a pontkoordináták a következők:

| | | | | | | | | |
|------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fe^{II} | 000 | $\frac{11}{2}0$ | $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ | $0\frac{11}{2}$ | $\frac{111}{444}$ | $\frac{331}{444}$ | $\frac{313}{444}$ | $\frac{133}{444}$ |
| Cr^{III} | $\frac{555}{888}$ | $\frac{115}{888}$ | $\frac{151}{888}$ | $\frac{711}{888}$ | $\frac{335}{888}$ | $\frac{775}{888}$ | $\frac{731}{888}$ | $\frac{371}{888}$ |
| | $\frac{353}{888}$ | $\frac{713}{888}$ | $\frac{757}{888}$ | $\frac{317}{888}$ | $\frac{533}{888}$ | $\frac{173}{888}$ | $\frac{137}{888}$ | $\frac{577}{888}$ |

O^II $m m m$, $m \bar{m} \bar{m}$, $\bar{m} m \bar{m}$, $\bar{m} \bar{m} m$,

 $\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, $m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}$,
 $\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}$, $m + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$,
 $m + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}m$, $m + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}m$, $\bar{m} + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}\bar{m}$,
 $m + \frac{1}{2}m m + \frac{1}{2}$, $m + \frac{1}{2}\bar{m} \bar{m} + \frac{1}{2}$, $\bar{m} + \frac{1}{2}m \bar{m} + \frac{1}{2}$,
 $m m + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}$, $m \bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}$, $\bar{m} m + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}$,
 $\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}m$, $\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m} m + \frac{1}{2}$, $\bar{m} \bar{m} + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}$,
 $\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, $\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, $\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$,
 $\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}$, $\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}$, $\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}$,
 $m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}$, $m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}$, $m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}$,
 $m + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, $m + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, $m + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$,

Ha $m = \frac{7}{8}$, akkor:

| | | | | | | | | |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| O^{II} | $\frac{777}{888}$ | $\frac{711}{888}$ | $\frac{171}{888}$ | $\frac{117}{888}$ | $\frac{333}{888}$ | $\frac{131}{888}$ | $\frac{311}{888}$ | $\frac{113}{888}$ |
| | $\frac{337}{888}$ | $\frac{351}{888}$ | $\frac{531}{888}$ | $\frac{373}{888}$ | $\frac{315}{888}$ | $\frac{575}{888}$ | $\frac{733}{888}$ | $\frac{755}{888}$ |
| | $\frac{135}{888}$ | $\frac{557}{888}$ | $\frac{513}{888}$ | $\frac{153}{888}$ | $\frac{773}{888}$ | $\frac{737}{888}$ | $\frac{377}{888}$ | $\frac{751}{888}$ |
| | $\frac{715}{888}$ | $\frac{355}{888}$ | $\frac{571}{888}$ | $\frac{535}{888}$ | $\frac{175}{888}$ | $\frac{553}{888}$ | $\frac{517}{888}$ | $\frac{157}{888}$ |

A chromit atomjai tehát teljesen a magnetit-típus szerint helyezkednek el. P. NIGGLI a magnetit szerkezetét a következőleg írja le:² Az Fe^{II} -atomok éppúgy, mint a C-atomok a gyé-

¹ P. NIGGLI: Die Kristallstruktur einiger Oxyde. I. Zeitschr. für Krist. 1922. LVII. p. 261.

² P. NIGGLI: Lehrb. d. Min. II. Aufl. 1927. II. Bd. p. 135—136.

mánt esetében, tetraederesen helyezkednek el. Merőlegesen a tri-gyrekre az Fe^{II} -atomok hatszögeket alkotnak fel-lemenő élekkel; tehát ezek nem síkhatszögek. Minden Cr^{III} -atomot egyenlő távolságban hat Cr^{III} -atom vesz körül. Az összekötő vonalak az [110] iránnyal párhuzamosan haladnak. Hasonló módon vesz körül minden O^{II} -atomot másik hat O^{II} -atom. Tehát az [110] irány a legsűrűbben van Cr^{III} és O^{II} -atomokkal megterhelve. De az O^{II} -atomok nem ugyanazon [110]-irányokra esnek, mint a Cr^{III} -atomok. Hexaeder-lapokon az O^{II} -atomok összekötő egyenesei a Cr^{III} -atomokat összekötő irányokkal szabályosan váltakoznak. Az [111] egyenesek az Fe^{II} -atomok legrövidebb és e legrövidebb távolság háromszorosát tüntetik fel. Az utóbbiak két O^{II} és egy Cr^{III} -atommal vannak felosztva.

Minden Fe^{II} -atomot 12 egyenlő legrövidebb távolságban Cr^{III} -atomok vesznek körül. Az összekötő egyenesek párhuzamosak a [311] iránnyal. Egy-egy Fe^{II} -atom körül O^{II} -atomok csoportosulnak, de nem a legkisebb távolságokban. Minden Cr^{III} -atomot mindig hat egyenlő és legkisebb, a [311] iránnyal párhuzamos távolságban Fe^{II} -atomok vesznek körül és a középpontban van a már említett nem komplanáris hatszög. Az összekötő vonalak egy igen tompa romboeder lapnormálisai. A Cr^{III} -atomokat az O^{II} -atomok veszik körül a hatszögséma szerint. A hat egymásra merőleges és [100]-val párhuzamos irányban található az O^{II} -atomok egy Cr^{III} -atom körül csoportosulva.

Az atomok közti legrövidebb távolságok a következők:

$$Fe^{II} - Fe^{II} = \frac{a}{4} \sqrt{3} = 3.486 \text{ \AA. } E.$$

$$Cr^{III} - Cr^{III} = \frac{a}{4} \sqrt{2} = 2.846 \text{ " "}$$

$$Fe^{II} - Cr^{III} = \frac{a}{8} \sqrt{11} = 3.338 \text{ " "}$$

$$Fe^{II} - O^{II} = \frac{a}{8} \sqrt{3} = 1.743 \text{ " "}$$

$$Cr^{III} - O^{II} = \frac{a}{4} = 2.013 \text{ " "}$$

Az *intenzitás* egyenesen arányos a strukturfaktor négyzetével, a reflektáló síkok számával, a szóródási faktoriall és a LORENTZ-faktoriall. A LORENTZ-faktor pedig fordítva arányos a megfelelő $\sin^2 \frac{\delta}{2}$ értékekkel, tehát

$$I = \frac{A_n^2 \cdot q}{\sin^2 \frac{\delta}{2}} (1 + \cos^2 \delta),$$

ahol I az intenzitás, A_n a strukturfaktor, q a reflektáló síkok száma, $1 + \cos^2 \delta$ a szóródási faktor, $\frac{1}{\sin^2 \frac{\delta}{2}}$ a LORENTZ-faktor.

A strukturfaktor a chromit esetében a következő:

$$\begin{aligned} A_n = & Fe \left[1 + \cos n\pi (h+k) + \cos n\pi (h+l) + \cos n\pi (k+l) + \right. \\ & + \cos n \frac{\pi}{2} (h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{2} (3h+3k+l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{2} (3h+k+3l) + \cos n \frac{\pi}{2} (h+3k+3l) \left. \right] + \\ & + Cr \left[\cos n \frac{5\pi}{4} (h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+5k+l) + \right. \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+3k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+7k+5l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+3k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+7k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+5k+3l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+5k+7l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+k+7l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+3k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+7k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+3k+7l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+7k+7l) \left. \right] + \\ & + O \left[\cos n \frac{7\pi}{4} (h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+7k+l) + \right. \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (h+k+7l) + \cos n \frac{3\pi}{4} (h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+3k+l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+3k+7l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+5k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+3k+l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+7k+3l) + \\ & + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+7k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+3k+3l) \left. \right] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+5k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+3k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+5k+7l) + \\
& + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+5k+3l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+7k+3l) + \\
& + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+3k+7l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+7k+7l) + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+5k+l) + \\
& + \cos n \frac{\pi}{4} (7h+k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (3h+5k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+7k+l) + \\
& + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+3k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+7k+5l) + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+5k+l) + \\
& + \cos n \frac{\pi}{4} (5h+k+7l) + \cos n \frac{\pi}{4} (h+5k+7l)].
\end{aligned}$$

Az intenzitásokat a következő oldalon levő táblázat foglalja magába. A megfigyelt és számított intenzitások igen jól egyeznek.

*

A chromit rácsmérete $a = 8.052 \text{ \AA}$. *E.* Az elemi paralelepipedon 8 molekula $FeCr_2O_4$ -t tartalmaz. Térrács-csoport: O_h . Az Fe^{II} -atomok ugyanolyan térrácsot alkotnak, mint a gyémánt C-atomjai. Egy hasonló pontkomplex körül, mely az előbbihez képest $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ -el el van tolva, de tömegrészecskével nincs megterhelve, foglalnak helyet a Cr^{III} -atomok tetraederes elrendezésben. Az O^{II} -atomok ugyancsak tetraederesen helyezkednek el az Fe^{II} súlypontok és egyben a Cr^{III} -komplexek súlypontjai körül. A *chromit szerkezete tehát a fentebbiek alapján teljesen analog a magnetit szerkezetével.*

| Index | $d \frac{m}{m}$ -ben | | $\delta/2$ | | $\sin \delta/2$ | | $\sin^2 \delta/2$ | | Intenzitás | | Reflek- táló síkok száma | |
|-------|----------------------|----------------|------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|------------------------------|----------------|-----------------------------------|----|
| | mért ¹ | szá- mitott | talált | szá- mitott | talált | szá- mitott | talált | szá- mitott | meg- figyelt ² | szá- mitott | | |
| 1. | 111 | 7·88 | 7·86 | 4° 20' | 4° 22' | 0·076 | 0·076 | 0·005 | 0·005 | V. | 2 | 8 |
| 2. | 202 | 13·22 | 13·03 | 7° 06' | 7° 10' | 0·124 | 0·124 | 0·015 | 0·015 | VI. | 65 | 12 |
| 3. | 113 | 15·66 | 15·42 | 8° 32' | 8° 24' | 0·148 | 0·146 | 0·022 | 0·021 | VII. | 119 | 24 |
| 4. | 222 | 16·50 | 16·15 | 8° 57' | 8° 47' | 0·155 | 0·154 | 0·024 | 0·023 | I. | 0 | 8 |
| 5. | 004 | 19·13 | 18·89 | 10° 16' | 10° 09' | 0·178 | 0·176 | 0·031 | 0·031 | VI. | 74 | 6 |
| 6. | 313 | 21— | 20·81 | 11° 11' | 11° 06' | 0·194 | 0·192 | 0·037 | 0·037 | V. | 3 | 24 |
| 7. | 422 | 23·75 | 23·73 | 12° 29' | 12° 28' | 0·216 | 0·216 | 0·046 | 0·046 | VI. | 40 | 24 |
| 8. | 511 333 | 25·60 | 25·98 | 13° 19' | 13° 29' | 0·230 | 0·233 | 0·053 | 0·054 | VI. | 61 | 32 |
| 9. | 440 | 28·25 | 28·15 | 14° 25' | 14° 26' | 0·249 | 0·249 | 0·062 | 0·062 | VII. | 273 | 12 |
| 10. | 533 543 | 34·21 | 33·91 | 16° 55' | 16° 48' | 0·291 | 0·289 | 0·084 | 0·084 | IV. | 30 | 24 |
| 11. | 550 710 731 | 37·25 | 37·52 | 18° 04' | 18° 10' | 0·310 | 0·311 | 0·096 | 0·097 | III. | 0 | 84 |
| 12. | 553 554 | 42·12 | 42·13 | 19° 46' | 19° 46' | 0·338 | 0·338 | 0·114 | 0·114 | II. | 0 | 72 |
| 13. | 811 741 | 45·25 | 45·37 | 20° 47' | 20° 49' | 0·355 | 0·355 | 0·126 | 0·126 | I. | 0 | 48 |
| 14. | 752 | 51·50 | 52·55 | 22° 38' | 22° 55' | 0·385 | 0·389 | 0·148 | 0·151 | I. | 0 | 48 |

¹ Többször megismételt mérések középértékei.

² VII. = igen-igen erős, VI. = igen erős, V. = erős, IV. = közepes, III. = gyenge, II. = igen gyenge, I. = igen-igen gyenge.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 november 7.-én tartott üléséből.)

ÜBER DIE KRISTALLSTRUKTUR DES CHROMITS.

Von L. TOKODY.

Zu der Röntgenaufnahme des Chromits wurde derbes Chromitmaterial von *Tiszafa* (= Tiszovica, Komitat Krassó-Szörény, Ungarn) verwendet. Die Aufnahme wurde nach der DEBYE-SCHERRER-Methode zwischen folgenden Umständen aufgenommen: Antikathode aus *Mo* ($MoK_{\alpha} = 0.70973$, $MoK_{\beta} = 0.63075$), 40KV., SMA., *Expositionsdauer*: 10 Stunde, $d = 51 \text{ mm}^2$ $\varphi \doteq 1 \text{ mm}^2$ Die PHILIPS-METALLIX Lampe war mit einem Zr-Filter ausgerüstet, weshalb keine β -Linien auftraten.

Die Bestimmung der Gitterdimension ergab den Wert $a = 8.052 \text{ \AA. E.}$

Die chemische Zusammensetzung des Chromits von Tiszafa ist folgende:³

| | | |
|------------------------------------|-----------|----------|
| <i>FeO</i> | — — — — — | 25.94 % |
| <i>Cr₂O₃</i> | — — — — — | 54.22 % |
| <i>MgO</i> | — — — — — | 9.77 % |
| <i>Al₂O₃</i> | — — — — — | 2.29 % |
| <i>MnO</i> | — — — — — | 0.94 % |
| <i>TiO₂</i> | — — — — — | 0.68 % |
| <i>SiO₂</i> | — — — — — | 6.16 % |
| <i>CaO</i> | — — — — — | — |
| <i>H₂O + 110° C</i> | — — — — — | 0.09 % |
| | | 100.09 % |

Das spezifische Gewicht⁴: 4.93.

Wie aus obigen Daten ersichtlich ist, ein Teil des Fe^{II} durch Mg^{II} , ein Teil des Cr^{III} durch Al^{III} substituiert. Mit Berücksichtigung des substituierten Mg und Al , ferner nach der Umrechnung eines Teiles des FeO dem Verhältnis $FeO:Cr_2O_3=1:1$ entsprechend als Fe_2O_3 , ergibt sich aus der Analyse das Molekulargewicht: 205.9. Das Molekulargewicht des ganz reinen, der Fe_2CrO_4

¹ d = Der Abstand zwischen Kristall und fotogr. Platte.

² φ = Der Durchmesser des mit Chromit gefühlten Glasrohres.

³ Analytiker: J. Sütö.

⁴ Die Bestimmung M. Löw.

Zusammensetzung entsprechenden Chromits beträgt: 223·81. Der Chromit von Tiszafa besitzt eigentlich keine konstante chemische Zusammensetzung, wie dies aus Analysen Seite 279, 280, 281 im ungarischen Text ersichtlich ist. Der Cr_2O_3 Gehalt schwankt von 17% bis 60%. Die berechnete Anzahl der Moleküle ist: 7·621. Dieser Wert ist von der nächsten ganzen Zahl 8 zwar ein wenig weit entfernt, doch müssen wir nach folgenden Überlegungen annehmen, dass der Elementarkörper 8 Moleküle enthält. Die Quadratsumme der Indices bildet eine unzweifelhaft auf die Raumgruppe O_h^7 bzw. T_h^4 hinweisende Reihe. In den Raumgruppen O_h^7 oder T_h^4 ist die Zähligkeit 8, 16, 32, 48, 96, 192. Die Raumgruppe T_h^4 bleibt freiwillig weg, weil es keine Daten gibt, die für Chromit eine niedrigere Symmetrie als hexakisoktaedrisch wahrscheinlich machen können. Es ist ganz unwahrscheinlich, dass der Chromit von den übrigen Gliedern der Spinell-Gruppe nur in der Anzahl der Moleküle eine Abweichung aufweisen sollte. Und schliesslich ist in sämtliche Raumgruppen des regulären Systems die Zähligkeit 7 ausgeschlossen.

Da acht Moleküle $FeCr_2O_4$ in dem Elementarkörper vorhanden sind, müssen darin 8Fe-Atome, 16Cr-Atome und 32 O-Atome plaziert werden. In der Raumgruppe O_h^7 gibt es folgende Punktlagen für die Fe, Cr und O-Atome (alle O-Atome sind strukturell gleichwertig):

| | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Fe^{II} | 000 | $\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & \end{smallmatrix}$ | $0 \begin{smallmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 4 & 4 & 4 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 3 & 3 & 1 \\ 4 & 4 & 4 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 3 & 1 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \end{smallmatrix}$ |
| Cr^{III} | $\begin{smallmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 5 & 1 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 5 & 1 & 1 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 3 & 3 & 5 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 7 & 7 & 5 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 7 & 3 & 1 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 3 & 7 & 1 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ |
| | $\begin{smallmatrix} 3 & 5 & 3 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 7 & 1 & 3 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 7 & 5 & 7 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 3 & 1 & 7 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 5 & 3 & 3 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 7 & 3 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 1 & 3 & 7 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ | $\begin{smallmatrix} 5 & 7 & 7 \\ 8 & 8 & 8 \end{smallmatrix}$ |

O^{II} mmm , $m\bar{m}\bar{m}$, $\bar{m}m\bar{m}$, $\bar{m}\bar{m}m$,

| | | |
|---|---|---|
| $\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, | $m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}$, | |
| $\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}$, | $m + \frac{1}{4}m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, | |
| $m + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}m$, | $m + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m}$, | $\bar{m} + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}\bar{m}$, |
| $m + \frac{1}{2}m\bar{m} + \frac{1}{2}$, | $m + \frac{1}{2}\bar{m}\bar{m} + \frac{1}{2}$, | $\bar{m} + \frac{1}{2}m\bar{m} + \frac{1}{2}$, |
| $mm + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}$, | $m\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}$, | $\bar{m}m + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}$, |
| $\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m} + \frac{1}{2}m$, | $\bar{m} + \frac{1}{2}\bar{m}m + \frac{1}{2}$, | $\bar{m}\bar{m} + \frac{1}{2}m + \frac{1}{2}$, |
| $\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, | $\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, | $\bar{m} + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, |
| $\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}$, | $\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}$, | $\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}$, |
| $m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}$, | $m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}$, | $m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}$, |
| $m + \frac{3}{4}m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{1}{4}$, | $m + \frac{3}{4}m + \frac{1}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, | $m + \frac{1}{4}m + \frac{3}{4}\bar{m} + \frac{3}{4}$, |

Wenn $m = \frac{7}{8}$, so ist:

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| O^{II} | 777 | 711 | 171 | 117 | 333 | 131 | 311 | 113 |
| | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 |
| | 337 | 351 | 531 | 373 | 315 | 575 | 733 | 755 |
| | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 |
| | 135 | 557 | 513 | 153 | 773 | 737 | 377 | 751 |
| | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 |
| | 715 | 355 | 571 | 535 | 175 | 553 | 517 | 157 |
| | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 | 888 |

Die Atomanordnung des Chromits ist also mit der Magnetitstruktur analog. Die Schwerpunkte der Fe^{II} -Atome bilden einen Gitterkomplex, wie die C-Atome des Diamanten. Um einen gleichen Punktkomplex, der um $\frac{111}{222}$ gegenüber dem ersten verschoben, aber nicht mit Massenteilchen besetzt ist, sind die Cr^{III} -Atome tetraedrisch gruppiert. Die strukturell gleichwertigen O-Atome sind tetraedrisch um die Fe^{II} -Schwerpunkte und zugleich die Schwerpunkte der Cr^{III} -Komplexe angeordnet. — Die kürzesten Abstände zwischen den Atomen sind folgende:

$$Fe^{II} - Fe^{II} = \frac{a}{4} \sqrt{3} = 3.486 \text{ \AA. } K.$$

$$Cr^{III} - Cr^{III} = \frac{a}{4} \sqrt{2} = 2.846 \text{ " "}$$

$$Fe^{II} - Cr^{III} = \frac{a}{4} \sqrt{11} = 3.338 \text{ " "}$$

$$Fe^{II} - O^{II} = \frac{a}{4} \sqrt{3} = 1.743 \text{ " "}$$

$$Cr^{III} - O^{II} = \frac{a}{4} = 2.013 \text{ " "}$$

Die Intensitäten sind in der Tabelle Seite 286 im ungarischen Text zusammengefasst. Die beobachteten und berechneten Intensitäten stimmen sehr gut überein.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften von 7. November 1927.)

FOLYTONOS CSOPORTOK GEOMETRIAI ELMÉLETÉRŐL.

II. A háromdimenziós tér euklidesi és hiperbolikus csoportjairól.¹

KERÉKJÁRTÓ BÉLÁ-tól.

Jelen dolgozat célja, a háromdimenziós euklidesi és hiperbolikus geometriák csoportjainak egyszerű topológiai jellemzését nyújtani. A kétdimenziós esetre HILBERT oldotta meg ezt a problémát.² Jelen dolgozatomban fel fogom használni eredményeit s némely módszerét. A HILBERT-féle axiómákon kívül fel fogom tételezni egy LIE által használt axiómának topológikus tartalmát.³ Egy következő dolgozatomban fogok azzal a problémával foglalkozni, hogyan lehet a jelen axiómarendszert visszavezetni egy általánosabbra, amely egyenesen analóg lesz a HILBERT-féle rendszerrel.

1. §.

Tekintsük a háromdimenziós DESCARTES-féle tér önmagára való, az indikárixot megtartó leképezéseinek olyan Γ csoportját, mely eleget tesz a következő feltételeknek:

¹ Első közleményt l. Math. és Természettud. Értesítő XLII. k. (1925) 240—253. l.

² HILBERT: Über die Grundlagen der Geometrie, Mathem. Annalen 56. k. (1902) vagy HILBERT: Grundlagen der Geometrie, 4. kiadás, Leipzig és Berlin, 1913, Anhang IV, 163—218. o.

³ LIE—ENGEL: Theorie der Transformationsgruppen, 3. kötet (1893), 506. oldal.

a) A csoport transzformációi *zárt rendszert* alkotnak (a HILBERT-féle értelemben); vagyis: ha A, B, C, D és A', B', C', D' a tér tetszésszerű pontjai, hogy vannak a csoportnak transzformációi, melyek A, B, C, D tetszésszerű közelében fekvő pontokat A', B', C', D' tetszésszerű közelében fekvő pontokba visznek át, akkor van a csoportnak olyan transzformációja, mely az A, B, C, D pontokat az A', B', C', D' pontokba viszi át.

b) Ha A a térnek tetszésszerű pontja, az adott csoportnak amaz alsocsoportjánál, mely A -t változatlanul hagyja, minden más pont *zárt felületet* ír le.¹ Minden ilyen felületet *pseudo-gömb*-nek nevezünk.

c) Ha B másik tetszésszerű pont, minden olyan pont, amelybe B átmegy az A -t változatlanul hagyó transzformációknál — kivéve véges számút közülök — végtelen sok pontba megy át amaz alsocsoportnál, mely az A és B pontokat egyidejűleg változatlanul hagyja.

Be fogjuk bizonyítani, hogy a fenti feltételeknek eleget tevő csoport a háromdimenziós euklidesi vagy hiperbolikus geometria csoportjával *æquivalens*.

2. §.

Felvesszük a térnek tetszésszerű O pontját és tekintjük az O centrummal bíró pseudo-gömböket. Ezek zárt felületek olyan seregét alkotják, hogy a térnek minden az O -tól különböző pontján keresztül halad a seregnek egy és csak egy felülete. Ebből az következik, hogy a sereghez tartozó mindegyik felület egy közöséges gömbfelülettel homöomorph, mindegyiknek O belsejében fekszik s bármely kettőjük közül egyik a másiknak belsejében fekszik.² Hozzárendeljük az O körüli σ_O pseudo-gömbökhöz a pozitív valós r számértékeket olyan módon, hogy ha $r < r'$, akkor σ''_O a σ'_O belsejében fekszen; ez a hozzárendelés akkor szükségképpen folytonos oly értelemben, hogy σ''_O

¹ Nem volna szükséges feltenni, hogy ez a felület zárt, hanem ezt le lehetne vezetni az a) axiómából HILBERT módszereivel.

² Ezt az állítást egy legközelebb az Acta Litterarum ac Scientiarum folyóiratban közlendő «Sur les familles de surfaces et de courbes» című dolgozatomban fogom bebizonyítani.

illetőleg σ'_0 bármely pontja tetszésszerűen közel fekszik σ'_0 , illetőleg σ'_0 -hez, ha csak $|r-r'|$ elegendő kicsiny.

Tekintsünk egy σ_0 pszeudogömböt, melynek centruma O . Jelöljük Γ_0 -val a Γ csoport ama transzformációiból álló alcsoportját, amelynél O invariáns. A Γ_0 csoport mindegyik transzformációja σ_0 -nak önmagára való az induktrixot megtartó topológikus transzformációját szolgáltatja. σ_0 -nak ezen önmagára való transzformációi együtt olyan csoportot alkotnak, mely lényegében eleget tesz a HILBERT-féle axiomáknak.¹ A HILBERT-féle módszerekkel nevezetesen megmutatható,² hogy Γ_0 -nak amaz Γ_{OP} alcsoportja, mely σ_0 -nak P pontját változatlanul hagyja, σ_0 -ra vonatkozólag æquivalens egy metrikus gömbnek valamely tengelye körül való forgásainak csoportjával. Ezt a csoportot ciklikus forgáscsoport-nak (vagy σ_0 -nak az OP tengely körül való forgáscsoportjának) fogjuk nevezni. Ennél a csoportnál P -n kívül σ_0 -nak egy egyértelműen meghatározott P' pontja invariáns; a P és P' pontokat σ_0 -n diametris pontpárnak nevezzük. σ_0 -n diametris pontpár Γ_0 bármely transzformációjánál ugyanilyenbe megy át; ha ugyanis t a Γ_0 tetszésszerűen transzformációja s ennél P képe Q , akkor

$$\Gamma_{OQ} = t^{-1}\Gamma_{OP}t.$$

Ha t tetszésszerűen a Γ_0 -hoz tartozó transzformáció, van ennek legalább egy P fixpontja σ_0 -n, BROUWER tétele szerint;³ a Γ_{OP} ciklikus csoport tehát tartalmazza a t transzformációt. Eszerint Γ_0 -nak bármely transzformációja hozzátartozik Γ_0 valamelyik ciklikus alcsoportjához.

A Γ_{OP} ciklikus forgáscsoportnál σ_0 -nak P és P' pontjai invariánsok; σ_0 minden más pontja σ_0 -n egyszerű zárt görbét ír le; ezeket a görbéket σ_0 -nak P és P' centrumokkal bíró pszeudokör-einek nevezzük.

Γ_0 -nak t transzformációjánál, mely a P pontot Q -ba viszi

¹ HILBERT: Grundlagen der Geometrie, 167–169. o.; a második axioma a mi esetünkben az invariáns pont környezetében érvényes.

² HILBERT: L. c., 173. és köv. o.

³ BROUWER: Mathem. Annalen, 71. k. 114. és 325. o.

át, a PP' körüli pszeudokörök átmennek a QQ' körüli pszeudokörökbe, mint közvetlenül belátható a fenti formulából:

$$T_{OQ} = t^{-1}T_{OP}t.$$

3. §.

T_0 -nak olyan t transzformációjánál, mely P -t a diametrális P' pontba viszi át, a σ_0 -n P és P' centrumokkal bíró pszeudokörök serege önmagába megy át. Van tehát e körök között egy és csak egy, mely t -nél önmagába megy át: ezt x -val jelöljük s a PP' körüli *főkör*-nek nevezzük. x -n pontosan két Q és Q' invariáns pont van a t transzformációnál, melyek szükségképpen diametrálisai egymásnak. A t transzformáció tehát egy Q és Q' körüli forgás; t^2 a P, P', Q, Q' pontok mindegyikét önmagába viszi át, úgyhogy t^2 az azonosság. A t transzformációt a QQ' körüli *félforgás*-nak nevezzük s mint ilyet $t_{QQ'}^{1/2}$ -vel jelöljük. x -nak a Q és Q' pontok által meghatározott két íve $t_{QQ'}^{1/2}$ -nél egymásba megy át; következőleg egy és csak egy olyan diametrális pontpár R, R' van x -n, hogy R és R' felcserélődnek $t_{QQ'}^{1/2}$ -nél. x -nak bármely diametrális pontpárja körül való félforgás P és P' -t kicseréli. A PP' körüli félforgás x -nak minden pontját diametrális párjába viszi át. Két diametrális pontpárt P, P' és Q, Q' -t *merőleges*-nek nevezünk, ha egyik körüli félforgás a másik pár két pontját felcseréli (és akkor szükségképpen megfordítva is). Valamennyi diametrális pontpár, mely merőleges PP' -re, rajta fekszik a PP' körüli főkörön. A fentiekből nyilván következik, hogy egy pszeudokör, melynek bármely pontjával együtt ennek diametrálisai is a pszeudokörön fekszik, szükségképpen főkör.

Legyen most x egy főkör, PP' centrumai, QQ' diametrális pontpár x -n. A QQ' körüli forgásoknál x főkörökbe megy át, melyeknek serege σ_0 -t teljesen kitölti. Ebből az következik, hogy σ_0 bármely két pontján keresztül halad legalább egy főkör.

Legyenek x és x' tetszésszerű főkörök σ_0 -n, legyenek PP' és QQ' centrumaik. Legyen x egy főköre σ_0 -nak, mely P és Q -n áthalad, jelöljük \bar{x} centrumait R, R' -vel. Előbbi eredményeinkből kiadódik, hogy x és x' áthalad R és R' -n, úgyhogy x és

x' -nek legalább két közös pontjuk van. Nem lehet több, mint két közös pontjuk, ha csak x és x' nem azonosak. Ha ugyanis PP' és QQ' nem azonosak, továbbá ha SS' egy RR' -től különböző diametrális pontpár, mely x és x' -höz tartozik, akkor a $t_{RR'}^{1/2}$ félforgásnál s ugyanígy a $t_{SS'}^{1/2}$ félforgásnál felelőképp P és P' egymással s ugyanígy Q és Q' , úgyhogy a $t_{RR'}^{1/2} \cdot t_{SS'}^{1/2}$ transzformációnak négy fixpontja volna: P, P', Q, Q' ; másfelől ez a transzformáció nem lehet az azonosság s így ellenmondáshoz jutottunk. Tehát:

σ_0 bármely két főkörének két és csak két pontja közös, amelyek szükségképpen egymásnak diametrálisai.

Megjegyezzük, hogy egy főkör a pseudogömböt két olyan tartományra osztja, hogy bármely pontnak, mely az egyik tartományban van, diametrálisai a másik tartományban fekszik. Tekintsünk ugyanis egy PP' diametrális pontpárt, a PP' körüli x főkört s egy a PP' -n áthaladó x' főkört. x és x' -nek két Q és Q' közös pontjuk van. x' -nek a P' és Q' -től mentes PQ ívén fekvő pontjainak diametrálisai x' -nek a P és Q -től mentes $P'Q'$ ívén vannak és így tovább. Ebből következik a fenti állítás.

4. §.

Fenti eredményünkből, mely szerint a σ_0 pseudogömb bármely két nem diametrális pontján keresztül egy és csak egy a σ_0 -n fekvő főkör halad, levezetjük a következő állítást:

Ha P és Q a σ_0 pseudogömb két pontja, van Γ_0 -ban olyan a P -t Q -ba átvivő transzformáció, mely az azonosságtól tetszésszerűen kevéssé különbözik, ha csak P és Q távolsága elegendő kicsiny.

Tekintsük ugyanis σ_0 -n a P és Q -n áthaladó főkört, jelöljük ennek centrumait R és R' -vel; egy az RR' körüli forgás, mely P -t Q -ba viszi át, tetszésszerűen kevéssé különbözik az azonosságtól, ha P és Q elegendő közel vannak egymáshoz, mint ez közvetlenül kiadódik az a) axiómából, amely szerint a csoport transzformációi zárt rendszert alkotnak.

5. §.

A 2. §. eredményeiből következik, hogy a csoport olyan transzformációja, mely O -t és σ_O -nak két nem diametrális pontját önmagába viszi át, σ_O -n az azonosság. Ha a σ_O valamely P pontja körüli pszeudogömböket tekintjük, kiadódik, hogy ugyanez a transzformáció az azonosság minden más az O körüli σ'_O pszeudogömbön, tehát az egész térben. σ_O -nak önmagára való olyan transzformációja, melynek az n -edik hatványa az azonosság, periodikus az n periodussal az egész térben is. Ebből az következik, hogy a Γ_{OP} csoport, mely O -t és σ_O -nak P pontját változatlan hagyja, ciklikus csoport az egész térre nézve s nevezetesen ciklikus csoport mindegyik az O pont körüli σ'_O pszeudogömbön.

σ_O minden diametrális PP' pontpárjának megfelel ilyen módon bármely az O körüli σ'_O pszeudogömbön egy egyértelműen meghatározott diametrális pontpár, nevezetesen σ'_O invariáns pontjai a Γ_{OP} csoportnál. A térnek Γ_{OP} -nél invariáns pontjainak halmazát nevezzük az O és P pontokon áthaladó *pszeudoegyenes*-nek s λ_{OP} -vel jelöljük.

Mínthogy O és P a térnek két tetszésszerű pontja, ki mondhatjuk a következő tételeket:

A térnek két tetszésszerű egymástól különböző pontja meghatároz egy és csakis egy rajtok áthaladó pszeudoegyeneset.

Továbbá:

Egy pszeudoegyenes bármely két egymástól különböző pontja meghatározza ezt a pszeudoegyeneset.

Meg akarjuk mutatni, hogy *egy pszeudoegyenes egy egyszerű folytonos nyílt vonal*, azaz egy olyan zárt ponthalmaz, mely a végtelen számeegyenesnek kölcsönösen egyértelmű folytonos képe. A 2. §. eredményei szerint létezik az O körüli σ_O pszeudogömbök s a pozitív reális számok halmaza között egy kölcsönösen egyértelmű folytonos vonatkozás. Minden σ_O pszeudogömbön a λ_{OP} pszeudoegyenesnek pontosan két pontja van; ezek a pontok együtt egy topológikus tértranszformáció fixponthalmazát alkotják, úgyhogy ez a halmaz zárt. Eszerint, ha a $\sigma_O^{(1)}, \sigma_O^{(2)}, \dots$ pszeudogömbök a $\sigma_O^{(0)}$ pszeudogömbhöz konvergálnak, λ_{OP} -nek a $\sigma_O^{(1)}, \sigma_O^{(2)}, \dots$ pszeudogömbökön fekvő pontjai λ_{OP} -nek a $\sigma_O^{(0)}$ -n fekvő

pontjaihoz konvergálnak. Ebből következik a valós számok s a pszeudoegyenes pontjai között való topológikus megfelekezésnek létezése.

6. §.

Egy pszeudoegyenes a Γ csoport minden transzformációjánál pszeudoegyenesbe megy át.

Az O és P -n áthaladó λ_{OP} pszeudoegyenes a Γ_{OP} csoport fixpontjainak halmaza. λ_{OP} képe a Γ csoport valamely t transzformációjánál, mely az O és P pontokat rendre a Q és R pontokba viszi át, a Γ_{QR} csoport fixpontjainak halmaza (hiszen $\Gamma_{QR} = t^{-1}\Gamma_{OP}t$), vagyis a λ_{QR} pszeudoegyenes.

Egy λ_{PQ} pszeudoegyenes PQ szakaszán értjük λ_{PQ} ama pontjainak halmazát, melyek P és Q között fekszenek (egy a valós számokkal való topológikus vonatkozás értelmében).

Két PQ és RS szakaszt, melyek ugyanazon vagy két különböző pszeudoegyenesen fekszenek, *kongruens*-nek hívunk, ha van az adott Γ csoportban olyan transzformáció, mely a PQ szakaszt az RS szakaszba viszi át.

Egy PQ szakasz nem lehet kongruens valamely valódi részével. Elégséges megmutatni, hogy PQ nem lehet kongruens a PR szakasszal, ha R a PQ szakasznak valamely Q -tól különböző pontja. Ha ugyanis PQ és PR szakaszok kongruensek volnának, akkor volna a Γ csoportban olyan transzformáció, mely P -t önmagába és Q -t R -be viszi át, vagyis egy a P körüli forgás, melynél Q R -be megy át. Ennél a forgásnál a P körüli és Q -n áthaladó pszeudogömb invariáns, úgyhogy Q és R mindketten ezen a pszeudogömbön feküdnének. De ez lehetetlen, mivel a PQ szakasznak a P körüli s a Q -n áthaladó pszeudogömbön Q az egyedüli pontja.

Fredményünkből következik, hogy egy PQ szakasznak van egy egyértelműen meghatározott *középpontja* R , mely a PQ szakaszt két kongruens PR és RQ szakaszra osztja. (Van tehát R körül egy pszeudogömb, mely áthalad P és Q -n.) Előbbi megfontolásainkból kiderül az is, hogy ha egy transzformáció a PQ szakaszt a $P'Q'$ szakaszba viszi át, az egyik szakasz középpontjának képe a másik szakasz középpontja.

7. §.

Az O és P pontokon áthaladó pszeudoegyenes folytonosan változik a P pont folytonos változásánál.

Elegendő ezt abban az esetben megmutatni, hogy P egy σ_O pszeudogömbön változik. Legyen P fix és P_1 változó pont σ_O -n; meg akarjuk mutatni, hogy a λ_{OP_1} pszeudoegyenes összes pontjai a λ_{OP} pszeudoegyenes pontjaihoz konvergálnak, ha P_1 a P -hez tart. A 4. §. eredménye szerint van a σ_O önmagára való leképezéseinek (I_O által szolgáltatott) csoportjában az azonosság-nak olyan környezete, melynek transzformációi a P pontot ennek egy a σ_O -n felvett környezetének összes pontjaiba átviszik. Az a) axiómából s az 5. §. eredményeiből következik, hogy ezek a transzformációk a tér bármely korlátos tartományában is tetszőszerinti kevéssel különböznek az azonosságtól. Tehát σ_O -nak önmagára való olyan transzformációja, mely P -t P_1 -be viszi át a P és P_1 -n áthaladó főkör ívén, a λ_{OP} pszeudoegyeneset olyan λ_{OP_1} pszeudoegyenesbe viszi át, mely a tér bármely korlátos tartományában tetszőszerinti közel fekszik λ_{OP} -hez, feltéve, hogy P_1 elegendő közel van P -hez.

Elért eredményünk kétszeri alkalmazásából adódik, hogy:

Az O és P -n áthaladó λ_{OP} pszeudoegyenes folytonosan változik az O és P pontok folytonos változásánál.

8. §.

Legyen λ_{OP} az O és P pontok által és λ_{OQ} az O és Q pontok által meghatározott pszeudoegyenes. Tegyük fel, hogy P és Q egy az O körüli σ_O pszeudogömbön fekszenek s jelöljük ezen diametrális pontjaikat P' és Q' -vel. Ha PP' és QQ' pontpárok egymásra merőlegesek (a 3. §. értelmében), azt mondjuk, hogy λ_{OP} és λ_{OQ} pszeudoegyenesek egymásra merőlegesek. A definíció nyilván független a σ_O pszeudogömb speciális választásától. Emlékeztetünk ennek a fogalomnak a tartalmára: λ_{OP} és λ_{OQ} akkor és csak akkor merőlegesek egymásra, ha a λ_{OP} (ill. λ_{OQ}) körüli félforgás λ_{OQ} -t (ill. λ_{OP} -t) önmagába viszi át olyan módon, hogy λ_{OQ} -nak (ill. λ_{OP} -nek) az O által meghatározott két fele egymással felcserélődik.

Ha λ_{OR} bármely olyan pszeudoegyenes, melybe a λ_{OP} -re merőleges λ_{OQ} egyenes egy a λ_{OP} körüli forgásnál megy át, akkor λ_{OP} és λ_{OR} is merőlegesek egymásra. Valamennyi az O -on áthaladó λ_{OP} -re merőleges pszeudoegyenesek ezek közül bármelyikből λ_{OP} körüli forgással állíthatók elő.

9. §.

Azoknak a pontoknak a halmazát, melyek az O -n áthaladó és λ_{OP} -re merőleges λ_{OR} pszeudoegyeneseken fekszenek, π_0 pszeudosík-nak nevezzük. O -t a π_0 pszeudosík *kezdőpontja*-nak és λ_{OP} -t a π_0 *merőleges tengelyé*-nek hívjuk.

Ha O, R, S a tér három tetszőszerinti pontja, melyek nem fekszenek egy pszeudoegyenesen, van egy és csak egy pszeudosík, melynek O a kezdőpontja s mely áthalad az R és S pontokon. Tekintsük ugyanis a λ_{OR} és λ_{OS} pszeudoegyeneseket, vegyünk fel O körül egy σ_0 pszeudogömböt és jelöljük ennek λ_{OR} és λ_{OS} -sel való metszéspontjait R_1, R'_1, S_1, S'_1 -vel. σ_0 -nak az R_1 és S_1 pontokon áthaladó főkörének (mely szükségképpen áthalad R'_1 és S'_1 -n) centrumait jelöljük P_1 és P'_1 -vel. Az O kezdőponttal és λ_{OP_1} merőleges tengellyel bíró π_0 pszeudosík tartalmazza az R, S pontokat s ez az egyetlen pszeudosík O kezdőponttal, mely ezeket a pontokat tartalmazza. Ezt a pszeudosíkot, melyet az O kezdőpont s az R, S pontok határoznak meg $\pi_{O,RS}$ -sel jelöljük.

A merőlegesség meghatározásából kitűnik, hogy két egymásra merőleges pszeudoegyenes a Γ csoport bármely transzformációjánál két merőleges pszeudoegyenesbe megy át. Legyenek ugyanis λ_{OP} és λ_{OQ} egymásra merőleges pszeudoegyenesek és legyen t a Γ csoport valamely transzformációja, mely az O, P, Q pontokat az O_1, P_1, Q_1 pontokba viszi át. A t_{OP} forgások, melyek O és P -t változatlanul hagyják, átmennek t -nél olyan $t^{-1}t_{OP}t = t_{O_1P_1}$ forgásokba, melyek O_1 és P_1 -t változatlanul hagyják. Ha Q' -vel jelöljük Q -nak a $t_{OP}^{1/2}$ félforgásnál való képét, akkor Q_1 képe a $t_{O_1P_1}^{1/2} = t^{-1}t_{OP}t$ félforgásnál az a Q'_1 pont, melybe Q' t -nél átmege. Mivel egy pszeudoegyenes Γ bármely transzformációjánál ismét pszeudoegyenesbe megy át, innen következik, hogy $\lambda_{O_1P_1}$ és $\lambda_{O_1Q_1}$ egymásra merőlegesek.

Ebből az eredményből közvetlenül kiadódik, hogy O kezdőponttal és λ_{OP} merőleges tengellyel bíró π_O pszeudosík Γ -nak t transzformációjánál O_1 kezdőpontú és $\lambda_{O_1P_1}$ merőleges tengelyű π_{O_1} pszeudosíkba megy át, hol O_1 és P_1 az O és P képeit jelentik a t transzformációnál.

A λ_{OP} merőleges tengely körül való forgásnál a π_O pszeudosík természetesen önmagába megy át.

10. §.

A pszeudoegyenesek és síkokról eddig-elért eredményeink alapján le fogunk vezetni néhány a pseudogömbökre vonatkozó tételt.

Ha A és B egy σ_O pseudogömbnek nem diametrális pontjai és C az AB szakasz középpontja, akkor a λ_{AB} és λ_{OC} pszeudoegyenesek merőlegesek egymásra.

Tekintsük σ_O -nak az A és B -n áthaladó x főkörét s jelöljük x AB ívének középpontját C^* -gal (ez definíció szerint x -nak olyan pontja, hogy van x tengelye körül egy forgás, mely A -t C^* -ba és C^* -ot B -be viszi át). Az OC^* körül való félforgásnál A és B egymásba mennek át, a λ_{AB} egyenes képe $\lambda_{BA} \equiv \lambda_{AB}$, ennek AB szakasza a BA szakaszba megy át, úgyhogy középpontja C invariáns. Tehát C rajta fekszik λ_{OC^*} -on és a λ_{OC} ($\equiv \lambda_{OC^*}$) körüli félforgás λ_{AB} -t önmagába viszi át, vagyis λ_{AB} és λ_{OC} egymásra merőlegesek.

Egy σ_O pseudogömbnek és egy λ_{AB} pszeudoegyenesnek nem lehet kettőnél több közös pontja.

Tegyük fel, hogy A , B és C λ_{AB} -nek három a σ_O -n fekvő pontja; az 5. §. szerint nem lehet közülök bármely kettő sem diametrálisa egymásnak σ_O -n. Jelöljük T -vel, illetőleg U -val az AB és BC szakaszok középpontjait; nyilván $T \neq U$. A λ_{OT} és λ_{OU} pszeudoegyenesek merőlegesek λ_{AB} -re előbbi eredményünk szerint, tehát a λ_{AB} körüli félforgásnál ezek önmagukba mennek át. O -nak λ_{AB} körüli félforgásnál való O' képe különböző O -tól, mivel O nem fekszik λ_{AB} -n. A λ_{OT} és λ_{OU} pszeudoegyeneseknek tehát két O és O' közös pontjuk volna, ami ellenmondás (l. 5. §).

Ha A és B a σ_O pseudogömb két tetszőszerinti pontja, a

λ_{AB} pszeudoegyenes AB szakaszának valamennyi pontja σ_0 belsejében fekszik. (A és B -t kizárva.)

Tegyük fel állításunk ellenkezőjét; legyenek C, D, E a λ_{AB} pszeudoegyenes olyan pontjai σ_0 külsejében, melyek közül C az A és B között, D az A -tól balra és E a B -tól jobbra fekszik λ_{AB} -n. E három pont mindegyike körül meghatározunk egy olyan környezetet, mely ugyancsak σ_0 külsejében fekszik. Vegyük fel másrészt az A', B' pontokat σ_0 belsejében elegendő közel A és B -hez, úgyhogy a $\lambda_{A'B'}$ pszeudoegyenesnek legyen legalább egy-egy C', D', E' pontja a C, D és E körül meghatározott környezetekben; A' és B' ilyen megválasztásának lehetőségét biztosítja a 7. §. eredménye. A $D'A'C'B'E'$ pontok a $\lambda_{A'B'}$ egyenesen ebben a sorrendben következnek; bármely két egymásra következő e pontok közül két különböző, a σ_0 által meghatározott tartományban fekszik, úgyhogy bármely kettő között van $\lambda_{A'B'}$ -nek legalább egy a σ_0 -n fekvő pontja. Eszerint $\lambda_{A'B'}$ -nek legalább négy pontja van σ_0 -n, ami legutóbbi eredményünknek ellenmond.

11. §.

Legyenek A, B a tér tetszésszerű pontjai, C pedig a λ_{AB} pszeudoegyenes AB szakaszának valamely pontja; jelentsé σ_A , illetve σ_B az A , illetve B középponttal bíró C -n áthaladó pszeudogömböket. σ_A és σ_B -nek nincsen C -n kívül más közös pontjuk.

σ_A és σ_B -nek λ_{AB} -n nyilván nincsen C -n kívül más közös pontja; legyen tehát C_1 egy a λ_{AB} -hez nem tartozó pont, mely közös pontja σ_A és σ_B -nek. Tekintsük σ_A -nak a C_1 -n áthaladó λ_{AB} körüli pszeudokörét és jelöljük C_2 -vel ennek azt a pontját, mely C_1 képe a λ_{AB} félforgásnál. A C_1C_2 szakasz D középpontja λ_{AB} -n fekszik és λ_{C_1D} merőleges λ_{AB} -re (10. §.) Mivel C_1 és C_2 a σ_0 -nak pontjai, az előző §. szerint a C_1C_2 szakasz valamennyi pontja, tehát a D pont is σ_A belsejében fekszik. A C_1C_2 szakasz D pontja tehát a λ_{AB} pszeudoegyenesnek a σ_A belsejében fekvő szakaszához tartozik. Ugyan e megfontolás alapján D a λ_{AB} pszeudoegyenesnek a σ_B belsejében fekvő szakaszához tartozik. De λ_{AB} nevezett két szakaszának nincs közös pontja, mivel egymástól a C pont elválasztja őket, úgyhogy ellenmondáshoz jutottunk.

12. §.

Az O középpontra vonatkozó a *antipodális leképezést* következőképpen értelmezzük:

Legyen P a tér valamely pontja; σ_O az az O körüli pszeudogömb, mely P -n áthalad; jelöljük P' -vel P -nek a σ_O -n való diametrálisát. A definiálandó a leképezésnél ez a P' pont legyen a P pontnak a képe.

a nyilván a térnek önmagára való kölcsönösen egyértelmű és folytonos leképezése; egyedüli fixpontja O ; a leképezés négyzete az azonosság.

Minden az O -n áthaladó pszeudoegyenes α -nál önmagába megy át. Meg akarjuk mutatni, hogy α -nál minden pszeudoegyenes ismét pszeudoegyenesbe megy át. Ehhez megjegyezzük mindenek előtt, hogy bármely (A, B) pontpár α -nál egy vele kongruens (A', B') pontpárba megy át, vagyis, hogy van az adott I' csoportban is olyan leképezés, mely A -t A' -be s ugyanakkor B -t B' -be viszi át. Ennek az állításnak igazolása céljából jelöljük σ_O , illetőleg σ'_O -vel azokat az O körüli pszeudogömböket, melyek az A , illetőleg a B ponton mennek át s legyen λ_{OP} az a pszeudoegyenes, mely merőleges λ_{OA} és λ_{OB} -re; jelentsé még α , illetőleg α' a σ_O , illetőleg σ'_O -nek azt a főkörét, melynek tengelye λ_{OP} . A λ_{OP} körüli $t_{OP}^{1/2}$ félforgásnál A és B átmennek a σ_O , illetőleg σ'_O -n való diametrálisaikba, tehát ugyanazokba az A' és B' pontokba, mint α -nál. — Legyen most már C az AB szakasz valamely pontja, C' ennek az α leképezésnél és C^* a C -nek a $t_{OP}^{1/2}$ forgásnál való képe. C^* rajta van az $A'B'$ szakaszon s fennállnak a következő kongruenciák: $(A, C) \equiv (A', C')$, $(A, C) \equiv (A', C^*)$, tehát $(A', C') \equiv (A', C^*)$; ez azt jelenti, hogy az A' körüli, a C^* -on áthaladó pszeudogömbön rajta fekszik C' . Ugyanilyen megfontolás alapján C' rajta van a B' körüli, a C^* -on áthaladó pszeudogömbön. De ennek a két pszeudogömbnek a 11. §. eredménye alapján C^* az egyetlen közös pontja, úgyhogy szükségképpen $C' \equiv C^*$. Ezzel bebizonyítottuk, hogy az AB szakasznak az a leképezésnél előálló képe az $A'B'$ szakasz.

13. §.

Az előbbi paragrafus eredményeiből közvetlenül levezethetjük a következő állítást:

Ha A és B a σ_O pszeudogömbnek két nem diametrális pontja és C az AB szakasz tetszésszerű pontja, akkor a λ_{OC} pszeudoegyenes metszi σ_O -nak A és B -n áthaladó főkörét.

Tekintsük az O középpontra vonatkozó a antipodális leképezést s jelöljük A' , B' -vel A és B -nek α -nál való képeit. Vegyük most a $t_{OP}^{1/2}$ félforgást azon λ_{OP} tengely körül, mely merőleges λ_{OA} és λ_{OB} -re. A két leképezés $\tau = \alpha \cdot t_{OP}^{1/2}$ szorzatánál az A és B pontok invariánsak, továbbá invariáns az AB szakasz valamennyi pontja is. A τ leképezésnél σ_O -nak az A és B -n áthaladó x főkörének mindegyik pontja invariáns s ezek σ_O -nak egyedüli invariáns pontjai. A λ_{OC} pszeudoegyenes τ -nál önmagába megy át, hiszen O és C invariánsok; tehát λ_{OC} -nek σ_O -vel való C_1 metszéspontja invariáns s ezért C_1 a x -hoz tartozik.

Ebből az eredményünkből mindjárt következik:

Ha A és B a λ_{OA} és λ_{OB} pszeudoegyenesek tetszésszerű pontjai és C a λ_{AB} pszeudoegyenes valamely pontját jelenti, akkor van egy oly λ_{OP} pszeudoegyenes, mely λ_{OA} , λ_{OB} és λ_{OC} -re merőleges.

Ez equivalens a következő állítással (l. 9. §.).

Ha az A és B pontok egy pszeudosíkban fekszenek, akkor a λ_{AB} pszeudoegyenes összes pontjai ugyanabban a pszeudosíkban fekszenek.

14. §.

Most meg akarjuk mutatni, hogy a $\pi_{A, BC}$ és $\pi_{B, AC}$ pszeudosíkok azonosak.

Legyen λ_{AP} a közös merőleges pszeudoegyenes λ_{AB} és λ_{AC} -re, λ_{BQ} pedig merőleges λ_{BA} és λ_{BC} -re. Ha D λ_{AC} -nek tetszésszerű pontja, D a $\pi_{B, AC}$ -hez tartozik (13. §. szerint). Legyen E a $\pi_{A, BC}$ pszeudosík valamely nem a λ_{AC} -n fekvő pontja; tekintsük az A körüli σ_A pszeudogömbön a λ_{AP} körüli x főkört s jelöljük x -nak λ_{AB} , λ_{AC} , λ_{AE} -vel való metszéspontjait B_1 , B'_1 , C_1 , C'_1 , E_1 , E'_1 -vel. Válasszuk a jelöléseket olyan módon, hogy C_1 és

E_1 a x -nak a B_1 és B'_1 pontok által meghatározott ugyanazon félkörön fekdjenek.

Ha ezen a félkörön C_1 a B_1 és E_1 között fekszik, vegyük a BE szakasz egy változó S pontját s jelöljük S_1 -gyel λ_{AS} -nek σ_A -val közös azt a pontját, mely x -nak kitüntetett félkörön fekszik. Míg a változó S pont a BE szakaszt B -től E -ig leírja, az S_1 pont folytonosan leírja x -nak $B_1C_1E_1$ ívét. Van tehát olyan helyzete, melyben S_1 a C_1 -gyel egybeesik, tehát S a λ_{AC} -n fekszik. Van e szerint a BE szakasznak legalább egy S pontja λ_{AC} -n. Minthogy pedig a B és S pontok a $\pi_{B,AC}$ pszeudosikban vannak, tehát a $\lambda_{BS} \equiv \lambda_{BE}$ egyenes valamennyi pontja, tehát E is $\pi_{B,AC}$ -ben fekszik.

Ha x ívén E_1 a B_1 és C_1 között fekszik, ugyanilyen módon mutatjuk meg, hogy a BC szakasz metszi λ_{AE} -t; közös pontjuk S hozzátartozik $\pi_{B,AC}$ -hez, úgyhogy a $\lambda_{AS} \equiv \lambda_{AE}$ pszeudoegyenes valamennyi pontja, tehát E is $\pi_{B,AC}$ -hez tartozik. Ezzel megmutattuk, hogy $\pi_{A,BC}$ összes pontjai $\pi_{B,AC}$ -hez tartoznak. Felcserélve A és B szerepét, nyerjük ez állítás megfordítását; a két állítás összefoglalásából kiadódik a két pszeudosik azonosága.

Ha A', B', C' három tetszésszerű pontja a π_{ABC} pszeudosiknak, melyek nem fekdznek egy pszeudoegyenesen, akkor $\pi_{A'B'C'} \equiv \pi_{ABC}$. Ugyanis vehetjük B és C helyett a pszeudosiknak bármely két B' és C' pontját, melyek A -val nem fekdznek egy pszeudoegyenesen, tehát $\pi_{ABC} \equiv \pi_{A'B'C'}$. (Ha A, B', C' ugyanahhoz a pszeudoegyeneshez tartoznak, felcseréljük A' és B' szerepét.) Továbbá $\pi_{A'B'C'} \equiv \pi_{B'A'C'}$ fenti eredményünk szerint. A helyett vehetjük a pszeudosik valamely A' pontját, mely nem fekszik B' és C' -vel ugyanazon a pszeudoegyenesen, tehát $\pi_{B'A'C'} \equiv \pi_{B'A'C'}$ és mivel $\pi_{B'A'C'} \equiv \pi_{A'B'C'}$, végre: $\pi_{ABC} \equiv \pi_{A'B'C'}$.

Eredményünk a következő tételben mondható ki:

A pszeudosik bármely három pontja, melyek nem fekdznek egy pszeudoegyenesen, meghatározza ezt a pszeudosikot.

15. §.

*Ha két pszeudosiknak van közös pontja, akkor van leg-
alább két közös pontjuk.*

Legyen O a két pszeudosík közös pontja; az előbbi paragrafus alapján tekinthetjük O -t, mint ezen pszeudosíkok mindegyikének a kezdőpontját. Legyen σ_O egy pseudogömb O körül; ennek metszése az egyik síkkal egy x főkör σ_O -n; a másik síkkal való metszése egy x' főkör σ_O -n. x és x' -nek két közös pontja van (3. §.), ezek az adott pszeudosíkoknak is közös pontjai.

*

Eredményeink összefoglalásaképpen megállapítjuk, hogy az adott csoport alapján definiáltunk egy pontokból, egyenesekből és síkokból álló rendszert (utóbbiakat pszeudoegyeneseknek és pszeudosíkoknak neveztük), melyekre az összes HILBERT-féle axiómák¹ érvényesek, kivéve természetesen a parallel-axiómát. A szerint, hogy a parallelaxiómát az euklidesi vagy a hiperbolikus alakban² vesszük fel, nyerjük az euklidesi, illetőleg a hiperbolikus geometriát.

Volna direktebb mód is nyert rendszerünknek az euklidesi vagy hiperbolikus geometriával való equivalenciájának kimutatására, nevezetesen a csoport alapján értelmezett koordinátáknak bevezetése által. Ugyancsak meg lehetne fogalmazni a parallel-axiómát egy a csoportra alkalmas formában. Ezekre a kérdésekre egy későbbi dolgozatomban fogok visszatérni.

¹ HILBERT: L. c., 1–23. o., I–III. és V. axioma-csoportok.

² HILBERT: L. c., 20. és 147. o.

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE DES GROUPES CONTINUS.

II. Les groupes euclidien et hyperbolique de l'espace à trois dimensions.

(Extrait de l'article précédent.)

Par M. B. de KERÉKJÁRTÓ.

L'article présent donne la première solution topologique du problème consistant à caractériser les groupes des géométries euclidien et hyperbolique à trois dimensions. Pour deux dimensions, le problème a été résolu dans un mémoire célèbre de M. HILBERT. Pour le cas de trois dimensions, il n'y avait que des résultats concernant les groupes définies par des fonctions dérivables; dûs surtout à HELMHOLTZ et LIE. Dans le mémoire présent, je prends un système d'axiomes qui comprend le système adopté par M. HILBERT et le contenu topologique d'un axiome de LIE. En effet, je suppose que les transformations qui définissent la géométrie satisfont aux conditions suivantes: 1. Elles sont des transformations topologiques de l'espace cartésien à trois dimensions en soi-même à directrice invariable. 2. Elles forment un groupe. 3. Elles forment un système fermé. 4. Par toutes les transformations qui laissent un point invariable, tout autre point décrit une surface. 5. Par toutes les transformations qui laissent deux points invariables, tout autre point de position générale est transformé en une infinité de points. Alors j'établis un système de points, lignes, plans, invariant pour le groupe, lesquels sont liés entre eux par les axiomes des «Grundlagen der Geometrie» de M. HILBERT (groupes d'axiomes I—V). Le problème de réduire le présent système d'axiomes à un système moins restrictive, en particulier, la condition 4. à une condition plus faible, sera traité dans une prochaine publication de l'auteur.

(Séance du 7 novembre 1927 de la 3^e classe de l'Académie des Sciences Hongroise).

FOLYTONOS CSOPORTOK GEOMETRIAI ELMÉLETÉRŐL.

III. A háromméretű geometria megalapozása a Helmholtz-féle monodromia-axiomával.¹

KERÉKJÁRTÓ BÉLÁ-tól.

HELMHOLTZ a geometria megalapozásáról írott értekezésében² bevezette többek között a *monodromia-axiomának* nevezett feltételt, mely három dimenzió esetében azt kívánja meg, hogyha a tér két tetszésszerű pontját rögzítjük, a redukált alcsoport egy egytagú periodikus folytonos csoport legyen, melynél minden általános helyzetű pont egyszerű zárt görbét ír le. LIE³ megmutatta, hogyha a monodromia-axiomát az infinitezimális transzformációk által definiált folytonos csoportok terminológiájában értelmezzük, a monodromia-axioma még néhány feltétellel együtt elegendő az euklidesi és nem-euklidesi geometriák jellemzésére. Jelen dolgozatomban meg akarom mutatni, hogy a monodromia-axioma egyedül elégséges erre a célra, LIE-nek további, a függvények differenciálhatóságát postuláló feltevései nélkül, sőt a nélkül, hogy a csoport folytonosságát explicite feltennők.

Tekintsük a háromméretű DESCARTES-féle teret⁴ s ennek a

¹ Előbbi közleményeket l. Math. és Természettud. Ért. 42. k. (1925), 240—253. o. és 45. kötet 291. l.

² H. v. HELMHOLTZ: Über die Thatsachen, die der Geometrie zu Grunde liegen; Göttinger Nachr. 1868, 193—221. o. vagy Ges. wiss. Abh., 2. k., 618—639. o.

³ S. LIE: Theorie der Transformationsgruppen, 3. k. (1893) 460—464. oldal.

⁴ L. a következő oldal 1. jegyzetét.

térnek önmagára való, az indikatrixot megtartó leképezéseinek egy csoportját, mely a következő feltételeknek eleget tesz:

1. A csoport transzformációi zárt rendszert alkotnak (a HILBERT-féle értelemben); vagyis ha A, B, C, D és A', B', C', D' két olyan pont-négyes, hogy vannak a csoportban transzformációk, melyek az A, B, C, D tetszésszerű közeliében fekvő pont-négyeseket az A', B', C', D' tetszésszerű közeliében fekvő pont-négyesekbe visznek át, akkor van a csoportnak olyan transzformációja, mely az A, B, C, D pont-négyest az A', B', C', D' pont-négyesbe viszi át.

2. Ha O a térnek tetszésszerű pontja, a térnek bármely más A pontja végtelen sok pontba megy át az O pontot változtatlanul hagyó transzformációknál.

3. Ha O és A tér két tetszésszerű pontja, minden B pont, melybe A egy az O pontot változtatlanul hagyó transzformációnál átmegy — kivéve véges számút közülök — az O és A pontokat változtatlanul hagyó transzformációknál egy egyszerű zárt görbével homöomorph ponthalmaz pontjaiba megy át,¹ oly módon, hogy nincs az azonosságon kívül más transzformáció, mely az O, A és B pontokat egyidejűleg változtatlanul hagyja.

Be akarjuk bizonyítani, hogy alkalmasan választott koordinátákban a csoport mint három-dimenziós euklidesi, vagy hiperbolikus mozgáscsoport fejeződik ki. E célból elegendő megmutatnunk, hogy e tárgyról való előbbi közleményem² feltételei teljesülnek, nevezetesen, hogy mindazon pontok halmaza, melyekbe a térnek valamely pontja a tér egy másik pontját változtatlanul hagyó transzformációknál átmegy, egy felületet alkot.

1. §.

Legyen O a térnek valamely pontja. Jelöljük Γ_O -val az adott csoportnak azt az alcsoportját, mely az O pontot változtatlanul

¹ Megjegyezzük, hogy az egyszerű zárt görbe fogalma jellemezhető a számfogalom nélkül; (l. TRETZE, Mathem. Zeitschr., 5. k. (1919), 284—291. o.) Ugyanez áll bárhány méretű DESCARTES-féle terekre, melyek szegmentumok szorzataiként definiálhatók.

² L. jelen kötet 291. oldal.

hagyó transzformációkból áll. Azoknak a pontoknak a halmazát, melyekbe egy az O -tól különböző A pont a I'_O csoport transzformációinál átmegy, az O pont körüli *pseudogömb*-nek nevez-zük és σ_O -val jelöljük.

Azoknak a pontoknak a halmaza, melyekbe a σ_O pseudo-gömb valamely B pontja az O pontot és σ_O -nak A pontját változtatlanul hagyó $I'_{O,A}$ alesoport transzformációinál átmegy, egy a $I'_{O,A}$ -ra vonatkozó x *pseudokört* alkot; ez általában (azaz σ_O -nak véges sok B pontjától eltekintve), egy egyszerű zárt görbe σ_O -n, a 3. feltétel értelmében.

Az 1—3. feltételekből közvetlenül következik, hogy egy pseudogömb, illetőleg egy pseudokör *korlátos, perfekt* és a térben *sehol sem sűrű* ponthalmazok.

2. §.

A I'_O -hoz tartozó transzformációk a tér bármely véges részében egyenletesen folytonosak. Ezt a következőképpen értjük: legyen M egy tetszőszerinti az O pontot tartalmazó korlátos tartomány; M -nek a I'_O összes leképezéseinél előálló képei egy korlátos M' tartományban fekszenek; legyen S véges sok térbeli környezetből álló halmaz, mely M' -nek minden belső és határ-pontját tartalmazza; megadható akkor M -nek bármely P pontja körül egy oly környezet, hogyha ennek bármely pontja is Q , továbbá P' és Q' a P és Q pontoknak a I'_O csoport egy tetszőszerinti transzformációjánál előálló képei, akkor P' és Q' az S halmazból ugyanahhoz a környezethez tartoznak.

Tegyük fel állításunk ellenkezőjét és jelöljük Q_1, Q_2, \dots -vel az M pontjainak egy a P -hez konvergáló sorozatát, továbbá $t^{(1)}, t^{(2)}, \dots$ -vel I'_O -hoz tartozó transzformációknak olyan sorozatát, hogy a P és Q_i pontoknak a $t^{(i)}$ transzformációnál előálló P^i és Q_i^i képei mindig S -nek két különböző környezetéhez tartoznak. Legyen P^ω a P^1, P^2, \dots sorozat valamely sűrűsödő helye s legyen P^{a_1}, P^{a_2}, \dots ($a_1 < a_2 < \dots$) egy a P^ω -hoz konvergáló rész-sorozat. Jelentse Q^ω a $Q_{a_1}^{a_1}, Q_{a_2}^{a_2}, \dots$ sorozat valamely sűrűsödő helyét és $Q_{\beta_1}^{\beta_1}, Q_{\beta_2}^{\beta_2}, \dots$ ($\beta_1 < \beta_2 < \dots$) egy ehhez konvergáló rész-sorozatát. P^ω és Q^ω szükségképpen különbözők, mert ellenkező esetben a $P^\omega = Q^\omega$ pontnak az S halmazhoz tartozó környezete

tartalmazná elegendő nagy β_i indexnél a P^{β_i} és $Q_{\beta_i}^{\beta_i}$ pontokat, feltevésünk ellenére. Vannak I'_O -nak transzformációi, nevezetesen $I^{(\beta_1)}, I^{(\beta_2)}, \dots$ melyek a (P, P) pontpár tetszésszerű közelében fekvő (P, Q_{β_i}) pontpárokat a (P^ω, Q^ω) pontpárhoz tetszésszerű közel fekvő $(P^{\beta_i}, Q_{\beta_i}^{\beta_i})$ pontpárokba viszik át; volna tehát az 1. feltétel szerint olyan transzformáció, mely a (P, P) pontpárt a (P^ω, Q^ω) pontpárba viszi át; de ez ellenkezik azzal a feltételünkkel, hogy a transzformációk egyértelműek.

3. §.

Legyen A a σ_0 pszeudogömb valamely pontja és legyen B ugyanennek a pszeudogömbnek olyan pontja, amelynek képei a I'_{OA} csoportnál egy x^* egyszerű zárt görbét alkotnak. Tekintsük x^* -nak olyan C pontját, melynek képei I'_{OB} -nél egy x egyszerű zárt görbét alkotnak. I'_{OB} bármely transzformációja x -nak önmagára való topológikus leképezését szolgáltatja. I'_{OB} bármely transzformációja megtartja x indikátrixát, mert különben volna az illető transzformációnak x -n fixpontja s ez ellenkezik a 3. feltétellel.

A I'_{OB} csoport a x pszeudokörön egy metrikus körnek a középpont körül való forgásainak csoportjával homöomorph; ezt meg lehet mutatni a HILBERT által talált egyszerű megmondásokkal.¹

Legyenek x és x' a I'_{OB} -re vonatkozó pszeudokörök, melyek x^ -nak C , illetőleg C' pontján mennek keresztül; ezeknek parametertávolsága tetszésszerűtől kicsiny, ha C és C' elegendő közel vannak egymáshoz.*

Állításunk a következőképpen értendő: bármely véges sok térbeli környezetből álló, x összes pontjait tartalmazó S halmazhoz meghatározható C -nek olyan V térbeli környezete, hogyha C' x^* -nak valamely a V -ben fekvő pontja és x' a C' -n áthaladó I'_{OB} -re vonatkozó pszeudokör, akkor van olyan topológikus vonatkozás x és x' pontjai között, amelynél egymásnak megfelelő

¹ HILBERT: Grundlagen der Geometrie, 6. kiadás (1923) IV. függelék, 18. §., 193—196. o.

pontok mindig S -nek ugyanahhoz a környezetéhez tartoznak. Ha ugyanis t a Γ_{OB} csoport valamely transzformációja és C_1, C'_1 a C és C' -nek t -nél előálló képei, akkor a C_1 és C'_1 pontokat egymásnak feleltetjük meg; ilyen módon a x és x' pontjai között a fenti állításban foglalt tulajdonságokkal bíró topológikus leképezéséhez jutunk.

4. §.

Legyen ismét x^* egy a Γ_{OB} -re vonatkozó, pszeudokör σ_0 -n s B és C ennek két pontja; tekintsük a Γ_{OB} -re vonatkozó, a x^* pszeudokör BC ívének pontjain áthaladó x pszeudokörök által alkotott (x) halmazt. A (x) halmaz a BC ív pontjainak egyértelmű folytonos képe. KALUZSAY egyik tétele szerint¹ egy megadott folytonos görbén annak bármely két pontjához létezik egy *egyszerű* folytonos ív, mely a két megadott pontot összeköti s amelyen a pontok sorrendje ugyanaz, mint az eredeti görbén. Ezt a tételt a (x) halmazra alkalmazva kiadódik, hogyha x_0 -sal jelöljük a B ponton áthaladó és x_1 -gyel a C ponton áthaladó, a Γ_{OB} -re vonatkozó pszeudokört (előbbi az egyetlen B pontból áll) van (x) -nak olyan részhalmaza: $\{x_\tau\}$, mely a $0 \leq \tau \leq 1$ szakasznak kölesönösen egyértelmű folytonos képe s amely a x_0 és x_1 pszeudoköröket folytonosan összeköti; e halmaz két x_τ és $x_{\tau'}$ pszeudokörének parameter-távolsága tetszésszerűtlen kicsiny, hacsak $|\tau - \tau'|$ elegendő kicsiny. Tehát a x_τ ($0 \leq \tau \leq 1$) egyszerű zárt görbéken fekvő pontok halmazát le lehet képezni topológikusan egy zárt körlemezre, mint az szerzőnek egy tételéből következik.²

Ha még megjegyezzük, hogy a x_τ pszeudokörökön fekvő pontok a B pontból az O -t változatlanul hagyó transzformációk által állíthatók elő, eredményünket így mondhatjuk ki:

Van σ_0 -nak olyan U_B részhalmaza, mely tartalmazza a B pontot s amely egy körlemezrel homöomorph.

U_B -t egy a B középponttal bíró *körlemez*-nek nevezzük; jel-

¹ KALUZSAY: A felületre vonatkozó JORDAN-tétel megfordítása, Math. Phys. Lapok, 24. k. (1915) 101—141. o.; l. különösen 115—117. o.

² KERÉKJÁRTÓ: Görbék és görbeseregek topológiájáról, Math. és Természettud. Ért. 39. k. (1922) 305—312. o.; l. továbbá: Vorlesungen über Topologie (Berlin, 1923), 241—246. o.

lemző tulajdonságai, hogy I_{OB} -re vonatkozó pszeudokörökből áll s hogy egy síkbeli körlemezzel homöomorph.

5. §.

Legyen A_1, A_2, \dots egy az $A (= A_0)$ ponthoz konvergáló pontsorozat; tegyük fel, hogy bármely két A_i és A_j pont két különböző az O pont körüli pszeudogömbön fekszik. Legyen t I_{OA} -nak olyan transzformációja, mely az A pontot a $B (= B_0)$ pontba viszi át; A_i -nek a t transzformációnál előálló képét B_i -vel jelöljük. Mivel a t transzformáció folytonos, a B_1, B_2, \dots pontok B -hez konvergálnak. Jelöljük x_i^* -gal a B_i ponton áthaladó I_{OA_i} -re vonatkozó pszeudokört. Azt állítom, hogy x_i^* és x_0^* *parameter-távolsága elegendő nagy i -re tetszésszerűen kicsiny*.

Jegyezzük meg, hogy az 1. feltétel következtében elegendő nagy i -re x_i^* a x_0^* -hoz tetszésszerűen közel fekszik. Vegyünk fel most x_0^* -on egy P_0 pontot s mindegyik x_i^* görbén egy P_i pontot, úgyhogy a P_1, P_2, \dots sorozat P_0 -hoz konvergáljon. Jelöljük t_i -vel azt a I_{OA_i} -hez tartozó transzformációt, mely B_i -t P_i -be viszi át (ilyen egy és csak egy van, a 3. feltétel szerint). A t_1, t_2, \dots transzformációk t_0 -hoz konvergálnak; ugyanis a $t_i^{-1}t_0$ transzformációnál az O, A és B pontok tetszésszerűen kevéssel mozdulnak el, ha i elegendő nagy s így ha bármely i -nél a $t_i^{-1}t_0$ transzformáció egy másik Q pontot egy tőle elegendő távol fekvő Q' pontba vinne át, lenne az 1. feltétel szerint egy az O, A, B pontokat változatlanul hagyó, az azonosságtól különböző transzformáció; de ez ellenkezik a 3. feltétellel. Ebből kiadódik, hogy a $t_i^{-1}t_0$ és a $t_0t_i^{-1}$ transzformációk tetszésszerűen kevéssé különböznek az azonosságtól s így szorzatuk a $t_i^{-1}t_0^2t_i^{-1}$ transzformáció is; ez utóbbinak t_i -vel való transzformáltja, azaz $t_0^2t_i^{-2}$ ugyancsak tetszésszerűen kicsiny; tehát a t_i^2 transzformációk t_0^2 -hoz konvergálnak.

Vegyük fel most mindegyik x_i^* -on azt a P_i pontot, amelynek megfelelő t_i transzformáció négyzete az azonosság. A P_1, P_2, \dots pontok előbbi eredményünk szerint ahhoz a P_0 ponthoz konvergálnak, amelynek megfelelő t_0 transzformáció négyzete az azonosság.

Hasonlóképpen jelentse t_i azt a transzformációt, amelynek 2^n -ik hatványa az azonosság, de alacsonyabb hatványai az azonosságtól különböznek; x_0^* , illetőleg x_i^* ama pontjait, melyekbe a B_0 , illetőleg a B_i pontok a t_0 , illetőleg t_i transzformációnak ugyanazon hatványánál mennek át egymásnak felettetjük meg. Ilyen módon egy topológikus leképezést nyerünk a x_0^* és a x_i^* görbéken mindenütt sűrű megszámlálható ponthalmazok között, mely az egész x_0^* és x_i^* görbéknek egymásra való topológikus leképezésévé egészíthető ki s melynél bármely két megfelelő pont egymáshoz tetszésszerinti közel van, ha az i index elegendő nagy.

6. §.

Szerkesszük meg a B_i pont körül a x_i^* pszeudokör B_iC_i ívének pontjain áthaladó, a $I_{O.A_i}$ -re vonatkozó pszeudokörök által az U_{B_i} körlemez; válasszuk a C_i pontokat olyképpen, hogy a C_1, C_2, \dots sorozat a C_0 ponthoz konvergáljon. Mivel a B_i és B_j pontok két különböző az O körüli pszeudogömbön fekszenek, feltevésünk szerint, tehát U_{B_i} és U_{B_j} -nek nincs közös pontja, ha $i \neq j$. Nevezetesen nincsen U_B -nek az U_{B_i} ($i=1, 2, \dots$) körlemezek egyikével sem közös pontja.

Az előbbi paragrafus megfontolásait, illetőleg eredményeit az U_{B_i} körlemezeket alkotó pszeudokörökre alkalmazva, kiadódik, hogy az U_B és U_{B_i} körlemezek parameter-távolsága tetszésszerinti kicsiny, hacsak i elegendő nagy.

BROUWER tételéből¹ következik, hogy az U_B körlemez a B pontnak egy térbeli környezetét két részre osztja. Ha a B_1, B_2, \dots pontokat e két részben váltakozva választjuk, tehát úgy, hogy a B_i és B_{i+1} pontok a B közelében U_B által el legyenek választva, előbbi eredményünkből, mely szerint U_B és U_{B_i} parameter-távolsága elegendő nagy i -re tetszésszerinti kicsiny, kiadódik, hogy bármely a B közelében fekvő, U_B -től különböző Q pont B közelében el van választva B -től valamely U_{B_i} körlemez által.

¹ BROUWER: Mathem. Annalen, 71. k. (1911) 314—319. o.

Ebből az eredményből következik, hogy bármely olyan k kontinuum a σ_0 pszeudogömbön, mely a B pontot tartalmazza s amely B -nek elegendő kicsiny környezetében fekszik, teljesen az U_B körlemezhez tartozik.

Ellenkező esetben volna ugyanis a k kontinuumnak egy U_B -től különböző Q pontja és így volna egy olyan U_{B_i} körlemez, mely Q -t B -től B közelében elválasztja; volna tehát a k kontinuumnak U_{B_i} -vel közös pontja, ami pedig ellenmondás, mivel k és U_{B_i} két különböző az O körüli pszeudogömbnek részhalmazai.

7. §.

Tegyük fel, hogy van a σ_0 pszeudogömb U_B -hez nem tartozó pontjainak olyan P_1, P_2, \dots sorozata, mely a B ponthoz konvergál. Szerkesszük meg P_i körül az U_B -vel kongruens U_{P_i} körlemez, amelybe U_B a Γ_0 -nak valamely a B -t P_i -be átvivő transzformációjánál átmegy. Az előbbi paragrafus eredménye szerint U_{P_i} és U_B -nek nincsen B közelében közös pontja. Ha U_B -t elegendő kicsinynek vettük fel, akkor U_{P_i} és U_B -nek egyáltalán nincsen közös pontja. Az U_{P_1}, U_{P_2}, \dots körlemez sorozatából kiválasztunk egy olyan részsorozatot, amelyhez tartozó körlemeznek páronként nincsen közös pontjuk; vesszük ugyanis a sorozatnak első olyan tagját, amelynek U_B -től való parametertávolsága kisebb, mint U_B -nek U_{P_1} -től való közönséges távolsága, s így tovább. Az új sorozatot ugyanazokkal a jelekkel jelöljük, mint az eredetit.

Tekintsük a P_i pontnak a Γ_{OB} -nél előálló képét; ez egy egyszerű zárt görbe α_i , mely tetszésszerűen kicsiny, hacsak i elegendő nagy. Az előbbi paragrafus eredménye szerint tehát α_i egészen az U_{P_i} körlemezben fekszik. α_i -nek belsejében U_{P_i} -n van szinguláris pontja a Γ_{OB} -re vonatkozó pszeudokörök által alkotott görbeseregnek.¹ Van tehát minden U_{P_i} körlemezben Γ_{OB} -nek legalább egy fixpontja. Így Γ_{OB} -nek végtelen sok fixpontja volna, ami ellenkezik a 3. feltétellel.

¹ KERÉKJÁRTÓ: Vorlesungen über Topologie, 238. o.

Eredményünket így mondhatjuk ki:

Az U_B körlemez a σ_0 pszeudogömbön B -nek teljes környezetét alkotja.

8. §.

Ha C a σ_0 pszeudogömbnek bármely pontja, I'_O -nak egy transzformációjánál, mely B -t C -be viszi át, az U_B körlemez egy U_C körlemezbe megy át, mely σ_0 -n C -nek teljes környezetét alkotja.

Legyen σ_0^1 a σ_0 -nak egy komponense, azaz egy összefüggő zárt részhalmaza, mely nem valóságos részhalmaza σ_0 valamely zárt összefüggő részének. σ_0 legfeljebb véges sok komponensből áll, mivel korlátos zárt halmaz s az előbbi paragrafus eredménye szerint kicsinyben összefüggő. σ_0^1 korlátos összefüggő zárt halmaz, melyen bármely pont környezete egy sík körlemezzel homöomorph; tehát σ_0^1 zárt felület, mint azt először RADÓ mutatta meg explicite.¹ Rögtön megjegyezhetjük, hogy σ_0^1 orientálható zárt felület.² A σ_0 pszeudogömb e szerint egy vagy véges sok orientálható zárt felületből áll (utóbbi esetben bármely két zárt felület közös pont nélküli).

Ha B σ_0^1 -nek valamely pontja, a I'_{OB} csoport transzformációinál σ_0^1 önmagába megy át. I'_{OB} végtelen sok periodikus transzformációt tartalmaz; ebből következik, hogy σ_0^1 egy közönséges metrikus gömbbel homöomorph, mivel más típusú orientálható zárt felületeken nincsenek tetszésszerű magas periodusú transzformációk fixponttal.³

9. §.

Tekintsük az O pont körüli valamennyi pszeudogömböt. Ezek mindegyike — mint láttuk — véges sok, a gömbbel homöomorph felületből áll. Mindezek a felületek egy, a teret teljesen kitöltő felületsereget alkotnak az egyetlen O singuláris ponttal.

¹ RADÓ: Acta Lit. ac Scient., 2. k. (1925) 110—114. o.

² BROUWER: Mathem. Annalen 71. k. 320—327. o.

³ KERÉKJÁRTÓ: Mathem. és Természettud. Ért. 39. k. (1922) 213—219. oldal.

Ha a seregből két felület egymáson kívül feküdnék, volna mind-egyiköknek belsejében legalább egy-egy szinguláris pont; de mivel a seregnek csak egy szinguláris pontja van, tehát a sereg bármely két felülete közül szükségképpen egyik a másiknak a belsejében fekszik s mindegyikök tartalmazza belsejében az O pontot.

Ha a σ_0 pszeudogömb több $\sigma_0^1, \sigma_0^2, \dots, \sigma_0^k$ felületből állana, tegyük fel, hogy σ_0^i a σ_0^{i+1} -nek belsejében van s vegyük Γ_0 -nak egy olyan t transzformációját, mely σ_0^1 valamely pontját σ_0^2 -nek egy pontjába viszi át. Ennél a t transzformációnál σ_0^1 a σ_0^2 -be s mivel O invariáns előbbinek belseje utóbbinak belsejébe menne át. σ_0^2 képe t -nél a külsejében fekvő σ_0^3 , s így tovább, úgyhogy σ_0^k t -nél való képe ugyancsak σ_0^k külsejében feküdnék; de másfelől σ_0^k képe t -nél a belsejében fekvő σ_0^1 . Ebből az ellenmondásból kiadódik, hogy σ_0 *szükségképpen összefüggő*.

Eredményeink szerint tehát *mindegyik σ_0 pszeudogömb egy metrikus gömbbel homöomorph felület*.

Előbbi erre a tárgyra vonatkozó közleményemnek feltételei tehát teljesülnek s így annak eredményeiből kiadódik, hogy a megfelelő csoport a háromméretű euklidesi, vagy hiperbolikus geometria mozgáscsoportja.

*

A jelen dolgozatban felvett axiomarendszer további és végleges redukciójával egy következő dolgozatomban fogok foglalkozni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 december 5.-én tartott üléséből.)

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE DES GROUPES CONTINUS.

Par B. de KERÉKJÁRTÓ.

III. Fondation de la géométrie à trois dimensions par l'axiome de monodromie.

(Extrait de l'article précédent.)

Dans son mémoire sur les fondements de la géométrie, HELMHOLTZ a introduit l'axiome de monodromie qui exige pour le cas de trois dimensions qu'en fixant deux points quelconques de l'espace, le sous-groupe réduit soit un groupe continu périodique à un paramètre par lequel tout point de position générale décrive une courbe simple et fermée. LIE a montré que l'axiome de monodromie, combiné avec quelques autres conditions, est suffisant pour caractériser les groupes des mouvements euclidiens et non-euclidiens, pourvu qu'on suppose que le groupe en question soit défini par des transformations infinitésimales dont les fonctions génératrices soient dérivables par rapport aux variables et aux paramètres. Dans la note précédente, je démontre que l'axiome de monodromie a lui seul suffit pour ce but, sans les conditions restrictives de LIE. Je suppose qu'il y a un groupe de transformations topologiques de l'espace à trois dimensions en soi-même à indicatrice invariable tel que 1. les transformations forment un système fermé au sens de M. HILBERT, 2. que tout point ait une infinité d'images par les transformations laissant invariable un autre point, et 3. que tout point de position générale décrive une courbe simple et fermée par les transformations qui laissent deux points invariables. Je démontre qu'une pseudosphère (c'est-à-dire l'ensemble des points en lesquels un point est transformé par les transformations qui laissent invariable un autre point) est une surface fermée. Ainsi les conditions de ma deuxième communication de cette suite (pp. 291. de ce volume) sont satisfaites; il s'ensuit que le groupe est homéomorphe au groupe des mouvements euclidiens ou hyperboliques.

(Séance du 5 décembre 1927 de la 3^e classe de l'Académie des Sciences Hongroise).

KONIA KÖRNYÉKÉNEK HOMOKJAIRÓL.

VENDL ALADÁR lev. tag.

MILLEKER REZSŐ úr, a debreceni egyetem földrajzi tanszékének tanára, ázsiai utazása alkalmával 1910-ben néhány ponton homokos törmelékeket is gyűjtött. Ezek mineralogiai-petrográfiai tanulmányozására engem kért fel.

A vizsgálatokat lényegében ugyanazokkal a módszerekkel végeztem, mint régebbi szediment-petrográfiai megfigyeléseimet.¹ A fajsúlyuk szerint elválasztott részleteket részben vékony csiszolatok alakjában, részben valamely ismert fénytörésű folyadékba beágyazva vizsgáltam mikroszkóppal. A törésmutatók közelítő megállapítására a szokásos folyadékokat használtam. A nagyobb közetszemekből (borsónyi, kis mogyorónyi nagyságúak) — amennyiben gyakran igen erősen mállott voltak megengedte — külön csiszolatokat is készítettem. Némelyik közetszem azonban annyira mállott, hogy meghatározása kivihetetlen. A szemek külső alakjának megfigyelésére ZEISS-féle binokuláris mikroszkópot használtam. Némely esetben mikrokémiai reakciók alkalmazása is szükséges volt; ezek a reakciók a már régóta használatban levők voltak.

¹ VENDL A.: Adatok a Duna homokjának ásványtani ismeretéhez. Budapest, 1910.

VENDL A.: A Csepelsziget homokjáról. Földtani Közöny XLIII., 1913, p. 331—343.

VENDL A.: A Tarim-medence vidékének homokjairól. Földtani Közöny XLI., 1911, p. 272—283.

VENDL A.: Dr. Stein Aurél gyűjtötte középázsiai homok- és talajminták ásványtani vizsgálata. M. kir. Földtani intézet évkönyve XXI., 1. füzet, p. 1—33., Budapest, 1913.

I. Tseshmeli Zebir, száraz árok.

A homokminta aránylag elég sok durvább murvát is tartalmaz, köztük néhány borsónyi nagyságú erősen koptatott kavicsot is. Ezek között elég sok kicsi, részint lyukacsos, részint teljesen



1. ábra.

tömött sárgás rózsaszínű mészkődarab, vörösbarna limonitos erekkel átjárt márgás mészkő, szürkés-sárga meszes márgadarabkák és feketés-szürke tömött mészkőszem ismerhető fel.

Néhány apró, halvány sárgás-zöld gömbölyded szemecskén már szabad szemmel is itt-ott fekete érc-szemcsék látszanak;

a zöldes főtömeg elég lágy, késsel karcolható. A mikroszkópi vizsgálat alapján e szemek *serpentinek*. A serpentin szemek a vékony csiszolatokon végzett megfigyelések alapján igen rövid serpentinrostokból állnak, melyek szabálytalan elhelyezésűek. E rostok helyenként hosszabbak, egészen 0.55 mm hosszúságig, s ekkor hosszanti tengelyükkel párhuzamos elhelyezésűek. E rostok hosszanti iránya, egybeesik γ -val. A serpentinrostok fénytörése kissé nagyobb a kanadabalzsaménál, kettős törésük igen gyenge. A serpentin főtömegében itt-ott mutatkozó apró, részint izometrikus, részint szabálytalan alakú szemekből álló érc-halmazok és különálló szemek feketék s túlnyomó részben opakok, tehát bizonyára *magnetitok*. Ritkák azok az ércszemcsék, melyek az igen vékony metszetekben barna színnel átlátszók és izotropok; ezek valószínűleg *kromitok*. Az érc-szemcsék körül helyenként mállás folytán képződött sárgás-barna vashidroxidos foltok látszanak. Némelyik szem annyira elbomlott, hogy a vashidroxidból álló főtömegben a serpentin csak alig ismerhető fel.

Néhány serpentin szemem szabad szemmel bronzszínű, fénylő ásvány látszik. A mikroszkópi vizsgálat szerint e szemek főtömege is halvány barnás-sárgásan átlátszó serpentinből áll, mely rostosan kifejlődött. A rostok vagy párhuzamos helyzetűek, vagy szabálytalanul elhelyezettek, ritkán kisebb foltokban rácsszerűen keresztezik egymást. A serpentin tömege között itt-ott a csiszolatban színtelennek látszó, a serpentinél erősebb kettőtörésű és nagyobb fénytörésű apró szemcsék alakjában *bronzit*-nak roncsai fordulnak elő. Ezek a piroxén-átmetszeteken jól látszik a prizma szerint való hasadás; a prizmazónában a kioltás egyenes. Hol nagyobb piroxén szemek maradtak meg, ott látszik, hogy a piroxén és a serpentin γ iránya egybeesik. E kőzetben aránylag gyakori a *pikotit*, sötétbarna, gyengén zöldes árnyalatú, teljesen izotrop, szabálytalan szélű szemek alakjában.

Nyilvánvaló tehát, hogy a homokban talált serpentin valamely *rombos piroxént (bronzitot) tartalmazó eruptív kőzetből képződött*.

Jellemző e homokra még néhány erősen dekomponálódott borsónyi nagyságú gömbölyded kavics is, melyen már szabad szemmel látszik, hogy aprószemcsés strukturájú s hogy fehér földpátból és valamely prizmás habitusú fekete ásványból áll.

A mikroszkópi vizsgálat alapján e kőzet lényeges elegyrészei: igen mállott *plagioklászok* és *amfibolok*. A *plagioklászok* (010) szerint táblásak, albitikrek, hipidiomorfok, zavaros belsejük kissé barnás-szürke színnel átlátszó; igen erősen mállottak, főleg kaolinosan s részben szericitesen és apró pikkelyek halmazából állanak; csupán csak helyenként üdébbek kissé. Az üdébb részleteken a szimmetrikus zónában mért maximális kioltás alapján körülbelül $Ab_{60}An_{40}$ körüli összetételűek. A plagioklászok az amfibolok közt megmaradt tereket töltik ki. Az *amfibolokon* az $\{110\}$ $\{010\}$ forma megkülömböztethető; terminális lapok azonban nincsenek jól kifejlődve: a kristály a főtengely két végén szabálytalan alakú. Az amfibolok is elég erősen bomlottak, ami főleg kifakulásban nyilvánul meg, de azért optikai sajátágaik még jól megfigyelhetők: Pleochroizmusuk elég erős: α = halványszürkés sárga, β = világosbarnás zöld, γ = sötétbarnás zöld, $\gamma:c$ = körülbelül 18° . Egyik-másik amfibolban magnetit-zárványok fordulnak elő. Némelyik amfibol kissé kloritosan bomlott.

A lényeges elegyrészeken kívül még apró, többé-kevésbé izometrikus *magnetit*-szemcsék is résztvesznek a kőzet alkotásában. Néha a magnetit vékony szálasan kifejlődött, a szálak rácson keresztül egymást. Továbbá előfordul még e kőzetben *klinozoit*, szintelen parányi szemcsék alakjában, melyek valószínűleg a plagioklászok rovására képződtek; valamint igen kevés apró, a csiszolatban szintelen, igen erős kettőtörésű és nagy fénytörésű *titanitszemecske* is.

A kőzet tehát ásványi összetétele és szerkezete alapján erősen mállott, apró szemcséjű *diorit*.

A nagyobb szemek közt még néhány szintelen, fehér gömbölyded kvarc-szem, kevés rózsaszínű és barnásrózsaszínű *kvarc* s néhány *jáspiszszerű* szögletes szemecske ismerhető fel. Az utóbbiaknak sárgás-barna, helyenként feketés-barna főtömegében élénkvrös foltok és sávok látszanak.

Az igen apró homokszemekből a következő ásványokat sikerült meghatároznom: ¹

¹ Az ásványfajokat oly sorrendben sorolom fel, hogy — amennyiben hozzávetőleg megállapítható — a legnagyobb mennyiségben előforduló van elől s azután a fokozatosan a kisebb mennyiségben jelenlevők következnek.

A *kvarc-szemek* részben szögletesek, részben legömbölyödöttek, rendszerint szintelenek, ritkábban sötétszürkék, lidaikőszerűek. Igen kevés kvarc-szem rózsaszínű.

Az apró *mészköszemcsék* szürkés-fehérek, zavarosan átlátszók s rendszeren foltosan oltanak ki. Sósavban csak részben oldódnak, mert parányi agyagszemcsék maradnak vissza oldáskor, melyek az oldatban elég sokáig lebegnek. Tehát e szemcsék erősen márgásak. Csak ritkán találni teljesen átlátszó szintelen kalcitszemcséket.

Más ásványok szemcsékéi is gyakran többé-kevésbé részben vagy egészen kalciumkarbonátos bevonattal körülvettek.

Plagioklász aránylag elég sok van e homokban; szintelen szemcsékéi többnyire zavarosan átlátszók, albit-ikrek, a (010) szerint táblásak. A mért kioltások s fénytörésük alapján főként labradorkörűli összetételűek.

Az apró szerpentinszemcsék ugyanolyanok, mint az említett nagyobbak.

Jellemző e homokra, hogy aránylag kevés háromnál nagyobb sűrűségű ásványt tartalmaz.

Diopszidos-augit elég sok van e homokban; szemcséin a prizmazónát alkotó lapok jól észlelhetők, néha terminális lapok is. Ez az augit fűzöld színű, vékony metszetben szintelen, nem pleochroos; prizmalapján a kioltás cca 26° , $\gamma : c = cca 40^\circ$; igen sok magnetitzárványt tartalmaz.

Néhány augitszem makroszkóposan teljesen fekete, át nem látszó, csiszolatban pedig igen halvány zöldes színnel átlátszó, $\gamma : c = cca 43-44^\circ$. Kevés augitszem pedig barnás-zöld színnel átlátszó. Egy-két augitszemcske egészen téglavörös színű vasoxid-pseudomorfozából áll s csupán csak a külső alakon ismerhető fel, hogy e szemcsékék eredetileg augitok voltak.

A *magnetit* szemcsékéi elég gyakoriak, többnyire izometrikusak, koptatottak, néha csaknem egészen legömbölyödöttek. Ritkán 1 mm nagyságú szem is akad köztük, általában azonban sokkal kisebbek.

A *zirkon* elég gyakori igen parányi szemekben, melyeken a prizmazóna jól észlelhető, a terminális részek azonban igen erősen legömbölyödöttek. Kétféle zirkon-varietás fordul elő: jóval több szintelen és kevesebb rózsaszínű.

A kevés *amfibolszemecske* legnagyobb része halványzöld színnel átlátszó, elég erős pleochroizmussal: α = halvány szürkés-sárga, β igen világos barnás-zöld, γ = sötét barnás-zöld, $\gamma : c$ = körülbelül $16-18^\circ$. Néhány amfibol a *barna amfibolok* közé tartozik; ezek pleochroizmusa: α = sárga, β' = barnás-sárga, γ = sötét (zöldes) barna. Zárványként az amfibolokban magnetit fordul elő. Igen kevés, kissé kékes-zöld színű, vékony lemez alakjában teljesen szintelen amfibol is előfordul, melynek kioltása a prizmalapon cca 12° . Egy-két szintelen, valószínűleg szintén az amfibolesoportba tartozó apró szemecskének hasadási lapján $7-8^\circ$ kioltás mérhető.

Néhány parányi mézsárga, vékony metszetben teljesen szintelen szem igen erős kettőtörése és igen magas fénytörése alapján, továbbá koptatott volta ellenére is a titanit kristályformájára emlékeztető alakja alapján csak *titanit* lehet. E szemecskéken — a Descloizeaux-féle felállítás szerint — az $\{111\}$ az uralkodó, kivüle még néha az $\{100\}$, a $\{001\}$ s ritkán az $\{110\}$ is felismerhető. Kioltás akkor, ha az ásvány az $\{111\}$ lapon fekszik, a hosszanti irányhoz mérve körülbelül 26° .

Mint ismeretes, a titanitnak ily habitusú kristályai a granitodioritos kőzetekre és gnájszokra jellemzők.

Gránát kevés fordul elő e homokban s apró koptatott vagy széttört szemecskéi barnás-vörös színűek és teljesen izotropok.

Néhány szintelen halványzöldes *olivinszemecskét*, néhány *epidotszemét* s két *biotitlemezkét* is sikerült még meghatároznom. Az epidotszemek a hasadást jelző vonalakkhoz képest egyenesen oltanak ki, pleochroizmusuk elég jól észrevehető: α' = csaknem szintelen, kissé sárgás árnyalattal, β = világossárga, γ' = halvány zöldes-sárga.

A biotit-lemezeken igen erős pleochroizmus észlelhető: α = világossárga, γ = igen sötétbarna; tengelyszögük 0° körül.

II. Konia, vízmosásból.

0.75 cm-től lefelé terjedő méretű szemekből álló törmelék; a szemek túlnyomó része azonban igen apró.

A nagyobb szemek között néhány szürkés-fekete színű mál-

lott, többé-kevésbé gömbölyded szem fordul elő; e szemek *bazaltból* vagy esetleg piroxén-andezitből állanak.

E közet porfíros szövetű; a porfíros kiválások maximális hossza 0.7 mm, átlagos nagyságuk azonban jóval kisebb, csak 0.2—0.3 mm. hosszú. A porfíros kiválások: plagioklász, augit, olivin; köztük legtöbb a plagioklász, legkevesebb az olivin.

A *plagioklász* kristályai idiomorfok, a (010) szerint táblásak, albit-ikrek, átmetszeteik többnyire lécalakúak; viztiszták, teljesen üdék. A plagioklászok a szimmetrikus zónában mért maximális kioltás, az *a*-ra merőleges metszek kioltása s a szimmetrikus albit + karlsbadi konjugált kioltások alapján átlag $Ab_{40} An_{60}$ körüli összetételűek.

Az *augit* a csiszolatban szintelen, a vastagabb metszetekben kissé sárgás árnyalatú. Prizmazónája jól kifejlett lapokkal határolt: {100}, {010} és kisebb {110}. $\gamma : c =$ körülbelül 40—42°. Zárványként az augitban magnetit és alapanyagrészt fordul elő.

Az igen kevés *olivín* vékony metszetben teljesen szintelen, gyakran azonban a szélein másodlagosan képződött vasoxidtól vörösre festett. Ritkábban kalcitosan bomlott. Zárványként gyakran *magnetit* s ritkábban barna *pikotit* éles kristálykát tartalmazza. Némelyik szemben olivin nincs.

Az alapanyag apró plagioklászlececskékből és izometrikus apró magnetit szemekből s igen kevés parányi augitszemecskéből áll. Bár az alapanyag a csiszolatokban nem elég üde, mégis úgy látszik, hogy az alapanyag alkotásában magnetit-interpozíciós kevés üveg is részt vesz talán. Az alapanyag földpátjai és a porfírosan kivált földpátok közt nagyság tekintetében fokozatos átmenetek fordulnak elő. A *magnetit* szórványosan aránylag nagyobb szemekben is látható. Az alapanyag sötétbarna színű, néhol azonban oxidáció folytán képződött ferrioxidtól vörösre festett.

Úgy látszik, hogy a szemek nem mind ugyanabból a közetből származnak. Mert vannak közöttük olivinmentesek, olivinben szegényebbek és olivindúsak. Továbbá az alapanyag kifejlődése sem egyforma, némelyikben az alapanyag aránylag elég durván holokristályos.

Igen sok szemecske erősen oxidálódott, vörös-színű s ezekben rendszerint az olivin is vörös.

Némelyik apró bazaltszem lyukacsos, salakos s vörös vagy vörösbarna színű és a lyukacsok falai gyakran kalcittal vannak bevonva.

Általában e törmelék szemecskéi gyakran kalciumkarbonáttal — kisebb-nagyobb mértékben — bevontak.

A *kvarc* szemcséi többnyire szintelenek vagy rózsaszínűek, néha sötétebb vörös színűek. Néhány zöldesszürke vaskos *kvarc*-szem is felismerhető. A kevés *szarukő* szürkés-sárga, apró szögletes darabkákban fordul elő.

Sárgás-fehér apró, erősen koptatott *mész*-szemek is elég gyakoriak; ezek sósavban nem oldódnak teljesen, hanem kevés agyag marad vissza belőlük.

Ha a törmeléket úgy, amint van, minden válogatás nélkül, sával öntjük le, igen erős CO_2 -fejlődés áll be. Nem azért, mintha igen sok mész vagy kalcit volna a szemcsék közt, hanem főleg azért, mert igen sok szem másodlagosan képződött $Ca CO_3$ réteggel bevont. Néha az apróbb szemeket a $Ca CO_3$ össze is ragasztja egymással.

Ritkán apró, szintelen gömbölyded kalcitszemecske jelenléte is megállapítható.

Plagioklász aránylag igen sok van e próbában és rendszerint elég üde szemek alakjában. Szemecskéi rendszeren a (010) szerint táblásak, néha a (001) szerint; kristályformát egyébként nem lehet felismerni rajtuk; többnyire kihaladt, ritkábban összetört darabkák. Rendszeren albitikrek, ritka rajtuk a periklin-törvény szerint alkotott ikrek jelenléte. Fénytörésük és kioltásuk alapján labrador és bytownit körüli összetételűek.

A kisebb sűrűségű szemek közt néhány molluszka héjának apró töredéke is előfordul.

Jellemző e homokra, hogy sokkal több — legalább húszszor annyi — nagyobb sűrűségű ásványszemet tartalmaz, mint az előbbi.

A háromnál nagyobb sűrűségű részletben talán legtöbb a világoszöld színű *augit* mennyisége. Az augitszemecskéken a prizmazóna többnyire jól megmaradt: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$; egyik-másik szemecskén terminális lapok nyomai is látszanak. Az augit csiszolatban szintelen, vastagabb lemezekben kissé sárgás

árnyalatú, pleochroizmust nem mutat. $\gamma : c =$ körülbelül $40-44^\circ$. Zárványként gyakran magnetitot tartalmaz.

Néhány vörösbarna szemecskén az augit formája jól felismerhető ugyan, de a szemecskék mégsem augit-anyagból, hanem vörösbarna vasoxidból állnak, mely az augit után pseudomorfozakként jelent meg.

A *hipersztén* is elég gyakori hosszúkás, prizmás kifejlődésű szemekben, melyeken az $\{100\}$, $\{010\}$ és keskeny $\{110\}$ rendszerint jól felismerhető. A pleochroizmus igen erős: $\alpha =$ világos vörösés-barna, $\beta =$ világos sárgás-barna, $\gamma =$ sötétzöld. Zárványként többnyire aránylag elég sok magnetit fordul elő a hiperszténekben.

A hipersztén szemek főtömege néha barnás-vörös limonittá alakult át, csak itt-ott maradt meg a szemek közepe körül egy-egy folt alakjában az eredeti hipersztén, hol eredeti optikai sajátságai még jól látszanak. Néha az ily szemeken a limonitos részletek közt megmaradt hiperszténrészben még látszik ugyan pleochroizmus, de a kettőtörés sokkal gyengébb, mint az eredeti hiperszténé. Ezek a részletek bizonyos fokig már rostos szerkezetűek, a rostok hossziránya párhuzamos a hipersztén főtengelyével. Még azonban e rostos tömeg nem típusos szerpentin.

A vasoxidok kiválása a hasadások és repedések mentén indult meg.

Amfibol aránylag kevés fordul elő e homokban, még pedig két varietás alakjában: 1. *Barna amfibol*, melynek pleochroizmus a következő: $\alpha' =$ világos barnás sárga $\gamma =$ igen sötétbarna, $\gamma : c =$ körülbelül $6-8^\circ$ és 2. *zöld amfibol*, $\alpha =$ világos zöldessárga, $\beta =$ barnás-zöld, $\gamma =$ zöldes-barna, $\gamma : c =$ körülbelül $12-14^\circ$.

Magnetit elég sok fordul elő, többnyire közel izometrikus, lekoptatott szemek alakjában, melyek eléggé gömbölyűek. Némelyiken azonban az $\{111\}$ még igen jól felismerhető. Igen ritkán a spinell törvény szerint alkotott ikrek is látszanak. A szemek üdék, mállási kéregnek nyoma sincs rajtuk, nagyságuk egészen 0.35 mm átmérőig emelkedik. Néha az oktaeder lapjai fölött az oktaeder éleivel párhuzamos sávzottság látszik, ugyanolyan, mint amilyent a következő homok tárgyalásakor részletesebben tárgyalok.

A *zirkon* elég gyakori részben szintelen, részben rózsaszínű parányi kristálykák alakjában. A kristálykákon a prizmazóna mindig jól felismerhető, míg a főtengely két végén levő lapok többnyire erősen lekopottak. A prizmás habitusú zirkon a főtengelyre merőleges törési felületekkel határolt szemekben is található.

A kevés *gránátszemecske* legalább kétféle gránátfajtához tartozik, amennyiben halvány rózsaszínű és barnás-vörös színű friss törési felületű kristálytöredékek alakjában fordul elő. Mind a két gránátfajta tökéletesen izotrop, optikai anomáliáktól mentes. A barnás-vörös gránát sokkal kisebb mennyiségben fordul elő, mint a halványrózsaszínű.

Az *olivin* aránylag elég gyakori e homokban, vékony csiszolatban s a kisebb szemekben is teljesen szintelen. Néha kristályformák nyoma is felismerhető rajta: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$ és keskeny $\{010\}$. Néha — főleg a repedések mentén — vasoxid kiválása folytán vörös-színű, sőt néha csaknem egész tömege vörös. Zárványként parányi, krappbarnán átlátszó pikotitszemeket tartalmaz. Néha az olivinszemek szélén még az eredeti kőzet alapanyagához tartozó plagioklászok hozzá vannak tapadva.

A kevés *apatit* részint apró gömbölyded szemecskék, részint apró prizmákban fordul elő. A prizmákon a terminális lapok helyét a harántrepedések folytán képződött egyenetlen felületű elválási lap foglalja el. Az apatitok valamennyien teljesen szintelenek.

Végül még néhány apró *limonitsomócskát*, két parányi mézszárga *titanit*-szemet s néhány *biotit*-lemezkét sikerült meghatároznom. A biotit igen erős pleochroizmusú: α = világossárga, γ = sötét vörösbarna; optikai tengelyszöge 0° körül.

Néha oly szemecskét is találunk, mely megnyúlt, prizmás habitusú s csupán csak másodlagosan képződött limonitszemcsék halmazából áll. Gyakran a limonitsomók közt egyes magnetitszemek is látszanak, melyek valószínűleg az eredeti ásványban voltak zárványok. Bár az eredeti ásvány ezeken a pseudomorfózákon nem ismerhető fel, mégis valószínűnek látszik, hogy ezek a szemek eredetileg a piroxén-, vagy az amfibol-csoport valamely tagjának megfelelő összetételűek voltak.

Némelyik megnyúlt prizmás habitusú, de erősen hengeressé lekopott szem sárgás rostokból áll; e rostok hajlottak, de hossz-irányuk nagyjában mégis a szem hosszanti irányával párhuzamos. A szem egyes foltjain a rostos rész barna színű s ezeket a foltokat erős pleochroizmus jellemzi, $\gamma =$ barna, $a' =$ világossárga. γ a szem hosszanti irányával esik össze. A szemek kioltása foltos, kettöstörésük gyenge. Valószínű, hogy ezek a szemecskék is másodlagosan — elbomlás folytán — képződött anyagból állanak s valamely szerpentinvarietás rostos halmazának felelnek meg. Hogy az eredeti ásvány mi volt, nem lehet eldönteni.

III. Konia, Meram folyójából, a várostól $1\frac{1}{2}$ órányira.

A nagyobb — borsónyi — szemek közt sok szürkés-barna, tömött, legömbölyödött *mészkökavics* s igen sok tömött sárgás-fehér *mezozoi mészködarábka* fordul elő. Gyakoriak a halvány kékeszürke tömött mészköszemek is; kevés barnás-vörös tömött *mészkö* törmeléke is előfordul.

Néhány 15 mm nagyságú, gömbölyű, igen mállott földpátokat és mállott alapanyagot tartalmazó *andezit-szemecske* is felismerhető. Ezek részben *biotit-amfibolandezitok*, részben *amfibolandezitok*.

A *biotit-amfibolandezitok* az amfibolon kívül elég sok biotitot is tartalmaznak porfiros kiválás gyanánt. A biotitlemezkék idiomorfok, rajtuk a következő formák ismerhetők fel: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{010\}$; pleochroizmusuk igen erős: $a =$ világossárga, $\gamma =$ sötétbarna; tengelyszögük kicsi, csaknem 0° körüli. E kőzet másik színes elegyrésze az amfibol, mely a barna amfibolok közé tartozik: $a' =$ barnássárga, $\gamma =$ sötétbarna, kioltás a hasadási lapon csak néhány fok. A klinozoizitosan és szericitesen erősen mállott porfirosan kivált plagioklászok rendszerint albitikrek, ritkábban albit + periklin vagy albit + karlsbadi ikrek; fénytörésük s az albit + karlsbadi ikreken mért szimmetrikus konjugált kioltásuk alapján a labrador-sorba tartoznak. A mállott alapanyag parányi plagioklászlécecskékből s amfibol-mikrolitokból és kevés magnetitből áll. Az alapanyag közelebbi jellemzése az erős mállottság folytán nem sikerült.

A néhány *amfibolandezit*-szemecske is könnyen szétmorzsolható az ujjak közt, azaz igen erősen mállott. Úgy látszik, hogy ezek az előbbi típustól csak abban térnek el, hogy biotitot nem tartalmaznak. Az amfibol bennük üde s pleochroizmusa igen erős: α' = világos barnás-sárga, γ = sötétbarna kissé zöldes árnyalattal (hasadási lemezen megfigyelve). Kioltság a hasadási lapon circa 5--7°.

Sajnos, annyira üde szemeket nem találtam, mint aminők e közetek pontosabb jellemzéséhez szükségesek.

A nagyobb szemek között még sok *színtelen kvarc*, néhány barnás-szürke színű, vörös sávokkal érezett *kvarcítkavics*, valamint kalciumkarbonáttal lazán összecementezett néhány *finom szemű homokkő* is akadt.

Az apró homokszemek jó része igen különböző színű *kvarc-szemekből* áll, melyek közt a színtelenek vannak túlsúlyban. Érdekes, hogy a kvarc érdes, egyenetlen és hajlott felületű vékony hártvány alakjában is előfordul. Ezek a vékony hártványak eredetileg valószínűleg igen keskeny hasadékkitöltések voltak.

Sok fehér-sárga apró *mész-kőszemecske* s kevés színtelen *kalcitszem* képviseli a karbonátokat. Jellemző azonban, hogy a homok szemecskéinek legnagyobb részét kalciumkarbonátos kéreg vonja be, mely majd többé-kevésbé egészen beburkolja a szemet, majd csak egyes foltok alakjában ül a szemecskéken.

Aránylag sok *plagioklász* fordul elő e homokban, melyek fénytörésük alapján a labrador-bytownit-sorba tartoznak.

Jellemző e homokra, hogy sok *biotitot* tartalmaz. A biotitlemezkék csaknem mindig idiomorfok s rajtuk a $\{001\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ többnyire jól felismerhető; pleochroizmusuk igen erős: α = világos szalmasárga, γ = igen sötétbarna, $\beta = \gamma$; tengelyszögük 0° körül. A biotitlemezkék néha több -- 2--3 -- mm átmérőjük s vastagságuk néha az 1 mm-t is eléri. Egyes biotitlemezek kifakultak, azaz baueritosodottak s sárga színűek.

Magnetit is aránylag igen sok van ebben a homokban; a háromnál nagyobb sűrűségű részlet főként magnetit. A legtöbb magnetitszemen az oktaeder jól felismerhető, csak a csúcsok gömbölyödöttek le. A szemek felülete üde, rozsdá nincs rajtuk. Az oktaeder lapjain igen gyakran — főleg binokuláris mikrosz-

kóppal nézve — az oktaeder éleivel párhuzamos sávozottság látszik. A sávok az oktaeder lapja fölött lépcsőzetesen emelkednek, úgy, hogy a lap közepe fekszik a legmagasabban; azaz mintha az oktaeder lapjai fölé vékony lemezekből álló egyenlő oldalú háromszögek volnának rakva egymás fölé oly módon, hogy mindegyik feljebb következő háromszög oldala az alatta levőnél rövidebb.

Ez a lépcsőzetes sávozottság az oktaeder és rombdodekaeder többször ismétlődő, oszcilláló kombinációjának felel meg. Ehhez hasonló kristályokat említett FLINK Nordmarkenről.¹ A nordmarkeni kristályokon a lépcsőzetesen elhelyezkedő lapok közül a legmagasabban levő eléri a rombtizenkettős trigonális csúcsát, tehát az egész kristály a rombdodekaeder habitusában jelenik meg.

A koniai magnetitokon ellenben a lépcsőzetes kiemelkedés nem oly magas, hogy a rombdodekaeder trigonális csúcsáig menne; ennek folytán a kristályok *oktaederes habitusúak*.

A *barna amfibol* elég gyakori; pleochroizmusa igen erős: α = halavány sárgás-barna, kissé zöldes árnyalattal, β = sárgás-barna, γ = sötét kávébarna, kissé zöldesbe hajló árnyalattal. Kioltás a hasadási lapon $5-7^\circ$; $\gamma : c$ = körülbelől 10° .

Zöld amfibol is elég gyakori e homokban; pleochroizmusa: α = zöldes-sárga, β = világos barnás-zöld, γ = sötétzöld; kioltása a hasadási lemezekéken körülbelől $13-16^\circ$.

Zirkon aránylag sok fordul elő a homokban parányi szintelen és rózsaszínű megnyúlt vékony kristálykákban. A rózsaszínű zirkonokon a terminális végen néha két piramis is fellép egymás fölött. Néha a következő kombináció elég jól felismerhető $\{110\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{331\}$.

Az *apatit* apró, hatszögletes prizmászkákban elég gyakori. A kristálykák prizmazónája éles; a terminális lapok vagy igen erősen lekopottak, vagy teljesen hiányzanak. Az utóbbi esetben a prizma két végét a harántelválás folytán képződött egyenetlen felület határolja. A harántelválás csaknem mindegyik kristálykán jól látszik.

¹ FLINK G.: Mineralogiska notiser I. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Band 12., Afd. II., No 2., p. 15 és fig. 5. Stockholm, 1886.

A *gránát* vörösbarna színű deltoidhuszonnégyesekben és töredékekben fordul elő s aránylag elég gyakori. Néha deltoidhuszonnégyes és rombdodekæder kombinációjában is megfigyelhető, de ekkor is a deltoidhuszonnégyes az uralkodó forma. Szemecskéi tökéletesen izotropok s gyakran magnetizárványokat tartalmaznak.

Zöld *augit* is elég sok található hosszú, prizmatikus szemekben. $\gamma : c = \text{circa } 45^\circ$.

A kevés *hiperszténszemecske* prizmás habitusú, de erősen legömbölyödött, jellemző pleochroizmussal: $a' = \text{sárga}$, $\gamma = \text{füzöld}$. A szemek rendesen magnetitot zárnak magukba.

Néhány mézsárga *titanítszemecske* s néhány szintelen-halványzöldes vagy vöröses *olivínszem* szintén meghatározható volt.

Végül találtam még két parányi, pentagondodekæderes *limonitpseudomorfozát pirit után*, valamint elég sok apró *limonit-csomócskát*.

Megemlítem még, hogy mind a három törmelékből körülbelül csak egy-egy maroknyi mennyiség állt rendelkezésemre a vizsgálatokhoz.

*

A megvizsgált próbáknak ásvány-közzettani alkotásából a következő *általános eredmények* következtethetők:

1. Mind a három törmelék csak olyan ásványokat tartalmaz, melyek az alkáli-mész-közetekben fordulnak elő. A nátron- vagy káliprovinciára jellemző ásványokat a próbák nem tartalmazzák.

3. Egyik próbában sincsenek oly ásványok, melyek csak a kristályos palákra volnának jellemzők (pl. sztaurolit, disztén stb.). Egyedül a szerpentin az a közet, mely esetleg kristályos palák területéről származhatott.

ÜBER DIE SANDE IN DER UMGEBUNG VON KONIA.

A. VENDL.

Die Mitteilung enthält die mineralogisch-petrographische Beschreibung der Sandproben, die durch Prof. R. MILLEKER während seiner Reise in Asien im Jahre 1910 gesammelt wurden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 5. December 1927.)

A HARRESS-FÉLE KÍSÉRLET MEGISMÉTLÉSÉRŐL.

POGÁNY BÉLA I. tagtól.

(Második közlemény.)

Egy előző közlésben¹ beszámoltam a SAGNAC-féle kísérlet megismétléséről. E kísérletnél egy tükörpolygont használunk, melyen a fény visszaverődve zárt poligonális úton halad. Az eszközbe vetett fényt egy félig áteresztő ezüstreteggel két kohärens nyalábra bontjuk, melyek azután a poligonális utat ellenkező irányban befutva interferálnak. Ha a tükörpolygon forog, akkor az interferenciacsíkok nyugalmi helyzetükhöz képest eltolódnak a csikszélességben mért

$$\Delta = \frac{4\omega l'}{\lambda c} \quad (1)$$

darabban, hol ω a forgás szögsebessége, l' a fényút-polygon által bezárt terület vetülete a forgás síkjára, λ a fénynek levegőben mért hullámhossza és c a fénysebesség a légüres térben (vagy levegőben), $c = 3 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$.

Ha az interferenciacsíkoknak egy felülről nézve az óramutató járásának irányában történő forgásnál keletkező helyzetét összehasonlítjuk a csíkoknak azzal a helyzetével, mely ellenkező irányú forgásnál létesül, akkor nyilván az eltolódás a fenti érték kétszerese:

$$\Delta = \frac{8\omega l'}{\lambda c} \quad (2)$$

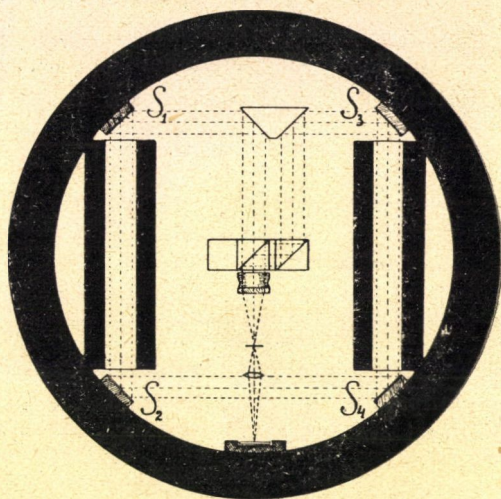
A SAGNAC-féle kísérletnél a poligonális fényút levegőben fekszik. Mint (2)-ből látható, az eltolódás értéke nem változhat,

¹ Math. és Természettud. Értesítő. XLIII. k. 1926. 155. l.

ha levegő helyett valamely más, erősebben fénytörő átlátszó anyagot veszünk, mert a törésmutató (2)-ben nem szerepel.

A HARRESS-féle kísérlet, mely időrendben SAGNAC-ét megelőzte, ez utóbbitól éppen abban különbözik, hogy HARRESS készülékében a poligonális fényút üvegben haladt.

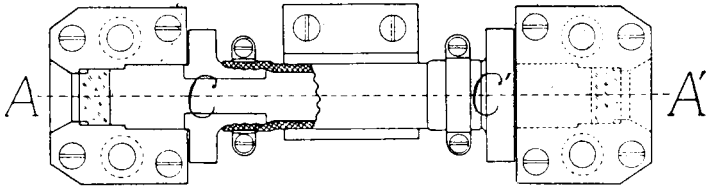
A HARRESS-SAGNAC-féle kísérletek pontosabb megismétlésére irányuló törekvéseimnél én is a HARRESS-féle elrendezésből indultam ki és abból keletkezett a vizsgálat folyamán az a készülék,



1. ábra.

melyet előző közleményemben leírtam és mellyel az ott ismertett méréseket végeztem. E mérések alkalmával a két fénynyaláb a poligonális úton levegőben haladt, ez tehát a SAGNAC-féle kísérlet megismétlése volt, de a készülék mindjárt úgy épült, hogy a fény útjába a levegő helyett más átlátszó közeg is legyen iktatható. Az eredeti HARRESS-készülékben a 10 üvegprizmából álló koszorú nemcsak arra szolgált, hogy a fény a prizmákban haladjon, hanem egyszerre mind a prizmák egy-egy lapja szerepelt mint fényvisszaverő tükör és ez volt a készülék fő hiánya. Ugyanis az aránylag nagy tömegű prizmák a centrifugális erő hatására deformálódtak és ennek következtében a tükröző lap-

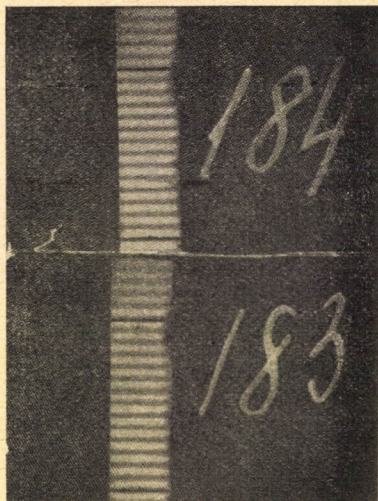
juk asztigmatikusan verte vissza a fényt. Ez a hibaforrás tehát a fényútnak üvegben való vezetése alkalmával úgy kerülhető el, ha derékszögű paralelepiped alakú üvegtesteket használunk, melyeknek szemközti lapjain merőlegesen lép be és ki a fény. Ily üvegtestek az általam a SAGNAC-féle kísérlet megismétlésére használt készülékben az S_1 és S_2 , valamint az S_3 és S_4 tükrök közé (1. ábra) voltak elhelyezhetők. Ily hosszú paralelepipedeknél félő volt, hogy a centrifugális erő hatására el fognak görbülni, ami által véglapjaik parallelitása megszűnik és mint hasábok fognak működni, vagyis el fogják téríteni a fényt. Ezért üveghasábok helyett első idevonatkozó kísérleteimnél gummifalú folyadékkamrákat használtam (2. ábra), melyek két végükön A-nál és



2. ábra.

A'-nél vastag planparalel üveglapokkal voltak lezárva. A lezáró üveglapok foglalatái erős kónuszokkal voltak az eszköz alap- és fedőlapjához erősítve és e foglalatokat összekötő vastagfalú gumicső a foglalatoktól *függetlenül* az alaplapon megerősített acélsőben támaszkodhatott meg forgás közben. Ily módon a centrifugális erő hatására a gumicső csak kevéssé deformálódhatott, benne csak kicsiny feszültségek keletkezhettek és így a lezáró üveglapok foglataira a gumicső feszültségéből eredő számottevő forgató nyomatékok nem léphettek fel és az üveglapok párhuzamossága nem változhatott meg. Néhány kísérletnél gumicső helyett ólomesővet is használtam. Sajnos, e folyadékos kísérletek nem vezettek eredményre, bár alkoholon és vizen kezdve, különböző olajokon keresztül egészen glicerinig végigpróbáltam a különböző viszkozitású folyadékok egész sorozatát. Valamennyi folyadéknál a folyadék viszkozitása szerint kisebb-nagyobb sebességgel, de folyton változott az interferenciasíkok irányítása, szélessége és alakja úgy, hogy mérésről szó-

sem lehetett. Ezenkívül egyes folyadékok, pl. alkohol és víz különböző kémiai és elektrokémiai hatások folytán a kamrában egy két nap alatt átlátszatlanokká váltak, bár a végén már a kamra fémrészei belülről vastagon elektrolitikusan aranyozva voltak. Ekkor nem maradt más hátra, mint vastag SIEMENS-MARTIN-acélba foglalt derékszögű paralelepipedeket iktatni a tükrök közé. Ebben a stádiumban volt a vizsgálat 1926 őszén, a nyári vakáció végén, melyet e vizsgálatok céljából Jénában, a Zeiss-gyárban töltöttem. Ekkor a Zeiss-gyár vezetősége kérésemre beleegyezett abba, hogy a vizsgálatok gyorsabb folytatása céljából az üvegparalelepipedek beépítése után az egész készüléket Budapestre szállítja. Itt a készülék a Műegyetem kísérleti fizikai intézetének alagsori helyiségében



3. ábra.

| | - | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | + |
|------|---|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 180. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 181. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 182. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 183. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 184. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 185. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 186. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4. ábra.

lett felállítva, melyet SZARVASY IMRE ömértósága előzékenységének köszönhetek. A 32 cm hosszú üvegparalelepipedek beépítése, illetőleg rögzítése sikerült és az interferenciák 1500

percenkénti fordulatonál is — melyre szükség volt, hogy a csikrendszer eltolódása körülbelül egy csik szélesség legyen — kifogástalanul élesek maradtak. A 3. ábrában láthatók percenként 1500 fordulatonál készült felvételek.

A mérések eredményeit a következő táblázatok tartalmazzák.

1. táblázat.

Márc. 24.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|---------|--|----------|
| 63 | 0·0500 | | 1·882 | | -11·176 | | |
| | | 0·0499 | | 1·891 | | $\frac{1·258}{1·891} = 0·665$ | 0·663 |
| 64 | 0·0498 | | 1·900 | | -9·918 | | |
| | | 0·0506 | | 1·907 | | $\frac{1·311}{1·907} = 0·687$ | 0·695 |
| 65 | 0·0514 | | 1·915 | | -11·229 | | |
| | | 0·0511 | | 1·925 | | $\frac{1·374}{1·925} = 0·713$ | 0·728 |
| 66 | 0·0509 | | 1·936 | | -9·855 | | |
| | | 0·0507 | | 1·938 | | $\frac{1·413}{1·938} = 0·729$ | 0·739 |
| 67 | 0·0506 | | 1·941 | | -11·268 | | |
| | | 0·0505 | | 1·948 | | $\frac{1·407}{1·948} = 0·722$ | 0·729 |
| 68 | 0·0505 | | 1·955 | | -9·861 | | |
| | | 0·0509 | | 1·956 | | $\frac{1·346}{1·956} = 0·688$ | 0·700 |
| 69 | 0·0513 | | 1·958 | | -11·207 | | |

Közép: 0·709

2. táblázat.

Márc. 25.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|----------|
| 70 | 0·0500 | | 1·869 | | -7·856 | | |
| | | 0·0498 | | 1·883 | | $\frac{1·398}{1·883} = 0·742$ | 0·739 |
| 71 | 0·0496 | | 1·897 | | -9·254 | | |
| | | 0·0499 | | 1·898 | | $\frac{1·338}{1·898} = 0·705$ | 0·703 |
| 72 | 0·0502 | | 1·899 | | -7·916 | | |
| | | 0·0500 | | 1·909 | | $\frac{1·361}{1·909} = 0·713$ | 0·713 |
| 73 | 0·0498 | | 1·920 | | -9·277 | | |
| | | 0·0500 | | 1·928 | | $\frac{1·424}{1·928} = 0·738$ | 0·738 |
| 74 | 0·0502 | | 1·936 | | -7·853 | | |
| | | 0·0502 | | 1·934 | | $\frac{1·412}{1·934} = 0·730$ | 0·733 |
| 75 | 0·0593 | | 1·933 | | -9·265 | | |
| | | 0·0502 | | 1·943 | | $\frac{1·455}{1·943} = 0·749$ | 0·752 |
| 76 | 0·0501 | | 1·954 | | -7·810 | | |
| | | 0·0500 | | 1·946 | | $\frac{1·451}{1·946} = 0·745$ | 0·745 |
| 77 | 0·0499 | | 1·938 | | -9·261 | | |

Közép: 0·732

3. táblázat.

Márc. 26.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01}-x_{02}}{b} = \Delta\bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|---|----------|
| 78 | 0·0495 | | 1·868 | | -3·721 | | |
| | | 0·0495 | | 1·880 | | $\frac{1·292}{1·880} = 0·687$ | 0·680 |
| 79 | 0·0496 | | 1·892 | | -5·013 | | |
| | | 0·0496 | | 1·898 | | $\frac{1·329}{1·898} = 0·700$ | 0·694 |
| 80 | 0·0496 | | 1·904 | | -3·684 | | |
| | | 0·0494 | | 1·915 | | $\frac{1·387}{1·915} = 0·724$ | 0·715 |
| 81 | 0·0493 | | 1·926 | | -5·071 | | |
| | | 0·0496 | | 1·928 | | $\frac{1·359}{1·928} = 0·705$ | 0·699 |
| 82 | 0·0499 | | 1·931 | | -3·712 | | |
| | | 0·0498 | | 1·930 | | $\frac{1·354}{1·930} = 0·701$ | 0·698 |
| 83 | 0·0498 | | 1·930 | | -5·066 | | |
| | | 0·0496 | | 1·938 | | $\frac{1·378}{1·938} = 0·711$ | 0·705 |
| 84 | 0·0494 | | 1·946 | | -3·688 | | |
| | | 0·0493 | | 1·949 | | $\frac{1·497}{1·949} = 0·768$ | 0·757 |
| 85 | 0·0493 | | 1·953 | | -5·185 | | |
| | | 0·0492 | | 1·949 | | $\frac{1·485}{1·949} = 0·762$ | 0·750 |
| 86 | 0·0492 | | 1·946 | | -3·700 | | |

Közép: 0·712

4. táblázat.

Ápr. 29.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01}-x_{02}}{b} = \Delta\bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|---|----------|
| 96 | 0·0396 | | 2·326 | | -5·529 | | |
| | | 0·0398 | | 2·328 | | $\frac{2·117}{2·328} = 0·909$ | 0·904 |
| 97 | 0·0401 | | 2·330 | | -3·412 | | |
| | | 0·0397 | | 2·363 | | $\frac{2·209}{2·363} = 0·935$ | 0·928 |
| 98 | 0·0394 | | 2·397 | | -5·621 | | |
| | | 0·0393 | | 2·391 | | $\frac{2·202}{2·391} = 0·921$ | 0·905 |
| 99 | 0·0392 | | 2·385 | | -3·419 | | |
| | | 0·0398 | | 2·394 | | $\frac{2·044}{2·394} = 0·854$ | 0·850 |
| 100 | 0·0405 | | 2·403 | | -5·463 | | |
| | | 0·0402 | | 2·409 | | $\frac{2·097}{2·409} = 0·870$ | 0·874 |
| 101 | 0·0399 | | 2·416 | | -3·366 | | |
| | | 0·0400 | | 2·415 | | $\frac{2·200}{2·415} = 0·911$ | 0·911 |
| 102 | 0·0400 | | 2·415 | | -5·566 | | |
| | | 0·0401 | | 2·419 | | $\frac{2·194}{2·419} = 0·907$ | 0·909 |
| 103 | 0·0402 | | 2·419 | | -3·372 | | |

Közép: 0·897

7. táblázat.

Jún. 5.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|--------------|
| 126 | 0.0402 | | 2.602 | | -3.491 | | |
| | | 0.0400 | | 2.593 | | $\frac{2.292}{2.593} = 0.884$ | 0.884 |
| 127 | 0.0398 | | 2.584 | | -5.783 | | |
| | | 0.0397 | | 2.602 | | $\frac{2.377}{2.602} = 0.913$ | 0.906 |
| 128 | 0.0396 | | 2.621 | | -3.406 | | |
| | | 0.0396 | | 2.619 | | $\frac{2.379}{2.619} = 0.908$ | 0.899 |
| 129 | 0.0396 | | 2.618 | | -5.785 | | |
| | | 0.0398 | | 2.628 | | $\frac{2.377}{2.628} = 0.904$ | 0.899 |
| 130 | 0.0399 | | 2.639 | | -3.408 | | |
| | | 0.0399 | | 2.643 | | $\frac{2.405}{2.643} = 0.910$ | 0.908 |
| 131 | 0.0398 | | 2.646 | | -5.813 | | |
| | | | | | | | Közép: 0.899 |

8. táblázat.

Jún. 17.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|--------------|
| 132 | 0.0397 | | 3.730 | | -6.969 | | |
| | | 0.0397 | | 3.723 | | $\frac{3.345}{3.723} = 0.898$ | 0.891 |
| 133 | 0.0396 | | 3.716 | | -3.624 | | |
| | | 0.0394 | | 3.726 | | $\frac{3.397}{3.726} = 0.912$ | 0.898 |
| 134 | 0.0391 | | 3.735 | | -7.021 | | |
| | | 0.0397 | | 3.734 | | $\frac{3.419}{3.734} = 0.916$ | 0.909 |
| 135 | 0.0402 | | 3.733 | | -3.602 | | |
| | | 0.0400 | | 3.754 | | $\frac{3.423}{3.754} = 0.912$ | 0.912 |
| 136 | 0.0398 | | 3.775 | | -7.025 | | |
| | | | | | | | Közép: 0.902 |

9. táblázat.

Jún. 25.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta_{\bar{T}}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|----------|
| 137 | 0·0400 | | 1·099 | | -4·470 | | |
| | | 0·0399 | | 1·103 | | $\frac{0·985}{1·103} = 0·893$ | 0·891 |
| 138 | 0·0398 | | 1·106 | | -3·485 | | |
| | | 0·0399 | | 1·106 | | $\frac{0·986}{1·106} = 0·891$ | 0·889 |
| 139 | 0·0401 | | 1·106 | | -4·471 | | |
| | | 0·0401 | | 1·109 | | $\frac{0·993}{1·109} = 0·895$ | 0·897 |
| 140 | 0·0401 | | 1·111 | | -3·478 | | |
| | | 0·0401 | | 1·113 | | $\frac{0·997}{1·113} = 0·896$ | 0·898 |
| 141 | 0·0401 | | 1·114 | | -4·475 | | |
| | | 0·0401 | | 1·115 | | $\frac{0·996}{1·115} = 0·893$ | 0·895 |
| 142 | 0·0400 | | 1·116 | | -3·479 | | |
| | | 0·0400 | | 1·117 | | $\frac{1·041}{1·117} = 0·932$ | 0·932 |
| 143 | 0·0400 | | 1·118 | | -4·520 | | |
| | | 0·0400 | | 1·118 | | $\frac{1·042}{1·118} = 0·932$ | 0·932 |
| 144 | 0·0400 | | 1·118 | | -3·478 | | |
| | | 0·0399 | | 1·121 | | $\frac{1·088}{1·121} = 0·971$ | 0·969 |
| 145 | 0·0398 | | 1·123 | | -4·566 | | |

Közép: 0·913

10. táblázat.

Jún. 28.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta_{\bar{T}}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|----------|
| 146 | 0·0401 | | 1·111 | | -4·394 | | |
| | | 0·0401 | | 1·111 | | $\frac{0·987}{1·111} = 0·888$ | 0·890 |
| 147 | 0·0401 | | 1·110 | | -3·407 | | |
| | | 0·0400 | | 1·114 | | $\frac{1·042}{1·114} = 0·935$ | 0·935 |
| 148 | 0·0399 | | 1·117 | | -4·449 | | |
| | | 0·0400 | | 1·119 | | $\frac{1·027}{1·119} = 0·918$ | 0·918 |
| 149 | 0·0400 | | 1·120 | | -3·422 | | |
| | | 0·0400 | | 1·121 | | $\frac{0·993}{1·121} = 0·886$ | 0·886 |
| 150 | 0·0399 | | 1·121 | | -4·415 | | |
| | | 0·0400 | | 1·122 | | $\frac{1·018}{1·122} = 0·907$ | 0·907 |
| 151 | 0·0400 | | 1·123 | | -3·397 | | |
| | | 0·0400 | | 1·126 | | $\frac{1·060}{1·126} = 0·941$ | 0·941 |
| 152 | 0·0399 | | 1·128 | | -4·457 | | |
| | | 0·0400 | | 1·127 | | $\frac{1·031}{1·127} = 0·915$ | 0·915 |
| 153 | 0·0400 | | 1·126 | | -3·426 | | |

Közép: 0·913

11. táblázat.

Júl. 1.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | b mm | r_0 | $\frac{r_{01} - r_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------|--------|--|---------------|
| 154 | 0·0402 | | 1·104 | | -3·406 | $\frac{0·981}{1·104} = 0·889$ | 0·893 |
| | | 0·0402 | | 1·104 | | | |
| 155 | 0·0402 | | 1·103 | | -4·387 | $\frac{1·016}{1·105} = 0·919$ | 0·921 |
| | | 0·0401 | | 1·105 | | | |
| 156 | 0·0399 | | 1·107 | | -3·371 | $\frac{1·011}{1·110} = 0·911$ | 0·909 |
| | | 0·0399 | | 1·110 | | | |
| 157 | 0·0399 | | 1·112 | | -4·382 | $\frac{1·004}{1·113} = 0·902$ | 0·900 |
| | | 0·0399 | | 1·113 | | | |
| 158 | 0·0399 | | 1·114 | | -3·378 | $\frac{1·035}{1·117} = 0·927$ | 0·925 |
| | | 0·0399 | | 1·117 | | | |
| 159 | 0·0399 | | 1·120 | | -4·413 | $\frac{1·029}{1·122} = 0·917$ | 0·917 |
| | | 0·0400 | | 1·122 | | | |
| 160 | 0·0401 | | 1·123 | | -3·384 | $\frac{1·037}{1·124} = 0·923$ | 0·925 |
| | | 0·0401 | | 1·124 | | | |
| 161 | 0·0401 | | 1·125 | | -4·421 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | Közép : 0·913 |

12. táblázat.

Júl. 21.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | b mm | r_0 | $\frac{r_{01} - r_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------|--------|--|---------------|
| 162 | 0·0395 | | 0·929 | | -4·271 | $\frac{0·854}{0·932} = 0·916$ | 0·909 |
| | | 0·0397 | | 0·932 | | | |
| 163 | 0·0399 | | 0·935 | | -3·417 | $\frac{0·830}{0·934} = 0·889$ | 0·887 |
| | | 0·0399 | | 0·934 | | | |
| 164 | 0·0399 | | 0·933 | | -4·247 | $\frac{0·834}{0·935} = 0·892$ | 0·890 |
| | | 0·0399 | | 0·935 | | | |
| 165 | 0·0399 | | 0·936 | | -3·413 | $\frac{0·845}{0·937} = 0·902$ | 0·900 |
| | | 0·0399 | | 0·937 | | | |
| 166 | 0·0399 | | 0·939 | | -4·258 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | Közép : 0·896 |

13. táblázat.

Júl. 23.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|----------|
| 167 | 0·0399 | | 0·939 | | -4·294 | $\frac{0·880}{0·941} = 0·935$ | 0·935 |
| | | 0·0400 | 0·941 | | | | |
| 168 | 0·0401 | | 0·942 | | -3·414 | $\frac{0·837}{0·946} = 0·885$ | 0·887 |
| | | 0·0401 | 0·946 | | | | |
| 169 | 0·0400 | | 0·949 | | -4·251 | $\frac{0·846}{0·951} = 0·890$ | 0·892 |
| | | 0·0401 | 0·951 | | | | |
| 170 | 0·0401 | | 0·953 | | -3·405 | $\frac{0·860}{0·955} = 0·901$ | 0·903 |
| | | 0·0401 | 0·955 | | | | |
| 171 | 0·0400 | | 0·957 | | -4·265 | $\frac{0·846}{0·957} = 0·884$ | 0·886 |
| | | 0·0401 | 0·957 | | | | |
| 172 | 0·0401 | | 0·957 | | -3·419 | $\frac{0·880}{0·962} = 0·915$ | 0·917 |
| | | 0·0401 | 0·962 | | | | |
| 173 | 0·0401 | | 0·966 | | -4·299 | | |
| | | | | | | | |

Közép: 0·903

14. táblázat.

Júl. 24.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | \bar{b} mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--|----------|
| 174 | 0·0400 | | 0·926 | | -4·323 | $\frac{0·866}{0·929} = 0·932$ | 0·932 |
| | | 0·0400 | 0·929 | | | | |
| 175 | 0·0400 | | 0·932 | | -3·457 | $\frac{0·832}{0·940} = 0·885$ | 0·887 |
| | | 0·0401 | 0·940 | | | | |
| 176 | 0·0401 | | 0·948 | | -4·289 | $\frac{0·832}{0·934} = 0·891$ | 0·891 |
| | | 0·0400 | 0·934 | | | | |
| 177 | 0·0399 | | 0·919 | | -3·457 | $\frac{0·842}{0·928} = 0·907$ | 0·907 |
| | | 0·0400 | 0·928 | | | | |
| 178 | 0·0400 | | 0·937 | | -4·299 | | |
| | | | | | | | |

Közép: 0·904

15. táblázat.

Júl. 26.

| Lemez sz. | T sec. | \bar{T} sec. | b mm | b mm | x_0 | $\frac{x_{01} - x_{02}}{b} = \Delta \bar{T}$ | Δ |
|-----------|----------|----------------|--------|--------|--------|--|----------|
| 179 | 0·0400 | 0·0400 | 0·969 | 0·944 | -3·424 | — | — |
| 180 | 0·0400 | 0·0400 | 0·919 | 0·921 | -2·731 | $\frac{0·840}{0·921} = 0·912$ | 0·912 |
| 181 | 0·0400 | 0·0400 | 0·922 | 0·925 | -3·571 | $\frac{0·852}{0·925} = 0·921$ | 0·921 |
| 182 | 0·0399 | 0·0400 | 0·927 | 0·930 | -2·719 | $\frac{0·839}{0·930} = 0·902$ | 0·902 |
| 183 | 0·0401 | 0·0401 | 0·933 | 0·932 | -3·558 | $\frac{0·847}{0·932} = 0·909$ | 0·911 |
| 184 | 0·0401 | 0·0400 | 0·930 | 0·932 | -2·711 | $\frac{0·833}{0·932} = 0·894$ | 0·894 |
| 185 | 0·0399 | 0·0400 | 0·934 | 0·936 | 3·544 | $\frac{0·841}{0·936} = 0·898$ | 0·898 |
| 186 | 0·0400 | | 0·937 | | 2·703 | | |

Közép: 0·906

Az egymásután következő felvételek alkalmával az eszköz felváltva felülről nézve az óramutató járásának irányában és az ellenkező irányban forgott.

A felvételek kiértékesítésénél meghatároztuk az interferenciacsikok rendszerének helyzetét egy a csikrendszerrel együtt lefényképezett és a csikokkal párhuzamos pókfonálhoz képest. Kiválasztva a 0-dik interferenciacsikot, jelöljük annak helyzetét x_0 -val, akkor a többiek helyzete lesz:

$$x_k = x_0 \pm kb,$$

hol b a csíkszélesség. A komparátorral lemért x_k értékekből x_0 -t a legkisebb négyzetek módszerével nyertük. Megjegyzem itt, hogy x_k meghatározásánál a komparátoron minden interferenciacsikra tízszer lett a mérő távcső fonálkeresztje beállítva. A fényképezőlemez 20 mm széles volt, rajta tehát a széles interferenciákból 5—6 csik, a keskenyekből körülbelül 19 csik fért el, tehát ennyi egyenletet nyertünk x_0 és b meghatározására. Mivel

egy felvételi sorozat folyamán, mint a táblázatokból látható, a *b* csikszélesség lassan növekedett, az eredményre nem volt irrelevans, hogy melyik csikot választjuk 0-dik csiknak. Nyilván az a csik lesz a zérus fáziskülönbséghez tartozó 0-dik csik, mely a csikszélesség lassú változása ellenére nem változtatja helyét a pókfonálhoz képest. A 0-dik csik megállapítása céljából tehát felrajzoltuk az egymásra következő felvételeken látható csikrendszereknek komparátorral megállapított helyzeteit milliméterpapírra; a nyert ábra alapján a 0-dik csik rögtön felismerhető (4. ábra).

A felvételek a HERAEUS-féle pontlámpával a $Hg\lambda = 546 \times 10^{-7}$ cm hullámhosszúságú zöld színképvonalának fényében készültek átlag 1 perces expozíció mellett. Ehhez a hullámhosszúsághoz ¹ a (2) formula szerint a

$$\Delta = 0.906 \quad (3)$$

érték tartozik. A szélescsikú, 96—136 számú felvételekből nyert csikeltolódások középértéke 0.901, a keskeny csikú 136—186 felvételekből nyert középérték 0.907, az összes felvételek középértéke tehát 0.904, ami a (3) alatti értékkel kitűnően egyezik.

Az 1—62. számú felvételek az újonnan felállított eszköz jusztirozására szolgáltak. Ezekután készült néhány felvétel, a 63—86 számúak, 1200 percenkénti fordulatonál. Az ezekből nyert csikeltolódások középértéke 0.717, míg a megfelelő theoretikus érték 0.725. Ezeket a felvételeket is tekintetbe véve azt mondhatjuk, hogy a kísérleti eredmény a (2) alatti formulával 1%-on belül egyezik.

Mindazoknak, kik e vizsgálatban támogattak, így a Zeiss-gyár vezetőségének, az Elisabeth Thompson Science Fundnak és BLÁTHY OTTÓ TITUSZ ömértóságának, valamint asszisztenseimnek, dr. HOFFMANN ERNŐ és dr. SCHMID REZSŐ uraknak e helyen is hálás köszönetet mondok.

¹ Lásd: l. c. 174. l.

ÜBER DIE WIEDERHOLUNG DES HARRESS'SCHEN
VERSUCHES.

Von B. POGÁNY k. Mitglied der Akademie.

Die Arbeit ist vollinhaltlich abgedruckt in den Annalen der
Physik, Bd. 85 v. 1928. S. 244.

A LATHRÆA SQUAMARIA L. HYDATHODJAI ÉS
EPIPHYTICUS BACTERIUMA: MYCOBACTERIUM
LATHRÆAE MIHL.

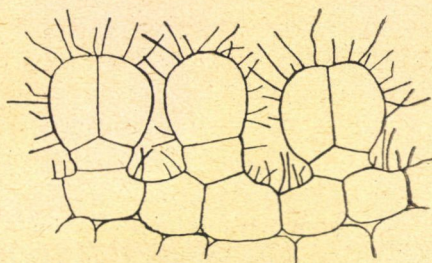
SCHERFFEL ALADÁR I. tagtól.

(3 szöveggközi képpel.)

40 éve annak, hogy mint gráci diák, felejthetetlen mesterelem HUBERT LEITGEB-től azt a megbízást kaptam, kutassak utána KERNER A. és WETTSTEIN R.-nek 1886-ban megjelent: «Die rhizopoiden Verdauungsorgane thierfangender Pflanzen» című dolgozatát. Ismeretes, hogy KERNER és WETTSTEIN e munkájukban azt állítják, hogy a rendkívül nagyszámú mirigyek, melyek a gyöktörzs pikkely-leveleiben levő üregeknek falát borítják, képesek sejtfalukon át pálcika vagy fonalalakú plazmanyuítványokat kibocsátani, melyek a földben élő s az üregekbe tévedt apró állatokat, úgymint infusoriumokat, mikroszkopos férgeket, izeltlábuákat stb. megfognak s bizonyos alsórendű szervezetek (Rhizopodák) — helyesebben mondva Suctoriák — módjára kiszívják. A *Lathræa squamaria* tehát szerintük rovarévó növény.

Mindjárt első alkalommal, mikor ezek, a mirigyek felületén ülő pálcikák szemem elé kerültek, azonnal kijelentettem: «Hisz ezek bacteriumok.» (Fig. A). De LEITGEB kritikus szelleme akkor nem fogadta el ezt a kijelentésemet s bizonyítékokat követelt. Az erre lefolytatott vizsgálatnak eredménye tudvalevőleg mégis csak az lett, hogy bacteriumok. Ez a megállapításom azonban nem találkozott mindjárt általános elismeréssel. A *Botanische Zeitung* 1888-as évfolyamában JOST referált KERNER és WETT-

STEIN és az én munkámról; e referatumban beszámol saját vizsgálatokról is s a mirigyek falán ülő pálcikák- és fonalakról azt állítja, hogy ezek sem plazma-nyúlványok (pseudopodiumok), sem bacteriumok, hanem a mirigyek viaszkszerű anyagból álló váladékai. Ez ellenvetéssel szemben a Botanische Zeitung 1890-ben megjelent cikkemben megállapításom helyességét védtem s bővebb bizonyítékokkal szolgáltam. Manapság azt hiszem megállapításom helyessége általánosan el van fogadva, de tíz évig tartott, míg ez bekövetkezett, tudniillik, mikor 1898-ban



A) ábra. *Lathraea squamaria*, 3 fejecsmirigy, rajtukülő *Mycobacterium* fonalakkal.

maga Jost, az 1888-ban tett állítását valószínűleg nem helyesen jelentette ki s hajlandó énnekem igazat adni.

COHN volt az első, ki 1877-ben sejtette, hogy a pikkelyüregesek falán levő mirigyek szerepet játszanak a *Lathraea* táplálkozásánál, mely sejtetem 20 évvel később helyesnek bizonyult, noha a mirigyek szerepe nem az, melyet COHN nekik tulajdonítani hajlandó volt. COHN egyuttal azt a kérdést is felvetette, vajjon nem-e rovarévíz eza növény? Erre a kérdésre határozott «Nem»-mel felelt. COHN, KRAUSE, JOST és saját vizsgálataim által ez az utóbbi kérdés teljes bizonyossággal már 1888-ban tagadólag és végleg el volt intézve; KERNER és WETTSTEIN fentt előadott nézete alaptalannak bizonyult. Ennek dacára KERNER az ő *Pflanzenleben* még második kiadásában is (1896. p. 128—131.) kitart meséjénél s FRANCÉ (1905. p. 32—34.) nyilván hatásvadászattól nem ártallja ezt a phantastikus koholmányt, minden igazság rovására, regényesen feldiszítve a tényállásba be nem

avatott olvasóknak feltálni. Ez a mese utat talált a magyar olvasóközönséghez is, mert POGÁNY JÓZSEF FRANCÉ művének magyar fordításában (1913. p. 33—34.) is közli s a 35. oldalon ugyanazokkal az ábrákkal illusztrálja.¹

A pikkelyüregek mirigyeinek igazi szerepére, a *Lathraea* táplálkozásának élettanára csak a múlt század 90-es éveiben megjelent munkák kezdtek fényt deríteni. HEINRICHER (1893.) kimutatta, hogy a *Lathraea*, mely nem humusos, hanem inkább a mélyebb agyagos vagy homokos rétegekben fordul elő (l. c. p. 8.) egy rendkívül gazdagon kifejlődött haustorium-rendszerrel bír (l. c. p. 7. Taf. I—II.), mely tény által nyilvánvaló lett, hogy ez a szervezet egy tipikus élősködő s itt saprophytikus táplálkozást is feltételezni (mint ezt COHN, W. GILBERT — 1880. — G. MASSEE — 1886 — tette s mire eleinte magam is hajlandó voltam) alig megokolt. 1894-ben a Német Természetbúvárok és Orvosok bécsi gyűlésén, a növényteni osztály egyik ülésén G. HABERLANDT előadást tartott az ő által Jáva szigetén, a buitenzorgi növénykertben felfedezett aktív működő, vizet kiválasztó szervekről, a *Gonocaryum pyriforme* és az *Anamirta cocculus hydathodjairól* (1894. p. 367.). Végig hallgatván ezt a felette érdekes előadást, az *Anamirta cocculus hydathodjainak* ismertetésénél, melyek ki-

¹ KERNER: «Pflanzenleben» 3-ik kiadásában, 1913-ban, melyet HANSEN dolgozott át, a *Lathraea* már nem szerepel a «rovarevő növények» közt, hanem mint «élősdí» (l. c. Bd. I. p. 360—363.). A mirigyek «plazmanyúlványai» már nincsenek leképezve s HANSEN tartózkodik határozott vélemény-nyilvánítástól a rhizomapikkelyek üregeinek jelentőségére vonatkozólag; sőt azt is említi, hogy több bűvár az üregek mirigyeiben vizet kiválasztó szerveket (hydathodákat) lát (l. c. p. 364.).

FRANCÉ R.: «Das Leben der Pflanze» 5. kötetében, melynek II. Abt. Floristische Lebensbilder (Bd. III. Stuttgart. 1912.) Dr. ADOLF KOELSCH írta, immár a tisztázott, helyes felfogással találkozunk, amennyiben a 493 lapon mondja: «Organe zur Regelung des Wasserverkehrs gleich den Schilddrüsen der Läusekräuter»

Sajnálatos, hogy FILARSZKY N. «Növény-Morphológia» című művében (Budapest, 1911.) nem tudta magát kivonni KERNER igézó meséjének hatása alól, a 353. lapon azt mondván: «Igazi hivatásuk még viták tárgya, valószínűleg szintén apró állatkák megfogására és elpusztítására szolgálnak.»

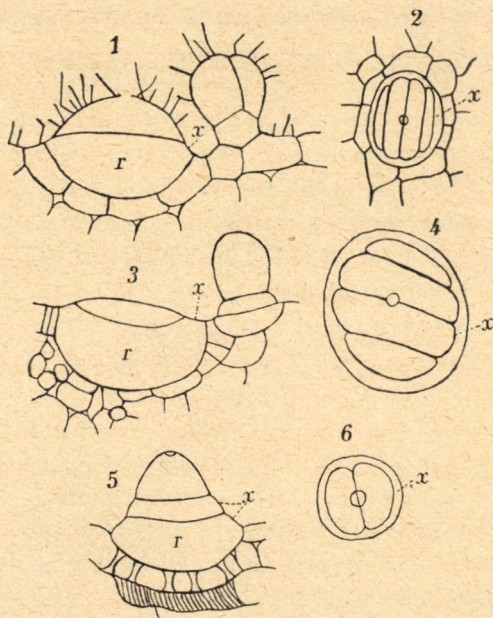
MÁGÓCSY—DIETZ S. (1907. és 1909.) ellenben helyesen a *Lathraea* nem szerepelteti a «rovarevők» között.

felé kerek lyukkal nyílnak, eszembe jutottak a *Lathræa* pajzsmirigyei cuticularis lyukukkal s felvillant bennem a gondolat, nem-e *Hydathodák*-e a *Lathræa* eme mirigyei is? Ülés után felmerült gyanumat a szintén jelen volt HEINRICHER-rel közöltem, ki azt mondta nekem, hogy öneki is ugyanaz a gondolata támadt. Magam azután e kérdéssel nem foglalkoztam, mert vizsgálati anyag hiányában ezt nem tehettem.

Sajátságos véletlen, hogy három évvel később, 1897-ben, mondhatni egyszerre, három bűvár, GOEBEL, PERCY GROOM és HABERLANDT dolgozata látott napvilágot, kik mindnyájan CH. DARWIN észleletére, hogy a *Lathræa* rhizomája vizet választ ki, támaszkodva, a pikkelyüreges mirigyeinek funkcióját tanulmányozták s mindhárman arra utaltak, hogy ezek a mirigyek a vízkiválasztó szervek, azaz ezek *Hydathodák*. Eltérés ezeknél a bűvároknál csak a tekintetben volt, hogy mely mirigyek voltaképpen a *Hydathodák*, a fejecsmirigyek-e vagy a pajzsmirigyek? HABERLANDT kísérletei alapján inkább az elsőket tekintette olyanoknak, míg GOEBEL és GROOM, nagyobb súlyt fektetve az anatómiai szervezetre, különösen az én általam felfedezett lyukat a cuticulában tekintetbe véve, a pajzsmirigyeket tartja azoknak, ami az én fel fogásom is. Legújabban HABERLANDT (1924. p. 460.) is e nézeten van. Nem tartom szükségesnek itt az észleleteket, melyeket GOEBEL (1897.) és PERCY GROOM (1897.) a pajzsmirigyek illetén való szereplése mellett felhoz, behatóan felsorolni; e tekintetben e szerzők említett munkáira legyen utalva. GOEBEL és PERCY GROOM a kérdés eldöntésénél nemcsak a *Lathræa*-ra voltak tekintettel, hol a viszonyok nem egyszerűek, hol az egész vízkiválasztó felületen fejecs- és pajzsmirigyek (az előbbieket nagyobb számmal) vegyesen fordulnak elő, hanem a *Lathræa*-hoz rokon növényekre is, melyek levelein ugyanilyen típusú fejecs- és pajzsmirigyek vannak, de hol a viszonyok átlátszóbbak. GOEBEL tekintetbe vette a *Bartsia alpina*-t és *Tozzia alpina*-t, PERCY GROOM a *Pedicularis palustris*-t és a *Rhinanthus crista-galli*-t. GOEBEL és GROOM itteni észleletei eléggé világosan szólnak a mellett, hogy a pajzsmirigyek a tulajdonképpeni vízkiválasztó szervek.

Éppúgy nem tartom helyénvalónak a pajzsmirigyek anatómiai szerkezetét, melyet egészen helyesen legelőször én állapítottam

meg (1888. p. 202.), itt újból részletesen ismertetni. De mégis rá kell térnem szerkezetükre, mivel ez magában rejt egy igen érdekes s célszerű berendezést, melyre mindeddig rá nem ismeretek. A *Lathraea squamaria* pajzsmirigyeinél (Fig. B. 1.) a középső



B) ábra.

1. 2. *Lathraea squamaria*. 1. Pajzsmirigy hosszanti átmetszetben, Mycobactérium-mal. *r* = réservoir. 2. Pajzsmirigy felülről nézve. *x* = izület.

3. 4. *Tozzia alpina*. 3. ugyanígy, mint 1, 4 mint 2. Goebel után (1897. p. 450. Fig. 6. 7.).

5. 6. *Pedicularis palustris*. (P. Groom után. 1897. p. 388.)

5. Pajzsmirigy hosszanti átmetszetben. 6. felülről nézve.

sejt (*r*), mely testének legnagyobb részével a levél szövetébe be van sülyesztve, egy feltűnően nagy, biconvex-lencsealakú test, melynek belső felülete majdnem félgömb alakjában a levélszövetébe mélyed, míg külső felülete mérsékelt convexitással, a levél szintjén túl, az üreg belsejébe emelkedik. A külső felületén fekszik hosszant, szorosan egymás mellett négy sejt, melyek együt-

tesen egy konvex-concav lencsealakú testet alkotnak, melynek alapja azonban kisebb területű, mint a nagy, beágyazott sejté, úgyhogy az utóbbi (a mirigyét felülről nézve) egy keskeny gyűrűalakú keretet képez a négy sejtből álló csoport (a mirigy fej-része) körül (Fig. B. 2.) A középső nagy sejt külső felületének eme be nem borított, vékonyfalú területe, mely nem egyéb, mint saját oldalfala, «izületet» (x) képez, mely a nagy sejt külső részének (a rajta fekvő négy sejttel együtt) bizonyos mértékű mozgathatóságot biztosít. A besülyesztett nagy sejt tartalma plazmaszegény s jóformán csak folyadékot tartalmaz, tehát nyilván egy folyadéktartály (reservoir), míg a négy rajtafekvő sejt plazmadús s ezzel elárulják, hogy aktív, secretorikusan működő sejtek, melyek az általuk kiválasztott viznek, a cuticulában levő lyukon át, akadálytalan kilépést engednek. Ha tehát a reservoirban a folyadékmennyiség szaporodik, a nyomás nagyobbodik, a külső fal az említett izület segítségével némileg felemelkedhetik, a sejt térfogatát nagyobbíthatja, tartalomcsökkenés esetében pedig a felső fal némileg be fog süllyedni, miáltal a reservoir volumenje kisebbedik. A reservoir külső falának ez a mozgathatósága megenged tehát egy fujtatószerű játékot s eme nagy sejt tehát nemcsak vízreservoir, hanem egyszersmind egy volumen-és nyomásregulator is. A reservoir belső, teljesen besülyesztett, tehát e rögzített falnak többé-kevésbé félgömbalakú, befelé való görbülete egyrészt a filtráló felület tetemes nagyobbitását eredményezi, hogy minél számosabb, vizet szállító sejt leadhassa vizét abba, másrészt boltozatalakjánál fogva nagyobb ellenállást is fejthet ki ama hydrostatikai nyomás ellen, mely akár függőlegesen, akár oldalt éri őt a vele érintkező, szomszédos sejtek részéről, melyek fejlődéstanilag szintén a mirigyhez tartoznak s — amint azt annak idején kimutattam — a pajzsmirigy alapi részét képviselik.

Teljesen ugyanazzal a szerkezettel bírnak a *Tozzia alpina* pajzsmirigyei is (Fig B. 3., 4.), eltekintve elemeiknek egyes lényegtelen, alaki eltérésétől. A szintén négy sejtből álló secretorius sejtcsoport a reservoir (ν) külső falának egy sekély, óraüvegszerű hemélyedésében nyugszik s optikai hosszmetsetben egy biconvex-lencse alakját mutatja, míg a reservoir belső, beágyazott fala

félgömbnyi görbülettel bír. Itt is a külső fal fujtatószerűen mozoghat és szabályozhatja a reservoir volumenét, míg a belső fal nagyítja a vizet felvevő felületet.

Ugyanilyen konstrukció került kivitelre a *Pedicularis palustris* hydathodjainál, csak azzal a nem fontos módosítással, hogy itt a reservoir, a regulator, két egymás fölött elhelyezett sejtből áll, egy felső, lapos, korongalakú- és egy alsó, félig besütyesztett, nagy, vastag convex-concav lencsének alakjával bíróból, mi a működés módjára nincs befolyással (Fig. B. 5.). A mirigy két sejtből álló, secretorius része kúpalakú s a reservoir tetején foglal helyet, csúcsán itt is találunk a víz kilépését könnyítő lyukat a cuticulában. (Fig. B. 6.)¹

E kétséget nem szenvedő megállapítás után, hogy a *Lathraea* pikkelyüregének falán levő mirigyek hydathodák, nagy vonásokban tisztán áll előttünk e parazita táplálkozási módja. A *Lathraea* gazdag gyökérrendszerén százával, ezrivel kifejlődött haustoriumaival a gazdanövény gyökereiből bőségesen veszi fel az úgynevezett nyers tápnedvet (rohen Nahrungssaft), de mindenestre cukortartalmú nedvet (Blutungssaft-ot) is, melyet testébe, illetőleg a rhizoma tengelyét sűrűen borító pikkelyleveleibe dirigálja. Ez a felvett tápnedv asszimilálható anyagát itt feldolgozza, saját hasznára, testének kifejlesztésére fordítja, míg ez anyag vivő-, azaz oldószerét, főképpen vizet, az üregek falán levő hydathodok segítségével eltávolítja, kiválasztja. A felvett tápnedvből a *Lathraea* úgy látszik elsősorban s leginkább keményítőt készít, melyet a pikkelylevelek parenchym-sejtjeiben nagy, szépen kifejlődött keményítőszemcsék alakjában leraktároz. Az által, hogy a felvett tápnedvből alakított anyag, keményítőszemcsék alakjában, tehát mint szilárd test kiválik, nagyobb sűrűségi-különbszetek (Concentrationsgefälle) állanak elő, melyek újabb és újabb tápnedvmennyiségek felvételét megkönnyítik, illetőleg lehetővé teszik.

¹ Volumen- és nyomásregulatorral nemcsak az itt tárgyalt hydathodáknál találkozunk, hanem egy ilyenre már régen HABERLANDT (1894. a. p. 501.) felhívta a figyelmet, még pedig a *Gonocaryum pyriforme* hydathodjainál (1924. p. 456. fig. 197. A); de itt a szerkezete egészen más s ez másképpen is működik.

Könnyű belátni, hogy a *Lathræa* érdeke, a tápnedv minél nagyobb mennyiségét felvenni s testén átvezetni, annyival inkább, mert a gazdából felvett tápnedv bizonyára nem valami koncentrált tápanyagoldat. Itt ez a hydathodáram pótolja a zöld levelekkel bíró növények transpirációs áramát s játssza ugyanazt a szerepet (GOEBEL, 1897. p. 451.). Hogy a *Lathræa* testén átvezetett tápnedvmennyiség igen tekintélyes, arra következtethetünk egyrészt a vastag, húsos pikkelyek parenchymsejtjeiben található keményítő mennyiségéből, mely mennyiség (különösen a növény virágzása idején) oly tetemes, hogy bátran kiállja a versenyt a burgonyagumó keményítógazdagságával, másrészt, hogy a *Lathræa* rhizomáját körülvevő föld vízzel át van itatva, mint ezt legelőször CHARLES DARWIN vette észre. A tekintélyes vízmennyiség kiválasztására szolgál az üregek falain sűrűen egymásmellett elhelyezett számtalan mirigy. A pikkelylevelek belsejében, egész hosszukban futó üregek számos öbleikkel, hepe-hupás, hegyes-völgyes, szabálytalanul hullámos felületükkel tisztán a kiválasztófelület nagyobbítását szolgálják s így minél számosabb mirigy elhelyezkedését teszik lehetővé. Hogy a hydathodák itt üregek belsejében el vannak helyezve, ez azért van, hogy védve legyenek; funkciójukban is gátolva volnának, ha közvetlenül a talajjal érintkeznének, mit már GOEBEL (l. c. p. 451.) s P. GROOM (l. c. p. 397.) is kiemelte.

Ez a tény, hogy az üregfali mirigyek (pajzsmirigyek) hydathodák, új fényt derít egy észleletre is, melyet már annak idején végeztem (1888.). Dolgozatom 203. oldalán említettem, hogy a pajzsmirigy hátán levő csatornaszerű, a cuticula által befedett tér, gyakrabban egy erősen fénytörő anyaggal ki van töltve, mely egyuttal az ott levő kerek lyukat is eldugaszolja. Én ezt a sűrű tömeget inkább LETTGER kívánságára, úgy állítottam be, mintha ez volna a mirigy váladéka. Mindenesetre ez a substantia a mirigy által képeztetik, de most már világos, hogy ez nem a rendes, normális váladéka. Feltűnő, hogy ez a jelenség leginkább öreg pikkelyek üregeiben észlelhető. Ily módon ugyanis a *Lathræa* megakadályozza a tápnedv, azaz hydathodáram idő előtti, illetőleg haszontalan helyen való kilépését, t. i. a proximálisan fekvő öreg pikkelyekből s ezt lehetőleg csekély veszte-

séggel oda irányítja, hol az mindenesetre jobban kihasználhatik, tudniillik a középkorú, legmunkaképesebb pikkelyekbe s a növekedésben levő fiatal részekbe. Ökológiai szempontból e jelenség felette érdekes és a növényre csak előnyös.¹ A pajzsmirigyek kifolyónyílásának ilyen módon való járatlannátétele, ha bizonyára nem is szünteti meg teljesen a folyadékkifolyást, mindenesetre csökkentőleg fog hatni arra, amit P. GROOM kísérletei is igazolják, ki nyomás alkalmazásánál, vízkifolyást csak a *fiatalabb* pikkelyekből látott, a legöregebbeknél ellenben ilyen nem volt észlelhető (l. c. p. 386.). A pajzsmirigyek cuticularis lyukának ez az eldugaszolása öreg pikkelyekben szintén a mellett szól, hogy ők a tulajdonképeni hydathodák.

A pajzsmirigyek funkciójával szemben, melyeknek vizet kiválasztó működésükhöz kétség jóformán már nem fér, a velük vegyesen, rendkívül nagy számmal jelenlevő fejecsmirigyek főszerepe ismeretlen. A fejecsmirigyek feltűnő nagy száma nem a mellett szól, hogy nem játszhatnak fontos szerepet a növény életében; az sem lehetetlen, hogy ők is közreműködnek a vízkiválasztásnál. A fejecsmirigyek, melyek magasságban felülműlják a köztük helyet foglaló pajzsmirigyek domborulatát, oly sűrűen állanak függélyesen a pikkelyüreg felületén, hogy a köztük levő interstitiumok az üreg falán elterülő, egységesen összefüggő capillaris árokrecét alkotnak, melynél az árok mélysége az A) ábra esetében ca 48 μ , szélessége pedig fentt 4—11 μ , alján 22 μ . Ha a fejecsmirigyeknek nem is volna egyéb funkciójuk, — ami azonban valószínűtlen — akkor is a hydathodák által kiválasztott víz az így létesített capillaris árokrendszerben fogva marad s megfogja gátolni az üregfal gyors kiszáradását, mi a hydathodákra végzetessé válhatnék; de ez, az üreg falához mintegy hozzátapadó vízréteg egyúttal meg is könnyíti az üreg lumenjébe került víztömegnek kifolyását a pikkelylevelek bázisán levő, a levél széle által képezett haránthasadékon

¹ E meglepően célzatos eljárással, az öreg, talán munkaképtelen vagy elhalt hydathodákat a kifolyónyílás elzárása, járatlantétele által hatályaon kívül helyezni, az *Artocarpus polyphemus*-nál is találkoztunk, hol ezt HARBERLANDT (1894. a p. 538. Taf. III. fig. 14.) észlelte.

át, melybe a pikkely üregei torkolnak. (A technikusok «labyrinthomítás» elvének megfelelőleg.)

A fali mirigyek által kiválasztott folyadék ugyan víz, de semmi esetre tiszta víz, mire már az üregekben található szén-savas mésztetek, melyek határozottan az üregekben keletkeznek, világosan utalnak. A kiválasztott vízben bent lesznek a felvett tápnedvnek feldolgozatlanul maradt részei s az anyagcserénél keletkezett kiválasztásra szánt melléktermékek is. Ez a folyadék a medium, melyben az üregek falán epiphytikusan bacteriumok élnek (Fig. A. és B. 1.) s mely nekik a szükséges táplálékot szolgáltatja. Így érthető, hogy a legszebben kifejlődött epiphytikus bacteriumflorát középkorú és mindenestre a legmunkaképesebb pikkelyek üregfalain (mirigyein) találjuk (SCHERFFEL 1890. p. 427.), hol egy élénk hydathodáram bőségebben szolgáltatja nekik a tápanyagot, ellenben gyérebben fordulnak elő öreg pikkelyekben, hol ez az áram már gyenge vagy talán hiányzik is. Ha a bacteriumok és a *Lathræa* között csakugyan egy symbiotikus viszony létezik (ami még nyílt kérdés), — nézetem szerint — ez jelenleg csak a commensalismus képét mutatja, mutualismus itt alig fog fennforogni. Káros hatást élő substratumukra szemmel láthatólag nem gyakorolnak.

A *Lathræa* az a felette érdekes esete, t. i. Bacterium epiphyták Phanerogam-növényen, annak hydathodjain, nem az egyedüli, mert ehhez hasonlót képvisel az *Anamirta Cocculus*, ahol — mint rendes jelenséget — HABERLANDT (1894. a p. 506.) a hydathodák gödröcskéiben *Coccus*-okat talált, melyek nyilvánvalóan táplálékukat abból a csekély mennyiségű organikus anyagból szerzik be, melyet a növény a vízzel együtt kiválaszt.

Most pedig rátérek újból a *Lathræa* rhizomapikkelyek üregeinek falán előforduló epiphyta-bacteriumokra, melyeket legelőször GILBERT (1880. p. 738.) észlelt, de természetükkal nem jöhetett tisztába. Később MASSEE (1886. p. 260. Pl. 269. Fig. 7.) ezeket a sejtfal kinövéseinek tartotta; KERNER és WERTSTEIN pedig (1886.) plazmаныúlványokat látták bennük, melyekkel a mirigyek a megfogott állatok testét kiszívják, mint azt már említettem. JOST (1888. p. 428.) eredeti nézetéről is már szóltam, valamint arról is, hogy ma az én helyes megállapításom van

elfogadva. Ez a pikkelyüregek falain, sőt néha idegen testeken (gombahyphákon, mészcarbonattesteken) ülő vagy zoogloeákat is alkotó *Lathraebacterium* több szempontból érdekes s az azóta nagyot haladt bacteriológia most már világos fényt vet egynehány 1888-ban igen különösnek látszott tényre s megengedi e bacterium systematikai helyének pontosabb megállapítását is, ami akkor alig lett volna lehetséges. Ilyen idegenszerű jelenség volt az, hogy hosszabb fonalaknál is nem sikerül (kémszerekkel s festanyagokkal sem) a pálcikákra való tagoltságot kimutatni, tehát nem állunk itt *Bacillus*-láncokkal szemben (SCHERFFEL 1890. p. 422.). BREFELD (1881. p. 45—46.) említi, hogy ha ő a *Bacillus subtilis* spóráit kicsirázásuk után nagyon híg tápfolyadékban tovább tenyésztette, a kifejlődött fonalakon tagoltság nem volt kimutatható, holott más, normális körülmények közt reagensekkel könnyű dolog a pálcikákra való tagoltságot feltüntetni. A *Lathraea hydathodák* által kiválasztott folyadék mindenesetre igen híg tápfolyadék s e körülmény talán itt is eredményezi a tagoltság hiányát, mi ellen azonban szól, a pálcikákra való szét-darabolás a rajzok képzése alkalmával. Valószínűbb tehát, hogy ez a *Lathraea bacterium*ának eredeti, normális sajátága, mely független a médium minőségétől, mert hiszen a takonykór bacillusának, a *Bacillus mallei* fonalai 150 μ hosszúságot is érnek el a nélkül, hogy pálcikákra volnának tagolva (CONRADI 1900. d. 166.).

Mint különös jelenséget felemlítettem volt, hogy friss, kezeletlen állapotban homogen fonalakban hígított alkoholos metylenkék-ritkábban gentianaibolya oldat alkalmazásánál — elég gyakran gyöngysorszerűen egy sorban erősebben festett szemcsealakú részletek tűnnek fel, egy gyengébben színezett alapanyagba beágyazva (SCHERFFEL 1890. p. 422.). A kép felette hasonlít ahhoz, mit a *Corynebacterium*okra jellemzőnek mondanak (LEHMANN et NEUMANN. 1927. p. 197., 674. Tab. 53. I. III. *Corynebacterium-Bacillus-Diphtheriæ*); de ilyet mutat néha a *Bacillus tuberculosis* is (FRAENKEL és PFEIFFER 1892. Taf. XXIX. Fig. 59; Taf. XXXII. Fig. 64; LEHMANN & NEUMANN 1927. Tab. 54. VII.). ALFRED FISCHER (1891.) a *Leptothrix buccalis*nak 10 % salétromoldattal plasmolysált s azután pirosra festett képét adja (l. c. Taf. Fig. 2.

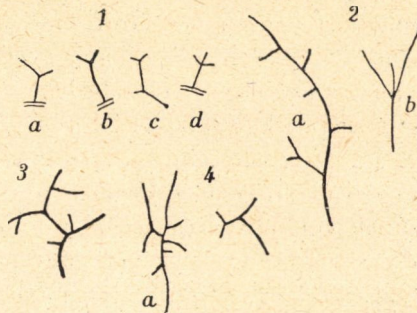
balra), mely egyezik a fentt említett képekkel. LEHMANN & NEUMANN (l. c. p. 678.) arra is utalnak, hogy e jelenséget a *Corynebacterium Diphtheriæ*-nél is plasmolysisnek tekintették, de ENDERLEIN és mások szerint ez különös szerkezetnek kifejezése. Valószínűbbnek tartom azonban, hogy mégis mindez esetekben csakugyan plasmolysis forog fenn, annyival is inkább, mert egész fiatal *Diphtheria*-bacillusok (LEHMANN & NEUMANN szerint l. c. p. 678.) egyenletesen festődnek, azaz mint fiatal sejtek, nehezebben plasmolysáltaknak.

Hogy vajjon azok az erősen fénytörő, szemcsealakú testecskék, melyeket néha (már kezeletlen állapotban) gyöngysor alakjában vagy szabálytalanul, az az, hézagos elosztásban a fonalakban találunk s melyeket kérdőjellel sporáknak jeleztem (SCHERFFEL 1888. p. 194. Taf. VI. Fig. 4. balra) tényleg sporák-e, zsircseppeszkék vagy oly képződmények, melyeneket COPPEN-JONES (1895.) a *Bacillus tuberculosis*-nál (különösen, cavernákban) talált s melyeket szintén sporaféle képződményeknek vett (MUCH-féle szemcsék?) vagy a *Bacillus diphtheriæ volutin*-testecskéi («POLKÖRNER», LEHMANN & NEUMANN 1927. Bd I. Tab. 53. X., XI.), ennek eldöntését további vizsgálatokra kell bízni.

Sokkal érdekesebb s systematikai szempontból nagyon fontos az, hogy e *Lathræabacterium*-nál elég gyakran elágazást mutató fonalakra bukkanunk. A *Botanische Zeitung*-ban (1890.) p. 425. egy kis szemelvényt adtam ilyen elágazott fonalakról (lásd Fig. C. a—d is). Az elágazás sajátosságosan szétterpeszkedő, typusa igen jellemző s felütnően egyezik azzal, melyet MUGLA (1900) a *Cladothrix dichotomá*-ról agarculturából (l. c. Fig. 45. e és részbeni másolata itt, Fig. C2) és az *Actinomyces bovis*-ről szintén agarculturából (l. c. Fig 45. h) közöl s mellyel *Bacillus tuberculosis* fonalaknál (Coppen Jones. 1895. Taf. II. Fig. 1. K, másolata itt, Fig. C 3.) *Diphtheria*-bacillusoknál (BERNHEIM és FOLGER 1896. Taf. III. Fig. VII., V. LEHMANN & NEUMANN. 1927. Tab. 53. XII.), nemkülönben *Streptothrix*-nál (KOLLE-WASSERMANN Atlas. 1902. 2. Aufl. Taf. II. Fig. 32, másolata itt, Fig. C 4. a), de némely *Eubacterium*-nál, például a *Bacillus bifidus*-nál (LEHMANN & NEUMANN. 1927. II. Bd. p. 514. Fig. 21.) is találkozunk. Ez az ágképződés mindez esetekben, a *Cladothrix* kivételével,

valódi elágazáson (ramificatio vera) és nem álelágazáson (Pseudo-ramification) alapul. Én ugyan 1888-ban a *Lathraea*-bacteriumnál a *Cladothrix*-éhez hasonló elágazást valószínűnek jelentettem ki (l. c. p. 200.), de ezt világosan kimutatni nem sikerült, mert itt is az elágazás tényleg valódi lesz.

E helyen egy ritka esetről akarok most megemlékezni, melyet 1889-ben észlelni szerencsém volt, de melynek felemlítését annak idején mellőztem abból az okból, mert ez könnyen kedvezőt-



C) ábra.

1. a—d. *Mycobacterium Lathraeae*. Elágazott fonalak. d. Ernyőszerű elágazás, 3 ág egy pontból.

2. *Cladothrix dichotoma*. a. Agar-culturából, fonalrészlet Migula után. (1900. Fig. 45. e.) b. Ernyőszerű elágazás.

3. *Mycobacterium (Bacillus) tuberculosis*. myceliumszerű fonal. Copen-Jones után. 1895. Taf. II. fig. 1. K.

4. *Streptothrix*. Kolle-Wassermann után. 1902. Taf. II. fig. 32.

lenül befolyásolhatta volna amaz állításom elfogadását, hogy az epiphytikus pálcikák s fonalak bacteriumok. Én ugyan egyetlenegyszer egy mirigy falán ülő, elágazással bíró fonalat találtam, melyen az elágazási pontból nem két, hanem három ág indult ki (Fig. C 1. d). Ilyen ernyős elágazás bacteriumoknál csak a legújabb időkben lett ismeretes s ily körülmények között ezt a kivételes esetet igenis akkor fel lehetett volna használni ellenvetésnek álláspontommal szemben. 1892 nyarán azonban *Cladothrix dichotoma*-nál, mely Feketehegyfürdőn gyűjtött s vízben rothadó *Marchantia polymorpha*-n buján nőtt, sűrű, szintelen gyepek alakjában, egynehány fonal került szemem elé, mely egy

pontban három ágra oszlott. Íme, ugyanilyen eset egy kétségkívüli Trichobacteriaceá-nál, csakhogy Pseudoramificatio alapján (Fig 1. 2. b).

A bacteriumoknál található valódi elágazásokat (különösen a Bacillus tuberculosis- és a Bacillus diphtheriæ-nál) főképpen a botanikusok involutiós jelenségnek tekintik, degeneratiós stadiumnak, mely különösen kedvezőtlen életkörülmények közt fellép s előfutárja az elpusztulásnak. Amit én a Lathræabacteriumnál láttam, nem ama nézet mellett szól. Én az elágazásban itt egy morphológiai bélyeget látok s az elágazás e jellemző típusának előfordulása más alakoknál is (nevezetesen a Bacillus bifidus-, B. tuberculosis-, B. diphtheriæ-, B. lepræ-, B. mallei-, Streptothrix-s Actinomycesnél) arra vall, hogy itt egy rokonságot eláruló bélyeggel állunk szemben. ARTUR MEYER (1901.) ez elágazásokban atavismust lát, mert szerinte a bacteriumok hyphomyceteseknek leszármazottjai. Különösen a Bacillus tuberculosis-t joggal mindinkább nem tekintik igazi, azaz Eu-bacteriumnak. Minden valószínűség szerint nagyon közel áll hozzá az Actinomyces bovis; mind a kettő pathogen szervezet s az általuk okozott betegség pathologicæ is közel áll egymáshoz. Ezeket, valamint a Leprabacillust, a Bacillus mallei-t s a Bacillus diphtheriæ-t azon az alapon, hogy mindezek igen finom, valódi ágképzést mutató fonalakat is képeznek egy rokonsági-körbe tartozóknak tekintik (SCHLEGEL, 1913. p. 302.), melyet a bacteriológusok Mycobacteriaceæ = Trichomycetes vagy Actinomyces névvel jelölnek. Ezekhez hozzávehetjük a Streptothrix-et is, melynek alakjait többször Tuberculosis-hoz hasonló betegségeknel (Pseudotuberculosis) észlelték. A hasonló Cladothrix-tól a Streptothrix az által különbözik, hogy itt az elágazás valódi s kifejezett rajzoképződés majdnem hiányzik s csak gonidiumok képeztetnek.

A Lathræán előforduló eme epiphyticus bacterium tehát többé-kevésbé hosszú, páleikatagoltságot nem mutató fonalai, melyek rendszerint elágazatlanok, de néha valódi elágazást mutatnak, világossá teszik, hogy ez a szervezet ama csoportba tartozik, melyet Mycobacteriaceæ névvel jelölnek: *Mycobacterium Lathrææ mihi*. Noha — mint az előbb említettem — a nehezen festődő fonalak *részben* gyöngysorszerűen, tehát úgy festődnek, mint ezt a

Diphtheria bacteriumára jellemzőnek tekintenek (LEHMANN & NEUMANN, 1927. p. 197. Tab. 53. I., III.) és noha >-alakú megtörések (Haag, 1927. p. 41. és fig. 2. ugyanott) itt is elég gyakoriak, nem sorolhatom e szervezetemet a *Corynebacterium* nembe, melynek — véleményem szerint — létjogosultsága nincs, mely genus beleolvastandó a *Mycobacterium*-nembe.¹ *Actinomyces*-fajnak sem tekinthető, mert ott az elágazás a rendes állapot, a mycelium-szerű növekedés a főjelleget (Haag, 1927. p. 41.), ellenben itt ez csak szórványos jelenség. A pálcikákra való szétesés, ilyeneknek letagolódása az apicalis végen ugyan egy sorba állítható az *Actinomyces* légisporainak (Luftsporen) képződésével, sőt a *Corynebacterium*-nál is némileg hasonló folyamattal találkozunk. De amiben a *Lathraea bacteriumepiphyta* feltűnő eltérést mutat, mi itt a *Mycobacteriaceae*-nél eddig majdnem egyedül álló jelenség, de rokonságot árul el a *Leptotrichaceae*- és *Cladotriaceae*-hez, ez az, hogy a letagolt pálcikák rajzókká válnak. A rajzóképződés talán egy új genus felállítását is jogosulttá tenné, de én ettől eltekintek s e figyelemreméltó alakot (mely — azt lehetne mondani — több genusnak mintegy keveréke, azaz egy átmeneti alak) *Mycobacterium*-fajnak veszem. Systematikai helyének egészen pontos megállapításához szükségeltetik még a cultura alatti viselkedésének ismerete. E cultura keresztlüvelét azonban — alkalom hiányában — a hivatásos bakteriológusokra kell bíznom. Jelen — még hézagos — ismereteim alapján a Schizomycetes rendszerében a következő helyre helyezendő:

¹ A könnyű vagy nehéz festhetőség, a festés savállósága (Säurefestigkeit), avagy annak hiánya, a fonalvég pákidomú vastagodása, ez mind relatív s labilis sajátosság, mely körülmények szerint változhatik is, s e miatt genusmegállapításra nem alkalmas. Az igazi elágazás ellenben abszolút jelleg s szembetűnő jelenség s *szórványos* fellépése a *Corynebacterium* s a *Mycobacterium* közös vonása. A *Mycobacterium* nevet azért tartom meg, mert ez már ismertebb, jobban meggyökeredzett.

Schizomycetes.

- I. Coccobacteria.
 II. Eubacteria (+ Myxobacteriaceæ).
 III. Trichobacteria.

a) *Leptotrichaceae*.

| | | |
|--------------------|---|---------------------------------------|
| Elágazás hiányzik. | } | Leptothrix—Chlamydothrix—Gallionella? |
| | | Thiothrix |
| | | Beggiatoa |
| | | Crenothrix |
| | | Phragmidiothrix. |

b) *Cladotrichaceae*.

| | | |
|---|---|-------------------------|
| Pseudoramificatio, pálcikákra való tagoltság, rajzóképződés. | } | Cladothrix (Clonothrix) |
| | | Sphærotilus. |

c) *Mycobacteriaceae* (= *Trichomycetes seu Actinomycetes*.)

Bacillus vékonyágú, vegetatív állapotban pálcikatagoltsággal nem bíró fonalak, igazi ágképződéssel (ramificatio vera).

1. *Mycobacterium* (inclusive *Corynebacterium*) gen. emend.

Többé-kevésbé jól kifejlődött, rendszeren elágazatlan fonalak, melyeken némely fajnál (különösen ha substratumon ülnek) basist és csücsöt lehet megkülönböztetni. Az elágazás mindig csak szórványos jelenség; typusa sajátosságosan terpeszkedő, úgyhogy az ág majdnem derékszögben eláll a főtengelytől. A fonál rövidebb tagokra, pálcikákra eshet szét (melyek a *Mycobacterium Lathræae*-nél rajzókká válnak). Endogen sporák képződése nem biztos.

Ide tartozik a *Mycobacterium* (*Bacillus*) *tuberculosis* (Koch) L. & N. *M. lepræ*; *M. mallei*; *M. (Bacillus) diphtheriæ* stb. s végül a *Mycobacterium Lathræae* mihi, a *Lathræa squamaria* L. rhizomájának pikkelyüregében, főleg mint epiphyta.

HAGG szerint (1927. p. 41.) a *Mycobacterium*-ra jellemző volna az, mit MIEHE (1909. p. 147.) a *Mycobacterium tuberculosis*-nál állapított meg, t. i. hogy az osztódás után az egyik leánysejt a másik oldalán feltolja magát s ahhoz szorosan hozzásimul.¹ Ez a jelenség a *Mycobacterium Lathræae*-nél nincs meg,

¹ A *Cladothrix pseudoramificatio*ja valószínűleg szintén e folyamaton alapul. Rokonsági bélyeg e szervezetek között?

ellenben elég gyakoriak a >-alakú megtörések. Más, fontos eltérésekről már előbb volt szó. A *Mycobacterium Lathraeae* némi tekintetben (pálcikák letagolódása) középállást foglal el a *Mycobacterium* s az *Actinomyces* (*Streptothrix*) genus közt.

2. *Actinomyces* (inclusive *Streptothrix*).

Az ágaképződés *uralkodó* jelenség; a növekedés mycelium-szerű. Fragmentatio által gömbölyű légi-sporák («Luftsporen») képeztetnek vagy a fonal szabálytalanul hosszabb darabokra esik szét. Mozgó állapotok itt is nagyon ritkák.

Vajjon az *Eubacterium*ok a *Trichobacteria* — fonalképzőknek — redukált alakjainak tekintendők-e s az itt, meg ott is előforduló ágaképződés atavismust jelent, — mint ezt MEYER (1901) állítja — avagy a fonalakat képzők, valódián elágazók, a tipikus *Eubacterium*okból továbbfejlődés útján, mint azoknak magasabb formái, keletkeztek, biztonsággal eldönteni nem lehet. A *Hyphomycetes*-ekkel a *Schizomycetes*-eknek kétségkívül rokonságuk nincs és a *Mycobacteriaceae* (= *Trichomycetes*, *Actinomyces*) ezidőszerint nem tekinthetők átmeneti alakoknak az igazi gombákhoz vagy pláne *Hyphomycetes*-eknek, mint ezt némelyek akarják (tipikus sejtmag hiánya az előbbieknél).

A jelen közleményemben pótlólag előterjesztettek annyira kézenfekvők, hogy mindig azt gondoltam, hogy erre mások is ráfognak jönni s azokat közölni. De mint hogy ez tudtommal mindeddig nem következett be s hogy veszendőbe ne menjenek, magamat szántam rá most ezeket közreadni.

Irodalom. — Literatur.

BERNHEIM J. u. FOLGER C. 1896. Über verzweigte Diphteriebazillen. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. I. Abt. Bd XX.

BREFELD O. 1881. Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. IV. Heft. Leipzig.

COHN F. 1877. 54. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau. p. 113—114.

CONRADI H. 1900. Die Hyphomycetennatur des Rotzbazillus. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten von KOCH u. FLÜGGE. Bd 33.

COPPEN-JONES A. 1895. Über die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes und über die Kolbenbildung bei Actinomyces und Tuberkulose. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. I. Abt. Bd XVII.

FISCHER A. 1891. Die Plasmolyse der Bakterien. Verhandl. d. kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Math.-physik. Klasse. Bd 43.

FRANCÉ R. 1905. Das Sinnesleben der Pflanze. Stuttgart. Kosmos; Gesellschaft der Naturfreunde.

FRANCÉ R. 1912. Das Leben der Pflanze. Bd 5. II. Abt. Floristische Lebensbilder. Bd III, bearbeitet von Dr. ADOLF KÖLSCH. Stuttgart.

FRAENKEL C. u. PFEIFFER R. 1892. Mikrophotographischer Atlas der Bakterienkunde. Berlin.

GILBERT W. H. 1880. On the structure and function of the scale-leaves of *Lathræa squamaria*. L. Journal of the Roy. Microscopical Society. Vol. III. p. 757.

GOEBEL K. 1897. Morphologische und biologische Bemerkungen. Flora. Bd. 83.

GROOM, PERCY. 1897. On the leaves of *Lathræa squamaria* and of some allied Scrophulariaceæ. Annals of Botany. Vol. XI.

HAAG, FR. ERH. 1927. Die saprophytischen Mykobakterien. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenk. II. Abt. Bd 71. p. 1-45. Taf. I., II.

HABERLANDT G. 1894. Über Bau und Funktion der Hydathoden. Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. Bd XII. Berlin.

HABERLANDT G. 1894. a. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das tropische Laubblatt. II. Über wassersecernierende und absorbierende Organe. I. Abhandlung. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissenschaften. Math.-naturwiss. Classe. Wien. Bd 103. Abt. I.

HABERLANDT G. 1897. Zur Kenntnis der Hydathoden. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd XXX.

HABERLANDT G. 1924. Physiologische Pflanzenanatomie. 6. Aufl. Leipzig

HEINRICHER E. 1893. Biologische Studien an der Gattung *Lathræa*. Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. Bd XI. p. 1. Taf. I, II.

JOST L. 1888. Referatum KERNER u. WETTSTEIN (1886) és SCHERFFEL A. (1888) *Lathræa munkáiról*. Bot. Zeitung. Jahrg. 46. p. 425.

JOST L. 1898. Referatum GOEBEL (1897) és HABERLANDT (1897) *Lathræa munkáiról*. Bot. Zeitung. Jahrg. 56. p. 97.

KERNER A. 1896. Pflanzenleben. I. Bd 2. Aufl.

KERNER A. 1913. Ugyanaz. I. Bd. 3. Aufl., bearbeitet von HANSEN.

KERNER A. u. WETTSTEIN R. 1886. Die rhizopoiden Verdauungsorgane thierfangender Pflanzen. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. Abt. I. Bd XCIII.

KOLLE—WASSERMANN. 1892. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. Atlas. 2. Aufl. Jena.

KRAUSE HERM. 1879. Beiträge zur Anatomie der Vegetationsorgane von *Lathræa squamaria* L. Inaug.-Dissertation. Breslau.

LEHMANN K. B. u. NEUMANN R. O. 1927. Bakteriologie; insbesondere Bakteriologische Diagnostik. Bd I. Technik, allgemeine Diagnostik. Atlas-Bd II. Allgemeine u. spezielle Bakteriologie. 7. Aufl. München.

MÁGÓCSY-DIETZ S. 1907. Élők világa. Budapest.

MÁGÓCSY-DIETZ S. 1909. Növények táplálkozása. Budapest.

MASSEE G. 1886. On the structure and functions of the subterranean parts of *Lathræa squamaria* L. The Journal of Botany British and Foreign. Vol. 24. p. 257—263. Pl. 269.

MEYER ARTHUR. 1901. Über die Verzweigung der Bakterien. Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. I. Abt. Bd XXX. p. 49.

MIEHE H. 1909. Beiträge zur Biologie, Morphologie und Systematik des Tuberkelbazillus. Zeitsch. f. Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd 62. p. 131—156.

MIGULA W. 1900. Schizomycetes in ENGLER—PRANTL. Natürliche Pflanzenfamilien. I. Teil. 1. Abt. a. 1. Aufl. Leipzig.

POGÁNY JÓZSEF. 1913. A növények érzéki és szerelmi élete. Budapest Természettudományi Könyvtár. Francé R. Das Sinnesleben der Pflanze művének magyar fordítása.

SCHERFFEL A. 1888. Die Drüsen in den Höhlen der Rhizomschuppen von *Lathræa squamaria* L. Mitteilungen des botanischen Instituts zu Graz Bd I. Heft 2. Jena. p. 187—212. Taf. VI.

SCHERFFEL A. 1890. Zur Frage: «Sind die den Höhlenwänden aufsitzenden Fäden in den Rhizomschuppen von *Lathræa squamaria* L. Sekrete oder Bakterien?» Bot. Zeitung. Jahrg. 48. p. 417—430.

SCHLEGEL M. 1913. Actinomycose in KOLLE—WASSERMANN. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 2. Aufl. Bd V.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1927 december 5.-én tartott üléséből.)

DIE HYDATHODEN VON LATHRÆA SQUAMARIA L.
UND DEREN EPIPHYTISCHES BAKTERIUM:
MYCOBACTERIUM LATHRÆAE MIHL.

Von A. Scherffel, k. Mitglied der Akademie.

1. Die große, mittlere, in das Schuppengewebe eingesenkte Zelle der Schilddrüse (Fig. *B 7*), von der Gestalt einer biconvexen Linse, stellt ein Wasserreservoir dar, aus welchem der auf ihr liegende, aus vier Zellen bestehende secretorisch wirksame Apparat das Wasser schöpft.

2. Die im Niveau der Höhlenwand liegende, dünne Seitenwand dieser Zelle bildet ein «Gelenk» (Fig. *B. 1. x*), welches eine blasbalgähnliche Bewegung des Außenteiles ermöglicht. Bei steigendem Druck, bei Wasserreichtum im Reservoir wird die Außenwand desselben etwas gehoben, und so sein Volumen vergrößert, bei Abnahme des Inhaltes, bei sinkendem Druck durch Einsinken dieser das Volumen verkleinert werden. Die große Zelle ist also nicht bloß Reservoir, sondern sehr wahrscheinlich auch ein Druck- und Volumenregulator. Ganz ähnlich ist die Sache bei den Schilddrüsen von *Tozzia* und auch bei *Pedicularis palustris*, abgesehen von einigen unwesentlichen, gestaltlichen Abweichungen.

3. Wie GROOM, GOEBEL und neuestens auch HABERLANDT, (1924. p. 460) halte auch ich die Schilddrüsen für die eigentlichen Hydathoden. Die Funktion der Köpfeindrüsen hingegen ist noch unklar. Die Zwischenräume zwischen den dicht stehenden Köpfeindrüsen bilden an der Wand der Höhlen ein zusammenhängendes, einheitliches, capillares Netz von tiefen, engen Furchen, in welchen das ausgeschiedene Wasser bei Abnahme der Wasserausscheidung gefangen gehalten bleibt und so eine völlige Trockenlegung der Höhlenwand (welche den Höhlenwand-

drüsen gefährlich werden könnte) hintanhält bei *Anfüllung* der Höhle mit Wasser hingegen, erleichtert diese, an der Höhlenwand festgebannte Wasserschicht den Ausfluß des Wassers aus der Höhle (gleich der Labyrinth-Kolben-Liederung der Technik).

4. Die unregelmäßig wellige, buchtig-höckerige Oberflächenkonfiguration der Höhlen bewirkt eine namhafte Oberflächenvergrößerung und gewährt so umso zahlreicheren Drüsen Platz.

5. Die außerordentlich zahlreichen Haustorien dieses Parasiten entnehmen aus den Wurzeln des Wirtes rohen Nahrungs- und zuckerhaltigen Blutungssaft, welchen die Lathræa durch ihren Körper hindurchleitet; die assimilierbaren Bestandteile verwendet sie zum Aufbau und zur Erhaltung ihres Körpers, während sie unbrauchbares, sammt dem Wasser, durch die Hydathoden ausscheidet. Da es sich hierbei um eine sehr verdünnte Nährlösung handelt, so muß die Aufnahme und Aufarbeitung einer möglichst großen Menge von Nährflüssigkeit angestrebt und durchgeführt werden. Daher die zahllosen Hydathoden. Der Hydathodenstrom tritt hier an Stelle des Transpirationsstromes (GOEBEL, HABERLANDT). Da allem Anschein nach die Lathræa in erster Linie und hauptsächlich Stärke bildet, welche in Form schön ausgebildeter Stärkekörner, also als *feste* Körper ausscheiden und in den Parenchymzellen der dicken, fleischigen Schuppen aufgespeichert werden, so entsteht ein Konzentrationsgefälle, welches immer wieder die Aufnahme neuer Nährlösungsmengen ermöglicht.

6. In alten Schuppen wird das Loch in der Cuticula am Scheitel der Schilddrüsen, also die Austrittsstelle der Wassers, durch eine dichte, stark lichtbrechende Substanz verstopft, und auch der hier befindliche rinnenförmige, von der Cuticula überdeckte Raum von solcher ausgefüllt. Das Umwegsamwerden dieser Wasseraustrittsstellen verhindert so einen vorzeitigen Austritt des Hydathodenstromes aus den proximal stehenden alten Schuppen und zudem an offenbar bereits unnützen Stellen, und leitet diesen nach den jüngeren, leistungsfähigeren Schuppen, wo er bessere Ausnützung findet. Mit diesem Verschluss in alten Schuppen steht im Einklang das Ergebnis der Versuche GROOM'S (1897. p. 386), der bei Anwendung von Druck Wasseraustritt

nur aus jüngeren Schuppen beobachtete, aus alten hingegen nicht.

7. Das ausgeschiedene Wasser enthält sicherlich nebst einiger Menge unverarbeiteten Nährmaterials auch Ausscheidungsprodukte des Lathræastoffwechsels, welche den auf den Höhlenwänden als Epiphyten vegetierenden Bakterien die Nahrung liefern. Das Verhältnis dieser nahezu regelmäßig sich findenden Bakterien zur Lathræa kann derzeit nur als Kommensalismus und nicht als Mutualismus aufgefasst werden.

8. Die Fäden dieses epiphytischen Schizomyceten sind keine Bazillenketten; eine Gliederung in Stäbchen läßt sich in der Regel, das ist im vegetativen Stadium, nicht beobachten, beziehungsweise nicht nachweisen.

9. Die stärker gefärbten Körnchen, welche in unbehandelt homogen erscheinenden Fäden bei Anwendung von verdünnter alkoholischer Methylenblau-oder Gentianaviolettlösung perl-schnurartig auftreten, stellen wahrscheinlich einen Plasmolyse-zustand dar, wenn auch dieses Bild als für Corynebakterium-Arten charakteristisch gilt.

10. Ob die bereits im Leben (unbehandelt) sichtbaren stark lichtbrechenden sporenähnlichen Körperchen tatsächlich Sporen, Fettröpfchen, oder vielleicht Bildungen von der Art der Mutschschen Körperchen des Tuberkelbazillus oder der Volutin (Pol-) Körner des Diphtheriebazillus sind, müssen fernere Untersuchungen entscheiden.

11. Die nicht gar selten auftretende Astbildung beruht jedenfalls auf echter Verzweigung wie bei den Mycobacterium-Arten (*M. tuberculosis*, *M. lepræ*, *M. mallei*, *M. diphtheriæ*) den Actinomycetes und einigen Eubakterien. Sie ist hier, wie dort, kein Involutionenzustand, sondern stellt einen morphologischen, auf Verwandtschaft deutenden Charakter dar. Diese auffallende, sparrige, höchst charakteristische Verzweigung tritt uns ferner (außer bei den vorerwähnten Formen) auch bei *Cladothrix dichotoma* in Agarkulturen entgegen (MIGULA 1900. p. 39. Fig. 45. e). Einmal fand ich in doldenförmiger Anordnung 3 Äste (Fig. C 1. d), was ich auch bei *Cladothrix dichotoma* am natürlichen Standort sah (Fig. C 2. b).

12. Die Wuchsform in nicht in Stäbchen gegliederten Fäden, die echte Astbildung, die so charakteristische Verzweigung zeigen, daß dieser sehr interessante Schizomycet eine Mycobacteriacee ist und am ehesten in das Genus *Mycobacterium* gestellt werden kann: *Mycobacterium Lathrææ mihi*. Eine namhafte Abweichung vom Typus dieser Gattung besteht jedoch darin, daß sich am apicalen Ende des Fadens in basipetaler Folge stäbchenförmige Glieder abgliedern, welche zu Schwärmern werden; ferner daß sich die Teilprodukte nicht aneinander vorbeischieben um sich dann enge aneinanderzuschmiegen.

13. *Mycobacterium Lathrææ* nächstverwandt ist die Gattung *Actinomyces*, welche sich nur durch das Vorherrschen des verzweigten Zustandes, das myceliale Wachstum unterscheidet. Ausschlaggebend wäre ferner das Verhalten, das Aussehen und die Beschaffenheit der Kulturen, welche durchzuführen ich keine Gelegenheit hatte, noch gegenwärtig habe.

14. In der basipetalen Abgliederung von Schwärmern durch Fragmentation sind auch Beziehungen zu den Cladotricheen und Leptotricheen, in der charakteristischen Astbildung auch zu den Eubakterien gegeben. Keinesfalls laßen sich die Schizomyces in zwei streng auseinanderhaltbare Reihen, in die Schizomycesales und Actinomycetales sondern, denn diese beiden bilden ein zusammenhängendes Ganzes, das mit den Hyphomycetes kaum etwas zu tun hat.

15. Ob die Eubakteria durch Reduktion aus den Trichobakteria, ja sogar aus den Hyphomyceten entstanden, und die Fadenbildung, so wie die echte Verzweigung einen Atavismus darstellt, wie es MEYER will, oder ob umgekehrt, die Trichobakteria durch Fortentwicklung aus den Eubakteria, gewissermaßen als deren höhere Formen hervorgingen, läßt sich derzeit nicht entscheiden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 5. Dezember 1927.)

AZ EULER-FÉLE LINEÁRIS DIFFERENCIALEGYENLETRŐL.

RADOS GUSZTÁV r. tagtól.

Az

$$F(y) \equiv \frac{d^ny}{dx^n} + \frac{p_1}{ax+b} \frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + \dots + \frac{p_{n-1}}{(ax+b)^{n-1}} \frac{dy}{dx} + \frac{p^n}{(ax+b)^n} y = 0$$

EULER-féle differencialegyenlet integrációja, mint ismeretes, algebrai egyenlet megoldására vezethető vissza. Ha ugyanis az

$$y = (ax + b)^\lambda$$

függvényben λ -nek oly meghatározását követeljük, hogy e függvény az EULER-féle differencialegyenletet kielégítse, λ -ra a

$$\Phi(\lambda) \equiv a^n \lambda(\lambda-1) \dots (\lambda-n+1) + a^{n-1} p_1 \lambda(\lambda-1) \dots (\lambda-n+2) + \dots + a^2 p_{n-2} \lambda(\lambda-1) + a p_{n-1} \lambda + p^n = 0$$

n -edfokú algebrai egyenlet, az EULER-féle egyenlet determináló egyenlete, adódik, amelynek

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$$

gyökeiből az EULER-féle differencialegyenletnek az

$$y_k = (ax + b)^{\lambda_k} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

partikularis megoldásai adódnak. Ha mindegyik gyöknek multiplicitása 1-gyel egyenlő n egymástól különböző partikularis megoldásra tettünk szert. Ha

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$$

a különböző gyökök és ezeknek multiplicitása rendre

$$g_1, g_2, \dots, g_r,$$

úgyhogy

$$g_1 + g_2 + \dots + g_r = n,$$

akkor az

$$y_k = (ax + b)^{2k} [\log(ax + b)]^k \\ (k=0, 1, 2, \dots, y_{k-1} : k=1, 2, \dots, r)$$

egyenletek ismét n számú partikularis megoldást szolgáltatnak.¹ Ez az eredmény az EULER-féle differencialegyenlet megoldása tekintetében értékessé csak az által lesz, hogy mind a két esetben kapott n partikularis megoldásról kimutatható, hogy WRONSKI-féle determinansuk nem azonosan egyenlő zérussal, azaz, hogy a kapott megoldások alaprendszeret alkotnak. E WRONSKI-féle determinans kiszámítása csak nehézségek leküzdése árán végezhető és tudtommal ezideig még kiszámítva nincsen. Azért érthető a törekvés, amely arra irányult, hogy az EULER-féle differencialegyenlet a független változó transformációja útján oly lineáris differencialegyenletté átalakíttassék, amelynek összes együtthatói állandók, mert ennek általános megoldása karakterisztikus egyenletének megoldása után minden nehézség nélkül fölírható. Ilyen transformacio már régóta ismeretes.² Ha ugyanis az

$$ax + b = e^t,$$

vagy

$$t = \log(ax + b) \tag{S}$$

egyenlet segítségével az x független változó helyébe a t új független változót hozzuk be, az EULER-féle egyenlet oly lineáris differencialegyenletbe megy át, amelynek összes együtthatói állandók. Az előttem ismeretes kézikönyvek beérik azzal, hogy e tény az $n=1, 2, 3, 4$ esetekre kimutassák, de nem vezethetik le sem a transzformált differencialegyenletet az általános esetben sem pedig ennek karakterisztikus egyenletét. Ez pedig az alantikban bebizonyítandó következő tétel segítségével lehetséges:

Az Euler-féle differencialegyenletből az (S) alatti helyettesítés segítségével adódó állandó együtthatós lineáris differencialegyenlet karakterisztikus egyenlete azonos az EULER-féle differencialegyenlet determináló egyenletével.

¹ L. Analízis és geometria című könyvemben 336—339. l.

² L. pl. SERRET: «Cours de calcul différentiel et intégrale» című munka IV. kiadásában az 549. lapon.

E tétel bebizonyítása képezi a jelen közlemény tárgyát.

Az alantikban a következő jelöléseket fogom alkalmazni:

$$\frac{d^k y}{dt^k} = y^{(k)}; (k = 0, 1, 2, 3, \dots; y^{(0)} = y);$$

továbbá az

$$f(y) \equiv y^{(k)} + C_1 y^{(k-1)} + \dots + C_{k-1} y' + C_k y$$

k -adrendű állandó együtthatós lineáris differenciál-kifejezésnek

$$\lambda^k + C_1 \lambda^{k-1} + \dots + C_{k-1} \lambda + C_k$$

charakteristikus kifejezését $\varphi(\lambda)$ -val jelölöm. Ha tehát $f(y)$ -nak t szerinti differencialhányadosának, az

$$y^{(k+1)} + C_1 y^{(k)} + \dots + C_{k-1} y'' + C_k y'$$

kifejezésnek, karakteristikus kifejezését képezzük ez, mivel

$$\begin{aligned} \lambda^{k+1} + C_1 \lambda^k + \dots + C_{k-1} \lambda^2 + C_k \lambda &\equiv \\ \equiv \lambda (\lambda^k + C_1 \lambda^{k-1} + \dots + C_{k-1} \lambda + C_k) &\equiv \lambda \varphi(\lambda), \end{aligned}$$

$\lambda \varphi(\lambda)$ -vel lesz egyenlő.

Az (S) alatti egyenletet figyelembe véve írhatjuk:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \frac{dt}{dx} = a(ax + b)^{-1} y' = a(ax + b)^{-1} f_1(y),$$

ahol

$$f_1(y) \equiv y' \quad \text{és} \quad \varphi_1(\lambda) \equiv \lambda;$$

továbbá

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dy}{dx} \right) \frac{dt}{dx} = a^2 (ax + b)^{-2} f_2(y),$$

ahol

$$f_2(y) \equiv y'' - y' \quad \text{és} \quad \varphi_2(y) \equiv \lambda^2 - \lambda \equiv \lambda(\lambda - 1);$$

továbbá

$$\begin{aligned} \frac{d^3 \varphi}{dx^3} &= a^3 (ax + b)^{-3} \left[\frac{d}{dt} f_2(y) - 2 f_2(y) \right] = \\ &= a^3 (ax + b)^{-3} (y''' - 3y' + 2y) = a^3 (ax + b)^{-3} f_3(y), \end{aligned}$$

ahol

$$f_3(y) = \frac{d}{dt} f_2(y) - 2 f_2(y),$$

tehát

$$\varphi_3(\lambda) = \lambda \varphi_2(\lambda) - 2 \varphi_2(\lambda) = \varphi_2(\lambda) (\lambda - 2) = \lambda (\lambda - 1) (\lambda - 2).$$

A $\varphi(\lambda)$ kifejezések szerkezetében nyilvánuló törvényszerűség teljes indukcióval általános érvényességűnek bizonyítható.

Ha ugyanis feltesszük, hogy

$$\frac{d^k y}{dx^k} = a^k (ax + b)^{-k} f_k(y)$$

és hogy

$$\varphi_k(\lambda) = \lambda(\lambda-1)\dots(\lambda-k+1),$$

akkor

$$\begin{aligned} \frac{d^{k+1}y}{dx^{k+1}} &= a^{k+1} (ax + b)^{-k-1} \left[\frac{df_k(y)}{dt} - kf_k(y) \right] = \\ &= a^{k+1} (ax + b)^{-k-1} f_{k+1}(y), \end{aligned}$$

ahol

$$f_{k+1}(y) = \frac{df_k(y)}{dt} - kf_k(y)$$

lévén,

$$\varphi_{k+1}(\lambda) = \lambda\varphi_k(\lambda) - k\varphi_k(\lambda) = (\lambda - k)\varphi_k(\lambda)$$

és így csakugyan

$$\varphi_{k+1}(\lambda) = \lambda(\lambda-1)\dots(\lambda-k+1)(\lambda-k).$$

Az (S) alatti helyettesítés az EULER-féle differenciálegyenletet az

$$(ax + b)^{-n} [a^n f_n(y) + p_1 a^{n-1} f_{n-1}(y) + \dots + p_{n-1} a f_1(y) + p_n y] = 0$$

egyenletbe, vagy az $(ax + b)^{-n}$ tényező elhagyásával az

$$a^n f_n(y) + p_1 a^{n-1} f_{n-1}(y) + \dots + p_{n-1} a f_1(y) + p_n y = 0$$

állandó együtthatós differenciálegyenletbe viszi át. Ennek karakteristikus egyenlete pedig az előzők alapján

$$\begin{aligned} a^n \varphi_n(\lambda) + p_1 a^{n-1} \varphi_{n-1}(\lambda) + \dots + p_{n-1} a \varphi_1(\lambda) + p_n &\equiv \\ \equiv a^n \lambda(\lambda-1)\dots(\lambda-n+1) + p_1 a^{n-1} \lambda(\lambda-1)\dots(\lambda-n+2) + \\ + \dots + p_{n-1} a \lambda + p_n &= 0. \end{aligned}$$

Ez pedig nem más, mint az EULER-féle differenciálegyenlet karakteristikus egyenlete.

E karakteristikus egyenletből a transzformált EULER-féle egyenlet is könnyen adódik. Ha ugyanis az

$$\begin{aligned} a^n y(y-1)\dots(y-n+1) + p_1 a^{n-1} y(y-1)\dots(y-n+2) + \\ + \dots + p_{n-1} a y + p_n \end{aligned} \quad (1)$$

kifejezésben a kijelölt szorzásokat elvégezzük és ezután y^k helyébe $\frac{d^k y}{dt^k} = y^{(k)}$ ($k = 1, 2, \dots, n$) helyettesítünk és az abszolút tagot y -nal szorozzuk, a transzformált EULER-féle egyenletet kapjuk.

Igy például az $n = 3$ esetben az (1) alatti kifejezés a következő

$$\begin{aligned} & a^3 y (y-1)(y-2) + p_1 a^2 y (y-1) + p_2 a y + p_3 = \\ & = a^3 (y^3 - 3y^2 + 2y) + p_1 a^2 (y^2 - y) + p_2 a y + p_3 + \\ & = a^3 y^3 + (p_1 a^2 - 3a^3) y^2 + (2a^3 - p_1 a^2 + p_2 a) y + p_3 \end{aligned}$$

kifejezést szolgáltatja, úgy hogy ebben az esetben a transzformált EULER-féle differenciálegyenlet a következő:

$$a^3 \frac{d^2 y}{dt^2} + (p_1 a^2 - 3a^3) \frac{d y}{dt} + (2a^3 - p_1 a^2 + p_2 a) \frac{d y}{dt} + p_3 y = 0.$$

Végül még könnyen kimutatható, hogy ha

$$y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t) \tag{A}$$

az EULER-féle lineáris differenciálegyenletből a

$$t = \log(ax + b)$$

transzformacio alkalmazásával keletkezett állandó együtthatós lineáris differenciálegyenlet partikularis megoldásainak egyik alaprendszere, akkor

$$y_1[\log(ax + b)], y_2[\log(ax + b)], \dots, y_n[\log(ax + b)] \tag{B}$$

az eredeti EULER-féle egyenletnek alaprendszere.

Ha ugyanis (A) alaprendszer, akkor a

$$W_A = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \dots & y_n \\ y_1' & y_2' & \dots & y_n' \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ y_1^{(n-1)} & y_2^{(n-1)} & \dots & y_n^{(n-1)} \end{vmatrix}$$

determináns nem azonosan egyenlő zérussal. Ezen az alapon most kimutatható, hogy a (B) függvények az EULER-féle egyenletnek alaprendszerét szolgáltatják, mert Wronski-determinánssuk szintén nem lehet azonosan egyenlő zérussal. E determináns a következő:

$$W_B = \begin{vmatrix} y_1 & & \dots & y_n \\ y_1' & \frac{dt}{dx} & & \dots & y_n' \frac{dt}{dx} \\ y_1'' & \frac{dt}{dx} + y_n' \frac{d^2t}{dx^2} & & \dots & y_n'' \frac{dt}{dx} + y_n' \frac{d^2t}{dx^2} \\ y_1''' & \frac{dt}{dx} + 2y_1'' \frac{d^2t}{dx^2} + y_1' \frac{d^3t}{dx^3} & & \dots & y_n''' \frac{dt}{dx} + 2y_n'' \frac{d^2t}{dx^2} + y_n' \frac{d^3t}{dx^3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^{(n-1)} \frac{dt}{dx} + \binom{n-1}{1} y_1^{(n-2)} \frac{d^2t}{dx^2} + \dots + y_1' \frac{d^{n-1}t}{dx^{n-1}} & \dots & \dots & y_n^{(n-1)} \frac{dt}{dx} + \binom{n-1}{1} y_n^{(n-2)} \frac{d^2t}{dx^2} + \dots + y_n' \frac{d^{n-1}t}{dx^{n-1}} \end{vmatrix}$$

Egyszerű átalakítás mutatja, hogy

$$W_B = \left(\frac{dt}{dx} \right)^{n-1} W_A;$$

tehát W_B sem lehet azonosan zérussal egyenlő.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 február 13.-án tartott üléséből.)

ÜBER EULERS LINEARE DIFFERENTIALGLEICHUNG.

Von GUSTAV RADOS o. Mitglied der Akademie.

Im vorstehenden Artikel wird die lineare Differentialgleichung

$$\frac{d^n y}{dx^n} + \frac{p_1}{ax+b} \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + \frac{p^{n-1}}{(ax+b)^{n-1}} \frac{dy}{dx} + \frac{p^n}{(ax+b)^n} y = 0 \quad (1)$$

durch die bekannte Transformation

$$ax + b = e^t$$

umgestaltet. In den bekannten Lehrbüchern der Differentialgleichungen wird diese Transformation lediglich für die Fälle $n = 1, 2, 3, 4$ durchgeführt. Im vorstehenden Artikel für den allgemeinen Fall. Als bemerkenswertes Ergebnis der durchgeführten Rechnung ergibt sich die transformierte lineare Differentialgleichung aus der symbolischen Gleichung

$$a^n y (y-1) \dots (y-n+1) + p_1 a^{n-1} y (y-1) \dots (y-n+2) + \dots + p_{n-1} a y + p^n = 0, \quad (2)$$

indem man hierin an Stelle von y^k den Differentialquotienten $\frac{d^k y}{dx^k}$, ($k = 0, 1, 2, \dots, n$) setzt.

Schliesslich wird noch gezeigt, daß das aus dem Fundamentalsystem partikulärer Lösungen

$$y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)$$

der linearen Differentialgleichung (2) sich ergebende System

$$y_1 [\log(ax+b)], y_2 [\log(ax+b)], \dots, y_n [\log(ax+b)]$$

ein Fundamentalsystem der Gleichung (1) liefert.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Februar 1928.)

A MUSCULUS PRONATOR TERES ÖSSZEHASONLÍTÓ ANATOMIÁJÁHOZ.¹

ZIMMERMANN ÁGOSTON 1. tagtól.

Négy képpel.

Az alkar, antebrachium, csontos vázát alkotó két csont, az orsócsont, radius és a könyök- vagy singscsont, ulna közül azoknál az állatoknál, melyek mellső végtagjaikat csak egy irányban, a nyilirányban használják alátámasztásra és helyváltoztatásra, utóbbinál ingaszerű mozgással, a radiusnak jut nagyobb szerep, ez fejlődik erősebben, míg az ulna háttérbe szorul, csupán a proximális vége éri el a teljes fejlettséget és különül el a radius-tól, többi része ellenben többé-kevésbé szoros összeköttetésbe lép a radiusszal. Ezzel szemben ott, ahol a mellső végtag több irányban működik, az alátámasztáson és helyváltoztatáson kívül fogásra, ásásra, forgásra stb. szolgál, mozgásai a kéz javára esnek, a két csont: az orsó- és a singscsont nagyjában egyenlő erősen fejlődött ki, mindkettőn a két vége, epiphysise közül az egyik vaskosabb, mint a másik, a radiuson a distalis végső rész, az ulnán ellenben a proximalis, mely e mellett differenciáltabb is; a két csont csupán végeivel illeszkedik össze, míg középső részeik, diaphysiseik között hézag, spatium interosseum marad. Ahol a két csont mozgékonyan függ össze, az orsócsont a singscsont körül foroghat.

Az alkar két csontjának egymás mellett való mozgathatósága a hossz tengelye körül lehetséges a két orsó-singscsonti ízületben, articulatio radioulnaris proximalis et distalis, mely forgóizület-

¹ Az Országos Magyar Természettudományi Alap támogatásával.

ben a radius a fő mozgócsont és minthogy a végtag ez alatt következő része, a kéz, főképpen a radiushoz erősített («le portemain» a franciáknál), az is követi ennek kitéréseit. A test közep-sikja felé való forgás a *pronatio* (pronare = előrehajolni; régiesen rossz magyarsággal: borintás), míg az oldalt kifelé való forgást *supinatio*-nak nevezik (supinare = hátrahajolni; régiesen rossz magyarsággal: hanyintás). FICK vizsgálatai szerint ezek összetett mozgások, melyeknél a váll-, könyök- és kéztői ízületeknek is van része. Nyugalmi helyzetben az alkar csontjai a pronator-izmok túlereje következtében rendesen pronatióban vannak és ott, ahol az alkar két csontja egymással mozdulatlanul összenőtt, a rögzítés szintén pronatiós helyzetben következett be. A pronatiós helyzetben való összenövésrel kapcsolatban a pronatorok elvesztették jelentőségüket, hanyatló átalakuláson mentek keresztül, egy részük teljesen eltűnt.

A jelzett csontokban, ezek összeköttetéseiben és a velük összefüggő izmokban végbemenő átalakulások az ujjak számának redukciójával, az újjhegyen való járással s a végtagok egyirányú használatával állnak oki összefüggésben. Feltűnő azonban, hogy amíg egyes részek, melyek működésen kívül állnak, teljesen el-sorvadnak, sőt később már egyáltalában nem jelennek meg az ontogeniai fejlődés során sem, addig más ilyen részek, melyek szintén elvesztették régi működésüket és tulajdonképpen használaton kívül állnak, ennek ellenére megmaradnak, némileg utalnak az ősi, eredeti állapotra. Ezt a jelenséget *Roux allobiosis*-nak (MAYER S. allotrophiának) nevezte el. Ilyen viszonyokat találni például amputációk után megmaradt izmokban, az ankylosisus ízületek izmaiban, melyek az inaktivitási atrophia ellenére megmaradnak, bár változott és redukált alakban. Erre az állapotra emlékeztet az alkar két csontjának mozdulatlan összenövésénél a musculus pronator teres viszonya is, melyről az irodalomban részben csak egészen vázlatos, odavetett adatokat vagy pedig egymásnak ellentmondó és elavult feljegyzéseket találunk. Ezért célszerűnek látszott ezzel a kérdéssel, a m. pronator teres alakulásával kapcsolatban az alkar csontjainak fejlődésével és összeköttetéseivel, illetőleg pronatiós helyzetben való rögzítésükkel foglalkozni.

Vizsgálat alá került 136 állat, melyből a kifejlett anyag száma kereken száz; nevezetesen præparálásra került 26 ló (könnyű magyar fajtától nehéz nyugoti fajtaig), 14 marha, 6 juh, 2 kecske, 10 sertés, 15 kutya, 5 macska, 2 mezei nyúl, 8 házi nyúl, 5 tengeri malac, 2 szürke-, 3 fehér egér és 2 patkány. A kifejlett állatokon kívül még 36 embryo (egy része 5%-os formalinban konzervált anyag) is került vizsgálat alá, melyeknél a m. pronator teres mellett az alkar csontos vázának fejlődésére voltam figyelemmel és több, diaphanollal átlátszóvá tett készítményt, továbbá harántmetszetsorozatot készítettem, melyeket VAN GIESON eljárása szerint hæmatoxylin-pikrofuchsinnal festettem meg. A megvizsgált 5 lóembryo nagysága (tarkó-faroktő távolsága) 4·5—92 cm között, a 10 marhaembryo hossza 7—89 cm között, a 6 juhembryo hossza 5·8—17 cm között, végül a 15 sertés-embryo hossza 3·9—9·5 cm között váltakozott.

A m. pronator teres jelentőségének ismeretéhez szükséges *az alkar csontjai fejlődésének, helyzetének és összeköttetéscének ismerete*. Ezért először erre térek ki.

Az embryonalis korban az alkar két csontja, illetőleg porcos kezdeménye egy ideig valamennyi állatfajnál nagyjában egyenlő és a két sugár helyzete is egyforma. A 4·5 cm hosszú lóembryóban a porcos radius ferdén helyeződik az ulna porcos kezdeménye előtt oly módon, hogy az ulna proximálisan a radius mögött, helyesebben laterovolarisan foglal helyet, míg distalisan a radius lateralis oldalára kerül. A két porc teljesen elkülönül egymástól, sőt aránylag távol esik egymástól, csupán két végükön közelednek egymáshoz, harántátmérőjük is közel egyenlő, bár a radius distalis vége s az ulna proximális vége már korán vakosabbnak tűnik fel, utóbbin az olecranon és az incisura semilunaris különböztethető meg.

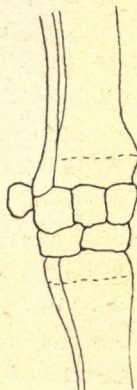
A 10 cm hosszú lóembryóban az ulna diaphysise, még inkább a distalis epiphysise sokkal vékonyodik, de még a radius alsó végéig követhető, melyhez mindjobban közeledik, míg végül arra szorososan reáfekszik. A radius és az ulna közötti kötőszövet kifejezettebben fibrosus jelleget ölt és benne harántul s hegyes szögben lefutó kollagen rostkötegek differenciálódnak, az epiphysisek között az aprósejtű közti szövet kezel tipikus perichon-

driummá átalakulni, a diaphysisben pedig csontosodási mag jelentkezik.

A 25 cm hosszú lóembryóban az ulna distalis epiphysise már a radius distalis epiphysisével összenőtt, csak nyomokban különböztethető meg attól, az olecranon erősebben fejlődött, úgy-hogy az ulna ennél az embryónál 3·6 cm hosszú, a radius pedig 3·2 cm; csontosodási mag itt még csak a diaphysisben fejlődött ki. Ezután a ló ulnájának a radiusszal való összenövése fokozatosan halad előre és felfelé (l. az 1. képen), ezzel együtt a radius



1. kép. A 25 cm hosszú lóembryo baloldali antebrachiumának váza. Az ulna pontozottan.



2. kép. Kifejlett lófetus jobboldali antebrachiumán végig terjedő ulna.

erősebb fejlődésnek indul, az ulna ellenben proximalis epiphysisétől eltekintve, fejlődésében visszamarad, diaphysisének alsó fele már csak vékony porcos pálcá alakjában különböztethető meg. Hosszú ideig csupán a diaphysisekben állapítható meg csontosodási mag és csak kevéssel a születés előtt jelenik meg az epiphysisekben.

Kivételesen az ulna reductiója lassabban haladhat előre, így egy teljesen kifejlett csikófetuson az ulna distalis epiphysise is megvolt és a radiusszal perichondrium útján állt összeköttetésben (l. a 2. képen).

Úgy, mint a lónál, a többi vizsgált állatfajnál is a radius és az ulna az embryonális fejlődés során kezdetben különálló

és eredetileg egyenlően fejlődött, később azonban azoknál is a radius fejlődik erősebben, az ulna pedig csak a proximális epiphysisén éri el teljes fejlettségét. Valamennyi itt tárgyalt állatfajnál az alkar két csontja csak a két végén érintkezik egymással, a középső részek között a csontközötti hézag, spatium interosseum, alakul ki, melyet a csontközötti hártya, membrana interossea, tölt ki. Eredetileg a két csont mozgathatóan függött össze egymással, később a mellső végtagoknak egyirányú használatával kapcsolatosan az alkar csontos váza mindinkább egy egységes csont tulajdonságait veszi fel. Legnagyobb mértékben haladt előre ez az átalakulás az Ungulatakánál, melyek közül különösen a lónál szembetűnő az.

Az *Equidák*nál a különállóan fejlődő két alkarcsont később teljesen mozdulatlan összeköttetésbe lép egymással. A lateravolarisan helyeződő ulna felső vége hatalmasan túlnyúlik az olecranon alakjában, mely mint emelőkar-részlet több izom, az alkar nyújtói tapadására szolgál (m. triceps brachii, anconæusok, m. tensor fasciæ antibrachii) és a humerusszal izesül. Középső része háromszögletes (l. a 3. képen), a radius proximális végével érintkező részén két apró ízületi felület fejlődik ki. Ennek magasságában és ettől lefelé rövid, fénylő harántszalagok, *ligamentum transversum laterale et mediale ulnae et radii*, fűzi össze a két csontot egymással; e szalagok csak nagyon ritkán csontosodnak el, az erre megvizsgált 26 ló közül csupán egy koros, 15 éven túl levő lónál volt itt az ossificatio megállapítható. Ez összeköttetés alatt következik a spatium interosseum antibrachii, melyet a *membrana interossea* tölt ki, ennek proximális harmadában rés marad erek, az erős (4—5 mm átmérőjű) arteria interossea communis, a vena interossea communis (v. brachialis-ág) és a vékony nervus interosseus (n. medianus-ág) átjárására. A csontközötti hártya a haladó korral elcsontosodik és a ló tizedik életévében rendszerint már teljes a synostosis. Az ulna diaphysise fokozatosan vékonyodva, beleolvad a radiusba, melynek distalis végén található laterális nyúlvány, processus styloideus ulnae felel meg az ulna distalis epiphysisének; ennek határát még idős lovaknál is meg lehet különböztetni a radius alsó epiphysisének ízületi felületén, a facies articularis carpean,

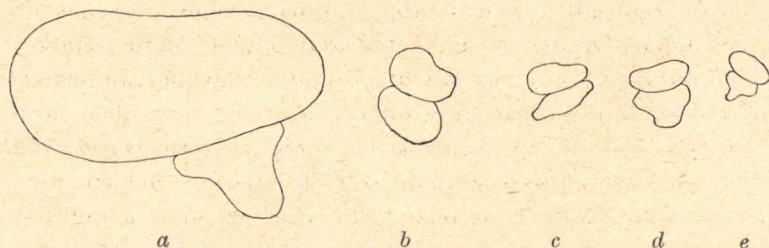
hol *keskeny barázda* határolja el a radiushoz tartozó többi résztől. Az Equidáknál tehát az *alkar pronatiós helyzetben rögzített két csontja functionalisan egy egységes csontként szerepel.*

A kérődzők közül a *Bovináknál* és az *Ovináknál* némileg hasonló a radius és az ulna viszonya, azzal a különbséggel, hogy az összenőtt két csont között egy nagyobb, proximális és egy kisebb, distalis spatium interosseum található, az ulna diaphysise végighúzódik a radius volaris felületén, sőt a distalis epiphysis, a processus styloideus ulnæ, mely az os carpi ulnareval ízesül, túlterjed a radius alsó, carpalis ízületi felületén (más kérődző-fajoknál, pl. Camelidáknál, tevéknél az ulna teljesen egybeolvadt a radiusszal). Az ulna középső részének dorsalis felületén proximálisan két ízületi felület útján érintkezik a radiusszal. A kérődzők két alkarcsontját ugyanolyan szalagok kötik össze, mint a lóét. A csontközötti szalag kezdetben lazább szerkezetű kötőszövet, a növekedő korrall inszerűvé lesz, végül pedig elcsontosodik és csupán az erek átjárása helyén marad meg a kötőszövet. E kérődzőknél tehát az ulna a radiusszal együtt térhet ki, a két csont pronatiós helyzetben nőtt össze.

A párosujjú patásállatok közül a *Suidáknál* a hosszabb ulna szorosan ráfekszik a radius volaris felületének lateralis felére, úgyhogy többnyire csak proximálisan található egy hosszabb, keskeny spatium interosseum, ritkábban a distalis harmadban is. A sertés radiusa azonban az ulnával nem nő össze, mindkét végükön megtalálhatók a porccal bevont ízületi felületek, ennek ellenére a két csont alig térhet ki egymás mellett, mert a harántszalagok és az alattuk levő csontközötti lemez nem engedik meg azt. A membrana interossea fiatalabb állatoknál lazább szerkezetű, gyakran zsírral átszótt, idősebeknél inszerű, de nem csontosodott el még a legidősebb sertésnél sem, mely vizsgálat alá került.

A húsevők közül úgy a *Canidák*, mint a *Felidák* alkarcsontjai mozgékonyan függnek össze egymással, e mozgékonyág azonban kismértékű, mert a két csont oly szorosan fekszik egymáson (1. a 3. képen) és oly rövid rostkötegek fűzik össze egymással, hogy nehezen térhetnek ki egymás mellett. Az *articulatio radioulnaris proximalisban* az orsócsont fejcskéjének hátulsó

szélén levő circumferentia articularis izesül a könyökesont felső végének incisura radialisával, melynek két, lateralis és medialis végétől a gyűrűszalag, ligamentum anulare, indul ki és övezi körül a radius fejcskéjének szélét, a macskánál lazábban, gallér módjára hurkolja körül a radiust; kiindulása helyén a könyökizület tokjával és oldalsó szalagaival nőtt össze. A spatium interosseum alig különböztethető meg, a membrana interossea rostjai a kutyanál rövidebbek, vaskosabbak, tömöttebbek és erősebbek, mint a macskánál, bennök hézag szolgál a csontközötti erek és ideg átjárására. A ligamentum transversumok a húsvőknél rendszerint hiányzanak, egyes esetekben a medialis



3. kép. A radius és az ulna harántmetszete a könyökizület alatt.
a = lónál, *b* = kutyanál, *c* = macskánál, *d* = házinyúnál, *e* = tengeri malaenál.

oldalon fejlődik ki az egyik. Míg proximálisan a radius a húsvőknél is az ulna előtt foglal helyet és azt fedi, addig distálisan a radius az ulnát keresztezve, a medialis oldalra tér. Az *articulatio radioulnaris distalis*ban a radius alsó végének lateralis szélén levő lapos, porccal bevont incisura ulnaris radii találkozik az ulna alsó végével. Ez a helyzet a pronationnak felel meg, melyből csak nehezen, erőszakosan sikerül a két csontot kitéríteni; a macskánál ez valamivel könnyebben megy és a radius a lateromedialis keresztező, ferde helyzetből az ulnával némileg párhuzamos helyzetbe hozható, mely a supinationnak felel meg.

A rágcsálók közül a házinyúl, *Oryctolagus cuniculus*, alkarján a hosszabb és valamivel erősebben fejlett ulna a radius mellett, laterálisan foglal helyet, míg a mezei nyúl, *Lepus*

europaeus, hosszú, keskeny karcsú ulnája a radius mögött található (faji különbség). Felső végén a két csont mozdulatlanul, szoros merevizületben egyesült, a diaphysisek közötti szűk spatium interosseumot kötőszöveti membrana interossea tölti ki; az articulatio radioulnaris distalis is merev ízület, úgyhogy a pronatiós helyzetben levő két csont (l. a 3. képen) alig térhet ki egymás mellett. A Subungulátákhoz tartozó tengeri malac, *Cavia cobaya* v. *porcellus*, alkarcsontjai egymás előtt, illetőleg mellett szintén pronatiós helyzetben találhatók, a radius mediodorsalisan, az ulna laterovolarisan foglal helyet (l. a 3. képen), összeköttetésük mozgékony, ugyanilyen az egereké, *Mus musculus* és a házi patkányé, *Mus rattus* is.

Az előadottakból kitűnik, hogy valamennyi vizsgált állatfajnál az alkar csontjai *pronatiós helyzetben* foglalnak helyet, egyeseknél merev összeköttetésben, úgyhogy kitérés, supinatio, egyáltalában nem lehetséges, míg másoknál az összeköttetés mozgékony, a radius forgóizületben a hosszanti tengely körül mozgatható. Az újjhegyen járó, unguigrad járású állatoknál az ulna reductiót szenvedett, distalis vége felé gyengült, részben a radiusszal egyesült. Az ulna reductiója és összenövése a radiusszal éppen úgy, mint sok más egyéb jelenség, az újjak számának kevesbedése, a csontos vázban, a csontok összeköttetésében, a mellső végtag izmaiban stb. bekövetkezett átalakulás a mellső végtag egyoldalú használatával áll oki összefüggésben. Az alkar csontjainak jelzett viszonya nem ősi, hanem szerzett sajáttság, az alkalmazkodás folytán jött létre. Erre utalnak az izomtani adatok, nevezetesen a m. pronator teres viszonyai is. Hasonló eredményre vezettek annak idején az elülső végtagok újjnyujtóira vonatkozó összehasonlító anatómiai vizsgálataim is, melyek megállapították, hogy az izmok, illetőleg az inak állandóbbak lehetnek, mint azok a csontok, amelyekhez tartoznak (az ősi polydaktyliára utaló fölös számú inszárak a PHILLIPS-és THIERNESSE-féle izom inaiban mutathatók ki).

Az alkar húsz izmát különféle alapon csoportosítják. FROHSE és FRÄNKEL a csontokon való eredés és tapadás, továbbá az izompólyák elrendeződése szerint két nagy izomcsoportot különböztet meg az alkaron, a belső ulnaris és a külső radialis izmokat, a

medialis csoportba tartoznak a flexorok és a pronatorok, a lateralisokhoz az extensorok és a supinatorok. DUVAL három csoportba osztja az alkar izmait, a flexorok és az extensorok csoportján kívül még a brachioradialis izomcsoportot különbözteti meg; a két elsőnél szokás szerint még egy felületes és egy mély csoportot lehet elkülöníteni, minek következtében öt lesz a csoportok száma, ezek mindegyikéhez négy-négy izom tartozik. A flexorok felületes rétegének tagjai a m. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus és m. flexor carpi ulnaris; a flexorok mélyebb csoportjához tartozik a m. flexor digitalis superficialis, m. flexor digitalis profundus, m. flexor pollicis longus és m. pronator quadratus. Az extensorok felületes rétegében van a m. anconæus, m. extensor carpi ulnaris, m. extensor digiti minimi és m. extensor digitalis communis; a mélyebb réteg izmai a m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis, m. extensor pollicis longus és m. extensor indicis proprius s. indicator. Végül a brachioradialis csoporthoz tartozónak veszi a m. brachioradialison kívül a m. extensor carpi radialis longus, a m. extensor carpi radialis brevis és a m. supinator. BRAUS ventralis (= volaris) és dorsalis alkarizmokat különböztet meg, a ventralis izmokat mély és felületes, a dorsalis csoportot egyfelől mély, másfelől ulnaris és radialis felületes izmokra osztja fel.

Az alkar izmai azonban a két csont kitérése esetén helyzetüket változtatják, ehhez járul még tapadásuk különböző helye a metacarpus fölött és alatt, ami szintén komplikálja csoportosításukat. Legcélszerűbbnek látszik a legegyszerűbb felosztásuk: az alkar volaris felületének izmaira és az alkar dorsalis felületének izmaira, ezt a felosztást követi LENHOSSEK is és ezt használtam tankönyveimben. A volaris felület izmai a flexorok és a pronatorok. Ezek közül a pronatorok kétfélék: a felületesebb helyzetű m. pronator teres és a mélyebb fekvésű m. pronator quadratus. A dorsalis felületen található az extensorok és a supinatorok, utóbbiakhoz számítják a m. brachioradialist és a rejtett helyzetű m. supinator. Az alkar csontjainak mozdulatlan rögzítése esetén a pronatorok és supinatorok eredeti működésüket elvesztették, egyesek e miatt elsorvadtak és elmarad-

tak, mások megmaradtak, de működésük megváltozott. Ez történt a m. pronator teressel.

A *musculus pronator teres*, «görgeteg borintó», länglicher oder runder Vorwärts- oder Einwärtswender oder -dreher, m. pronator rotundus, long ou rond pronateur oblique (WINSLOW), grand pronateur (BICHAT), epitrochleo-radial (CHAUSSIER, DUMAS), rotondo pronatore, round pronator, az alkar volaris felületéhez tartozó izmok közül proximálisan legmagasabbra terjed, a könyökizület medialis felületét borítja, a radiuson az újj nyújtói és hajlítói között, az alkarra térő erek és a nervus medianus szomszédságában foglal helyet. A m. pronator teres GEBENBAUR szerint az amphibiümök m. humerometacarpalis volaris radialisából alakul ki, mely izom később a m. flexor carpi radialisra és m. pronator teresre vált szét, miközben eredése megmaradt, tapadása magasabbra felhúzódott.

Az ember m. pronator terese két fejjel ered, melyeket a nervus medianus választ el egymástól. A felületesebb erősebb *caput humerale* inrostokkal átszótt, eredése a karsont epicondylus medialis v. flexoriusa elülső felületén és a medialis izomközötti sővényen, *sæptum intermusculare mediale*, van; néha magasabbra, a karsont közepe tájáig terjed fel, a m. coracobrachialis tapadása helyéig, adott esetben a processus supracondyloideuson ered (ha ilyen kifejlődött), sőt egyes esetekben a *caput humerale* kettős is lehet. A másik a sokkal gyengébb mély fej a *caput ulnare*, a tuberositas ulnaen, illetőleg processus coronoideson veszi eredetét a m. brachialis alatt; ez a fej néha hiányzik. A két fej egyesülése után az izom ferdén lefelé és laterálisan halad a radius középső harmadának e helyen érdes lateralis széléhez, miközben keresztezi a könyökizület forgási, helyesebben flexiós tengelyét és a könyökárkot, fossa cubiti, határolja az ulnaris oldalon. Radiális oldalán található az arteria és a vena brachialis, melyek az izmot körül fogják oly módon, hogy a radialis erek az izom distalis radialis végén húzódnak át, míg az ulnaris erek még a mély, ulnaris fej alatt haladnak lefelé. Működése szerint az alkar pronatora, a pronatiós-supinációs mozgás terjedelme 120—140° lehet; e mellett, miután a humeruson ered, a könyökizület hajlítója. Idege a nervus medianus, erei a

brachialisból, a radialisból és ulnarisból erednek. Az egész izom hossza 4—7 cm, súlya FROHSE-FRÄNKEL szerint átlag 29 grm.

A macskán, *Felis domestica*, a m. pronator teresnek csak caput humeraleja van, mely a karsont epicondylus medialisán ered két, egymástól inrostok által elválasztott portioval a hajlító izmok eredése előtt; caput ulnare nem fejlődött ki. A caput humerale proximálisan erősebb, vaskosabb, azután a ferdén előre és lefelé húzódó izom fokozatosan vékonyodik, inrostokban gazdagabb, míg végül a radius közepe alatt aránylag mélyen inasan megtapad a medialis szélen a m. supinator és a mély újjhajlító radialis feje között. A nervus medianus, mely a macskán a humerus *foramen supracondyloideum*-án jut az alkarra, ezután egy erősebb ágat bocsát a m. pronator tereshez, ez ág ismét három ágra oszlik, melyek közül kettő a caput humerale proximalis részébe, a harmadik pedig a distalis részbe tér. A macskán a m. pronator teres pronatiós működést alig fejt ki, egyfelől mély tapadása, másfelől az alkar csontjainak szorosabb összeköttetése áll ennek útjába, működése a könyökizület hajlítása.

A kutya, *Canis familiaris*, m. pronator terese keskeny, de erőteljes, jól fejlett izom. Teljesen különvált a hajlító izmoktól, melyekkel közös helyen, a karsont epicondylus medialisán veszi eredetét, többnyire két részlettel, melyeket szűk, de aránylag mélyre terjedő rés különít el egymástól. Az epicondylus elülső felületétől ezután egységesen és nagyjában egyenlő szélességben, distalisan alig keskenyedve, kissé ferde irányban húzódik a radius dorsalis felületére és ennek közepe táján, magasabban, mint a macskánál, rövid ínnal megtapad. Lefutásában a m. extensor és flexor carpi radialis között foglal helyet, lefutása kevésbé ferde, hanem alsó, keskenyedő inas vége fordul a radius dorsalis felületére. A kutya m. pronator tereséhez a nervus medianus 2—3 ágat bocsát.

A házipatkánynál, *Mus rattus*, a m. pronator teres a karsont medialis epicondylusán a carpalis és digitalis hajlítókkal együtt ered, közöttük *inas csík* található, melyről szintén veszik eredetüket egyes izomrostjai, de túlnyomó részük az epicondylusról indul ki; caput ulnare nincs és a könyökizület tokjával sem áll a patkány pronator terese összeköttetésben, mely arány-

lag erősebben fejlett, mint akár a kutyán vagy a macskán, de nemcsak nagyobb, hanem izmosabb is és kevesebb inrostot foglal magában. Kezdeti része inkább hengeres, ezután laposabb lesz, végül vékony inba megy át, mely a radius középső harmadában a dorsalis felületre kanyarodik és ott megtapad. A patkánynál a nervus medianus, mielőtt a m. pronator teres alá tér, két ágat bocsát az izomhoz. A patkány m. pronator terese a nevében kifejezett működést alig képes kifejteni, e helyett inkább a könyökizület hajlításában vesz részt.

Az egerek, *Mus musculus*, m. pronator terese az epicondylus medialis humerin eredve a flexorokkal érintkezik, de sem ezekkel, sem a könyökizületi tokkal nem függ össze; ulnaris feje nincs. Az egerek pronator terese több inrostokat foglal magában, különösen a hajlító izmokkal érintkező részletében és a végső részleteiben, melyekkel a radius középső harmadában a dorsalis felületre húzódik. Az egerek nervus medianusa a m. pronator teres felső részébe térő erősebb ágán kívül még egy kisebb ágat ad az izom alsó feléhez. Az izom az alkarnak csak névleg pronatora, működése szerint flexora.

A *tengeri malacnál*, *Cavia cobaya*, a m. pronator teres szintén csak a karsont epicondylus medialisán ered és a hajlító izmokkal nem függ össze. Felületes része izmosabb, a mélyebb részletei több inrostot foglalnak magukban. Lefutásában csaknem egyenlő széles, csupán tapadásához közel keskenyedik s lapos inba megy át, mely az orsócsont dorsalis felületén, a medialis széléhez közel tapad meg. A nervus medianus a tengeri malacnál csak egy ágat szolgáltat a m. pronator tereshez. Működésével a hajlítót támogatja.

A *házinylul*, *Oryctolagus cuniculus*, m. pronator terese kisebb, karsú, keskeny, orsóalakú húsos izom, mely a karsont epicondylus medialisán egy felületes és egy mélyebb innal ered, az utóbbi a *könyökizület medialis oldalsó szalagával* is összefügg. Az eredési inak izomhasakba folytatódnak, melyek közül a felületesebb gyengébb aláfelé fokozatosan beleolvad a mélyebb izomhasba. Az izom itt a felső harmadának alsó végén a legszélesebb, innen lefelé kissé keskenyedik. A radialis collateralis szalagon kívül nem nőtt össze sem a könyökizületi tokkal, sem

a szomszédos hajlító izmokkal. Az izom középső harmadában az ínrostok száma megnövekedik az izomelemek rovására, alsó harmadában pedig már túlnyomórészt ínrostokból áll. Inas végződése az orsócsont közepe táján ferdén a dorsalis felületre tér és aránylag magasan a medialis szélhez közel tapad meg. A nervus medianus a karcsonntól jövet egy ágat bocsát a m. pronator tereshez, ez az ág azután ketté válik és úgy lép be az izom felső részébe. Öt házinyúlón végzett mérésrel a m. pronator teres súlya 0·121—0·146 grm-ban volt megállapítható. A házinyúl radiusa az ulna mellett medialisán foglal helyet és csak nehezen pronálható, amikor a kitérés körülbelül 15°-ot tesz ki, ezért a m. pronator teres itt is inkább csak flexorként működik.

A *mezei nyúl*, *Lepus europaeus*, alkar vázának berendezése különbözik a házinyúlétól, m. pronator terese is némileg eltér a házinyúlétól. Ez izom egyedül a karcsonnt medialis epicondylusának felső részén ered (a ligamentum collaterale radiale nem) egy keskeny lapos innal, mely lapos orsóalakú izomhasba megy át, de ennek alsó felületén az eredési ín egyes rostjai következők csaknem mindvégig. Jellemző továbbá a mezei nyúl m. pronator teresére, hogy inas tapadása már a radius közepe előtt következik be, e rostok csaknem hosszanti lefutásúak. A nervus medianus a m. pronator tereshez itt egyetlen ágat bocsát, mely az izom legvastagabb részébe tér. A mezei nyúl radiusa az ulna előtt foglal helyet, vele szoros összefüggésben áll és alig téríthető ki, ezért a m. pronator teres működése csak a hajlításra szorítkozik.

Az *Ungulátáknál* CUVIER szerint hiányzik a m. pronator teres, ezzel szemben a vizsgált patásállatfajok valamennyiénél, legalább nyomokban, ki volt mutatható.

Az Artiodaktylák közül a *marhán*, *Bos taurus*, a m. pronator teres gyengén fejlett. Keskeny kezdeti ina egyedül a humeruson ered, melynek epicondylus medialisáról kiindulva, legyezőszerűen kiszélesedik. Fetalis korban túlnyomórészt izomrostokból áll, de a kifejlett marhában főleg ínrostokat foglal magában, különösen a felületesen levő részleteiben, míg a metszéspapján vöröses izomrészletek tűnnek elő kisebb halmazokban a sárgás inas rostok között. Végző része lapos ín, mely az orsócsont alsó harma-

dához közel, a radialis szélén tapad. A nervus medianus egy ágat bocsát a marha m. pronator tereséhez. A radius és az ulna összenövése miatt a pronator itt flexorként működik.

A juh, *Ovis aries*, m. pronator terese csak fetalis korban izmos, míg a kifejlett állatoknál csupán inrostokból áll, melyek a karsont medialis bütykén erednek, sugárzatosan kiterjeszkedve a könyökizületi tokkal nem függnék össze, rövid lefutás után már a radius felső harmadában a medialis szélhez közel megtapadnak. Sussdorf szerint a juhféléknél úgy, mint az Equidáknál a m. pronator teres rendszerint hiányzik, csak kivételesen az embryonalis korban fordul elő, azonban a vizsgált állatok közül úgy a hat juhnál, mint a két kecskénél a leírt alakban ki volt mutatható. A karsontról a m. pronator teres alá téréo nervus medianus egy finom ágat bocsát az izomhoz.

A kecske, *Capra hircus*, m. pronator terese szintén csökevényes, amennyiben csak egészen fiatal korban foglal magában izomrostokat, egyébként tisztán kötőszöveti köteg, mely a karsont alsó végén az epicondylus medialisról legyezőszerűen széjjelterülő rostokkal ered, ezután rostos köteg alakjában húzódik az orsócsont felső harmadára, melynek medialis szélén megtapad. A nervus medianus a m. pronator teres alá jutva, két finom ágat bocsát hozzá. Működése úgy, mint a juhnál, passiv, a könyökizület rögzítésénél és hajlításánál szerepel.

A sertés, *Sus domesticus*, m. pronator terese szintén egyedül az epicondylus medialis humerin ered széjjeltérő inrostokkal, caput ulnareja nincs. Embryonalis korban sok izomrostot foglal magában, míg a kifejlett sertésen ez a keskeny izom két végén teljesen inrostokból állhat és csak közepe táján található benne izomelemek. Az izom csaknem egész lefutásában egyenlő széles és lapos, csupán végső részletei térnek széjjel; az orsócsont alsó harmadának medialis szélén tapad meg. A nervus medianus, mielőtt az izom alá húzódik, hosszú, vékony ágat bocsát hozzá. Működése korlátolt.

A ló, *Equus caballus*, m. pronator teresére vonatkozó adatok vázlatosak és hiányosak, ezért erre kissé behatóbban terjeszkedem ki. A szerzők egy része szerint a lónál úgy a pronatorok, mint a supinatorok hiányzanak, mert a radius és az ulna

szoros összenövése miatt teljesen elvesztették functionalis jelentőségüket, elsorvadtak, elmúltak és a recens fajoknál többé nem mutathatók ki. Ezzel szemben megállapítható, hogy a m. pronator teres a lóféléknél *nemcsak fetalis korban jelenik meg*, hanem nyomai a későbbi korban is kimutathatók, sőt különböző mennyiségben kontraktilis elemeket is tartalmaz és több individualis variációjára fordul elő.

A ló könyökizületén az izületi tok mellett, melynek hajlító felületén a stratum fibrosumot a karsont fossa supratrochlearisáról (fossa coronoidea hominis) eredő rostkötegek *ligamentum obliquum* alakjában erősítenek, két oldalsó szalag, *ligamentum collaterale radiale* (mediale) és *ulnare* (laterale) található, melyek a karsont distalis epiphysisén a trochlea két oldalán levő szalagödrökben és az epicondylusok szélén erednek, az orsócsont proximalis szalagdudorain pedig megtapadnak. A két collateralis szalag közül a medialis gyengébb, de hosszabb és két szárra oszlik, ezek közül a felületesebb elhelyezésű elülső szár az orsócsont dorsomedialis szélére húzódik és itt tapad meg, ez a részlet felel meg, mint arra FRANCK elsőként utalt, a m. pronator teres maradványának. Az idősebb állatoknál fehér fénylő inas köteg a könyökizület hajlító izmainak tapadásánál és az újjhajlító eredésénél, továbbá az alkar ereinek és a nervus medianusnak szomszédságában a két mellső végtagon többnyire symmetriásan található és a jelzett részek præparálásakor nem ritkán a fascia antebrachii-val együtt eltávolíthatnak. Friss hullában gondosabb præparálással azonban ez a köteg nemcsak egész terjedelmében jól megtartható, hanem gyakran még izomrészletek is mutathatók ki benne.

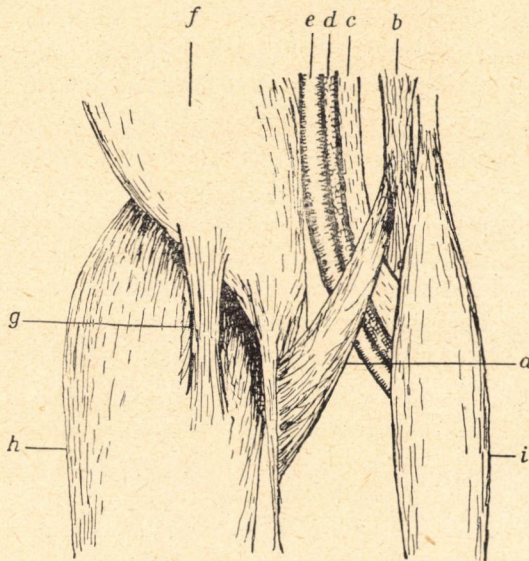
BAUM 21 ló közül kettőnél az alkarra térő vérerek és a nervus medianus által *fedett* 1.5—2 cm széles és 2—3 mm vastag izmot talált és irt le, mely lapos innal a karsont epicondylus flexoriusáról indult ki és a könyökizület medialis oldalsó szalagjába ment át. Ezzel szemben SUSDORF a medialis oldalsó szalag inas kötegében az alkarra térő erek és a nervus medianus *medialis oldalán* talált izomelemeket, úgyhogy az erek és az ideg ezt a köteget, mely a m. pronator teresnek felel meg, az embernél található viszonyokhoz hasonlóan átfúrják, nem pedig fedik, mint azt BAUM leírja.

Amíg BAUM az általa vizsgált eseteknek alig 2%-ánál állapított meg lónál m. pronator terest, addig az általam vizsgált valamennyi esetben sikerült a könyökizület medialis oldalsó szalagjának elülső elkülönülő szára alakjában a m. pronator teres maradványát kimutatni, sőt az ebben az irányban vizsgált 26 eset közül nyolcnál, tehát az esetek 30,8%-ában ez az inas köteg izomrostokat is foglalt magában. SCHAUDER szerint izomrostok e helyen 22—25 %-nál találhatók.

A ló m. pronator terese 3—4 cm hosszú innal ered a karsont alsó végének hengerén található szalaggödör mögött, a medialis epicondylus tövében levő dudoron; ezután kissé kiszélesedik és e helyen fordulnak elő benne az izomrostok, melyek a metszéslapon sötétebb színükkel tűnnek fel és úgy foszlatott készítményekben (Zupfpräparat), mint még inkább a beágyazás után készített mikroszkópos metszetekben könnyen kimutathatók. Ez a részlet ezek szerint a m. pronator teres izomhasának felel meg, mely az arteria és a vena mediana, továbbá a nervus medianus *medialis* oldalán, tehát ezeknél felületesebben foglal helyet (l. a 4. képen). Az izom hasának hossza nehéz, nyugati fajtájú, hidegvérű, erős izomzatú igás lovakon 10 cm, szélessége 12 mm, vastagsága pedig 5 mm. Ugyanannak az állatnak mindkét mellső végtagján egyformán fejlődött ki ez az izom. Az eredési inrostok az izomhasba folytatólagosan követhetők. Az izom alsó vége ismét teljesen inassá válik és ez az in a *ligamentum collaterale radiale elülső száráként* húzódik a radius dorsomedialis szélére, hol *feltűnő magasan*, a legmagasabban valamennyi erre vizsgált állatfaj között, megtapad. Közben az alkarpólyával is összeköttetésbe lép. Az izom lefutásában *áthidalja* az arteria és a vena medianát, továbbá a nervus medianust, mely utóbbtól e helyen egy nagyon finom és nehezen kipræparálható ágat kap. Az izom magas végződése arra utal, hogy valamikor forgató működése volt, a radius és ulna összenövésével ez a működése megszűnt és most csupán a könyökizület oldalsó szalagjának erősítésére szolgál, esetleg a könyök hajlításánál is közreműködhet.

A lóembryóknál éppen úgy, mint a többi ungalataembryónál az izomtani viszonyok kissé komplikáltabbak, mint a kifej-

lett állatoknál. A m. pronator teres már a rendelkezésemre állott legkisebb, 4,5 cm hosszú *lóembryo* mellső végtagjaiból készített metszeteken is kimutatható. Izomrostjai proximodistalis irányban, kissé medialisan haladnak a radius középso harmadáig, hol a perichondriumban vesznek el. A megvizsgált legnagyobb, 92 cm hosszú *lóembryo*ban ez az izom még aránylag sok és sűrűn egymás mellett álló izomrostot és csak kevés ínrostot foglal magá-



4. kép. Erősen fejlett, izmos m. pronator teres lovon.

a = m. pronator teres, *b* = ligamentum collaterale radiale, *c* = nervus medianus, *d* = arteria mediana, *e* = vena mediana, *f* = m. biceps brachii, *g* = lacertus fibrosus, *h* = m. radialis dorsalis (extensor carpi radialis), *i* = m. radialis volaris (flexor carpi radialis).

ban. Passív hatású szalaggá való átalakulása ezek szerint *a születés után* az extrauterinális fejlődés folyamán következik be, amikor az alkar csontjai pronatiós helyzetben fixáltak és összenőnek. A születés után a csikóknál az aktív működést ki nem fejtő izomban a könyökizület oldalsó szalagjával való egyesüléssel kapcsolatban már kevesebbet és egymástól távolabb álló izomrost különböztethető meg, fokozatosan *passív szalaggá alakul át*.

Némileg hasonló viszonyok fordulnak elő a *m. pronator teres* társánál, a *m. pronator quadratus*nál, melyről SCHAUDEK mutatta ki, hogy embryonalis korban a lónál is megjelenik, a radius és az ulna növekedésekor azonban elmarad, hanyatló átalakulásba megy át, működésen kívül áll s végül a membrana interosseába olvad be. A *m. pronator quadratus* az emberen, a húsevőkön és a rágcsálókön található.

A pronatorok antagonistái, a *supinatorok* a lónál még nyomokban sem állapíthatók meg, az alkar csontjainak pronatiós helyzetben való rögzítése miatt semmiféle szerepük nincs. Az itt tárgyalt állatfajok közül a kérődzőknél sem fordulnak elő, a sertésen gyengén, a húsevőknél és a rágcsálóknál erősebben fejlődtek ki. Idegük a *nervus radialis*, a nyújtóizmok idege, amelyekkel közös a származásuk, míg a pronatorok eredési viszonyaik, helyeződésük és innervációjuk alapján a hajlító izmokkal közös származásúak.

*

Összefoglalva az előadottakat, megállapítható, hogy a *musculus pronator teres* valamennyi erre megvizsgált patás, húsevő és rágcsáló állaton előfordul, illetőleg homologonja, maradványai kimutathatók azoknál az állatfajoknál is, melyeknél az alkar csontos váza, a radius és az ulna mozdulatlanul rögzített helyzetben egyesültek.

Fejlettsége nemcsak állatfajok szerint, hanem individualisan is különböző.

Eredése a karsont *epicondylus medialis*án van, esetleg még a könyökizületi tokon; a *caput humerale* kívül *caput ulnare* nem fordul elő a megvizsgált állatfajoknál, de a *caput humerale* lehet kettős húsevőkön, rágcsálókön vagy legyezőszerűen széjjeltérő (*Artiodaktylák*on).

A *m. pronator teres* a hajlítóizmokkal nem nőtt össze, legfeljebb érintkezik azokkal és helyeződése, eredési és tapadási viszonyai alapján működésüket támogatja.

Tapadása a radius középső harmadában dorsomedialisan van, magasabban vagy távolabb, mely utóbbi esetben hajlító működése kifejezettebb.

A radius és az ulna a patások embryoiban is egymás mellett fejlődik, pronatiós helyzetben való összenövése később következik be.

A m. pronator teres az intrauterinalis fejlődésnél izmosan jelenik meg, az extrauterinalis életben a passivhatású szövetelemek nagyobb mennyiségben alakulnak ki benne, ezért aktív működése alig számbavehető.

A lónál a könyökizület radialis oldalsó szalagához csatlakozik, melynek elülső szárában az esetek 30·8 %-ánál az inaskeg izomrostokat is foglal magában.

A m. pronator teres tehát úgy phylogeniai, mint ontogeniai nézőpontból öröklött és megmaradt tagja a skeletizomzatnak, mely ha működésen kívül áll, sem sorvad el és nem múlik el, hanem redukált és változott alakban továbbra is megjelenik; ezt a jelenséget, melyre az izomtanban több más helyen is találni példát, nevezte el Roux *allobiosis*nak.

Irodalom.

1. BONNET, Grundriss der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere. Berlin, 1891.
2. BRAUS, Anatomie des Menschen. I. Bd. Bewegungsapparat. Berlin, 1921.
3. BÜTSCHLI, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Berlin, 1912.
4. CHAUVEAU-ARLOING-LESBRE: Traité d'anatomie comparée. Tome I. Paris, 1903.
5. CUVIER, Leçons d'anatomie comparée. Sec. édit. Paris, 1835.
6. ELLENBERGER-BAUM, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. XVI. Auflage. Berlin, 1926.
7. FICK, Allgemeine Gelenk- und Muskelmechanik. Jena, 1910.
8. FROHSE-FRÄNKEL, Die Muskeln des menschlichen Armes. Jena, 1908.
9. GEGENBAUR, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. I. Leipzig, 1898.
10. KOLSTER, Über den M. pronator teres der Säugetiere. Anatomische Hefte 46/47. 1901.
11. KRAUSE, Die Anatomie des Kaninchens. II. Auflage. Leipzig, 1884.
12. LENHOSSÉK, Az ember anatómiája. I. kötet. Budapest, 1922.
13. MARTIN, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. I—IV. Bd. Stuttgart, 1912—1923.
14. Roux, Der züchtende Kampf der Teile oder die «Teilauslese» im

Organismus, zugleich eine Theorie der funktionellen Anpassung (1881). Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, 1. 1895.

15. SCHAUDER, Anatomische und metrische Untersuchungen über die Muskeln der Schultergliedmasse des Pferdes. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 71. H. 4/6. 1924.

16. SCHAUDER, Über Entwicklung und Rückbildung des Musculus pronator quadratus des Pferdes. Anatomischer Anzeiger. Bd. 61. 1926.

17. SCHMALTZ, Anatomie des Pferdes. Berlin, 1919.

18. STOSS, Anatomie und Kinematik der Gelenke der Pferdeextremitäten. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 69, H. 1—3. 1923.

19. SUSSDORF, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. I. Bd. Stuttgart, 1895.

20. ZIMMERMANN, Összehasonlító anatómiai vizsgálatok a ló elülső végtagjának újjnyujtóiról. Állattani Közlemények. 11. kötet. 1912.

21. ZIMMERMANN, Háziállatok anatómiája. II. kiadás. Budapest 1923.

22. ZIMMERMANN, A házinyl természetrajza. Budapest, 1927.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1928. évi febr. 13.-án tartott üléséből.)

ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE DES MUSCULUS PRONATOR TERES.

Von AUGUST ZIMMERMANN, k. Mitglied der Akademie.

Mit der zunehmenden Einstellung des Unterarmes als Stützorgan und zur lokomotorischen Leistung findet eine erhebliche Reduktion des Ellbogenbeins zu Gunsten der stärker beanspruchten Speiche statt, wobei die Beweglichkeit derselben in ihrer gegenseitigen Verbindung immer mehr schwindet. Diese Erscheinung veranlasst auch Umgestaltungen in der Muskulatur. Die Dreher des Unterarmes, bezw. des Radius um die Ulna, verlieren, infolge der aufgehobenen Beweglichkeit beider Knochen gegeneinander, ihre Funktion, was zu ihrer starken Rückbildung führt. Zu diesen Muskeln gehört auch der *M. pronator teres*, der jedoch trotz der aufgehobenen Beweglichkeit der beiden Unterarmknochen, embryonal angelegt wird und im wesentlichen zwar funktionslos geworden, doch muskulös oder in bandförmigen Überrest sowohl bei Nagetieren, wie auch bei Fleischfressern, ja sogar bei Huftieren erhalten bleibt. Diese Erscheinung, bei der fast nicht gebrauchte Organe an Stellen, wo sie nur geringe Konkurrenz um den Raum zu bestehen haben, sich längere Zeit erhalten können, nennt Roux *Allobiosis*.

Speiche und Ellbogenbein werden bei allen Säugetieren, auch beim Pferd, als gesonderte, relativ weit voneinander entfernte, ziemlich gleich starke Knorpelstücke nebeneinander veranlagt, doch bereits beim 10 cm langen Pferdeembryo (Scheitelsteisslänge) nähern sich die distalen Epiphysengegenden; die untere Ulnaepiphyse nimmt ab und bei 25 cm liegt sie ganz an der Radiusepiphyse, bis sie sich ihr ununterbrochen anschliesst

und mit ihr verschmilzt. Doch kommt es öfters vor, dass distale Ulnareste bei Pferden noch festgestellt werden können in Form von Knochenspangen, die bis über die distale Radiusepiphyse hinziehen.

Der gegenseitige Zusammenschluss der ursprünglich beweglich miteinander verbundenen Unterarmknochen zu einen starren Ganzen ist besonders bei Huftieren auffallend, bei Equiden und Wiederkäuern, doch auch bei den übrigen Huftieren (Suiden), Fleischfressern (Caniden, Feliden) und Nagetieren (*Oryctolagus*, *Lepus*, *Cavia*, Muriden) kommt es trotz der zeitweise beweglichen Verbindung des Antebrachialskelets zu keiner wirklichen Pronation und Supination. Bei Leporiden stellt sich nach Vollendung des Wachstums eine Synostosierung ein, wie bei dem Pferd und den Wiederkäuern. Die Lage der beiden Unterarmknochen bietet ebenso, wie ihre Stärke manche Unterschiede: der Radius liegt entweder vor der Ulna und verdeckt sie, oder sind beide nebeneinander gestellt, die Speiche medial, das Ellbogenbein lateral. Bei der Verbindung von Radius und Ulna wurde bei einem älteren Pferd die Verknöcherung des *Ligamentum transversum laterale* und *mediale ulnæ et radii* festgestellt.

Bei sämtlichen hier untersuchten Tierarten nehmen die Unterarmknochen eine *Pronationsstellung* ein, sodass eine pronierende Bewegung unnötig ist und auch wohl kaum vorkommt, da die Knochen gegeneinander nicht beweglich erscheinen; auch bei Carnivoren kommt keine Drehbewegung zustande. Der *M. pronator teres* bleibt dennoch erhalten, bei allen hier untersuchten Tierarten liess sich derselbe oder wenigstens ein Homologon desselben nachweisen. Der *M. pronator teres* ist also ein konstanter Muskel, der jedoch sehr verschiedene Grade in Bezug auf seine muskulöse Natur aufweisen kann. Sein Ursprung ist allein am *Epicondylus medialis* des Humerus befestigt, oder steht auch noch mit der Ellbogengelenkskapsel in Verbindung. Sein Anfang kann durch einen mehr-weniger tiefen Spalt in zwei Teile getrennt sein (Carnivora, Leporida) oder verbreitet sich dieser fächerartig aus (*Artiodaktyla*). Die Anheftungsstelle liegt im mittleren Drittel des Radius an der dorsomedialen Kante und Seite, in verschiedener Entfernung, Länge und Lage, bei

manchen umrollend, bei anderen schrägverlaufend und distal verbreitert. Die Innervation des M. pronator teres wird von 1—3 Ästen des Nervus medianus besorgt.

Der M. pronator teres legt sich bei den Huftieren muskulös an. Im intrauterinalen Leben erscheint er aus Muskelfasern bestehend und erst im extrauterinalen Leben nimmt unter Verlust der Muskelfasern das Bindegewebe zu, die straffen Sehnenfibrillenbündel verdrängen die Muskelemente. Beim Pferd ist der M. pronator teres für gewöhnlich sehnig, zuweilen besitzt er einige Muskelbündel. In seinem Verlauf gesellt er sich als oberflächliche Lage zum medialen Seitenband des Ellbogengelenks und befindet sich medial von den Kubitalgefäßen und den Nervus medianus. Muskelfasern sind in 30·8% der Fälle in diesem Sehnengebilde nachweisbar.

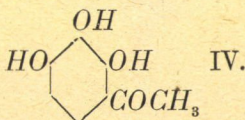
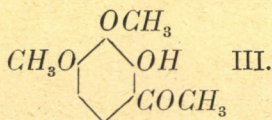
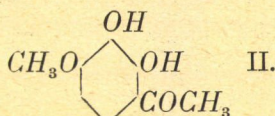
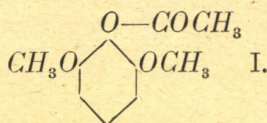
Des M. pronator teres erscheint in der Anlage vererbt beharrlich, trotz des Funktionsausfalles, an der medialen Seite des Ellbogengelenks, wo er räumlich wenig beengt wird, und bildet ein gutes Beispiel für die Allobiose dar.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Feber 1928.)

AZ ACYLGYÖK VÁNDORLÁSA AZ ACETYLDIMETHYLPYROGALLOLNÁL.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Előző, az aromás oxyketonok szintézisével,² szintűgy az allyldimethylpyrogallol³ intramolekuláris atomáthelyezkedésével foglalkozó munkáim folytatásaképpen újabban az acetyldimethylpyrogallol viselkedését is vizsgálat tárgyává tettem. Ha az acetyldimethylpyrogallolra 120 C°-on vízmentes zinkchloridet hagyunk hatni, úgy egy érdekes atomáthelyezkedés lép fel, amelynél nemcsak az acetylgyök vándorol a benzolmagba az ELJKMAN-féle reakció⁴ szerint, hanem egyidejűleg az egyik methylgyök is kilep a vegyületből.



¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem. II. számú kémiai intézetében készült dolgozat.

² F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie 115, 137 (1927); 115, 274 (1927); Mat. és Természettud. Értesítő 44. köt. 199. és 208. l.

³ F. MAUTHNER: Ann. der Chemie 414, 250 (1917); Journ. f. pr. Chemie 102, 36 (1921); Math. és Természettud. Értesítő 35. köt. 633. l.

⁴ I. F. ELJKMANN: Chemisch Weekblad 1, 453 (1904); CI. 1597. Chemisch Weekblad 2, 59 (1904) CI. 817 (1905).

KISÉRLETI RÉSZ.

A reakciót a következőképpen végezzük:

20 gr dimethylpyrogallolhoz 12 gr acetylkloridet adunk és egy negyed óra hosszát visszafolyó hűtőcsővel olajfürdőben 80 C°-ra hevítjük. A hőmérsékletet ezután 120 C°-ra fokozzuk és 6 gr porított vízmentes zinkkloridet adunk hozzá. A reakció rögtön megkezdődik és a lombikot még három óra hosszát ugyanazon hőmérsékleten tartjuk. A lehült reakcióelegyet négyszer, mindig 100 cm³ ætherrel a vízfürdőn egy fél óra hosszát extraháljuk. Az étheres kivonatot kétszer 10%-os nátronlúggal átrázuk és a lúgos oldatot hűtés közben hig kénsavval megsavanyítjuk. Az oldatot többször ætherrel kivonjuk és az ætheres oldatot vízmentes nátriumsulfáttal szárítjuk. Az æther lepárlása után visszamaradó olajat porcelláncészébe öntjük és egy napig állni hagyjuk. Ez idő alatt az olaj egy része kikristályosodik és ekkor az olajos részt a kristályokról leöntjük. A kristályokat 24 óra hosszát agyagtányéron szárítjuk ki. Termelés 1·5 gr. Ezután a terméket sok ligroinból kristályosítjuk át. A vegyület további tisztítása céljából a ketont háromszor meleg vízből kristályosítjuk át. A termék 132—133 C°-on olvad és összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult az A. G. PERKIN és WILSON¹ által előállított monomethylgallacetophonnal.

4·090 mg anyag adott: 8·890 mg CO₂ és 2·080 mg H₂O-t.

A C₉H₁₀O₄ képlet alapján a számított értékek: C=59·36%, H=5·49%.

Kísérletileg talált értékek: C=59·26%, H=5·64%.

Az acetylszármazék előállítására a vegyület 1 gr-ját 10 cm³ jégezetben oldjuk, 5 cm³ acetylkloridet adunk hozzá és egy fél óra hosszát a visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. A jégre öntött reakcióelegyet agyagtányéron szárítjuk és ligroinból kristályosítjuk át. Olvadáspontja 146—148 C°-on van,² mint azt a fentebbi kutatók ismertették.

3·670 mg anyag adott: 7·865 mg CO₂-t és 1·810 mg H₂O-t.

¹ Loc. cit.

² Loc. cit.

A $C_{13}H_{14}O_6$ képlet alapján a számított értékek: $C=58.64\%$,
 $H=5.26\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=58.44$, $H=5.46\%$.

A vegyület közelebbi jellemzése céljából, a még nem ismeretes p. nitrophenylhydrazont és a semicarbazont állítottam elő. 0.5 gr p-nitrophenylhydrazin ecetsavas oldatát (10 cm³ 50%-os) öntjük hozzá és rövid ideig hevítjük. Rövid idő múlva a hidrazon kiváltott és további tisztítás céljából alkoholból kristályosítjuk át. A vegyület 260 C°-ig hevítve nem olvad meg, hanem elszesenedik.

3.730 mg anyag adott: 0.45 cm³ nitrogént (14 C°, 721 mm).

A $C_{15}H_{15}O_5N_3$ képlet alapján a számított értékek: $N=13.24\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=13.43\%$.

1 gr ketont 20 cm³ alkoholban oldunk, 1 gr semicarbazidklorhydratot és 1.2 gr natriumacetatot kevés vízben oldva hozzáadunk és az elegyet három óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel a vízfürdön kevitjük. Ezután a reakcióelegyet sok vízzel elegyítjük és a kiváló semicarbazont alkoholból kristályosítjuk át.

3.305 mg anyag adott: 0.52 cm³ nitrogént (140, 725 mm).

A $C_{10}H_{13}O_4N_3$ képlet alapján számított érték: $N=17.57$.

Kísérletileg talált érték: $N=17.61\%$.

A semicarbazon 229–230 C°-on olvadó tüket képez, amelyek olvadás közben szétbomlanak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban, ellenben nehezen benzolban.

A fentebbi reakciónál még a következő vegyületeket sikerült elkülöníteni: A nátronlúggal átrázott ætherikus oldatot lepárolgatjuk, miáltal 4.2 gr változatlan acetyl-dimethylpyrogallolt nyerünk. Az ætherrel való extrakciónál 3.5 gr amorph oldhatatlan termék marad vissza. Ebben a kénsavreakció útján kismennyiségű cedrilet jelenlétet sikerült kimutatni. A keton szárítására használt agyagtányért összetörjük, ætherrel kivonjuk és az oldatot nátriumsulfáttal szárítjuk. Az oldószer lepárlása után visszamaradó olajat (8.2 gr) vacuumban destilláljuk, miközben a termék 12 mm nyomás alatt 142–155 C°-on megy át és rövid idő múlva megdermed. A vegyületből alkoholos oldatban egy pikratot nyertem, amely 61 C°-on olvadt, mint azt GRAEBE

és Hess¹ a dimethylpyrogallol pikrátjánál észlelték. Szintúgy a vegyület ecetsavas oldatban nátriumnitrit hatására cedriritet létesít. E viselkedése alapján a vegyület 1, 3-dimethylpyrogallol, mely a reakciónál az acetyldimethylpyrogallolból az acetylgyök lehasítása útján képződött. A fentebbi reakciónál keletkező keton szerkezetének megállapítása céljából a ketont ætheres oldatban fölös diazomethan hatásának tettem ki. 1 gr ketont 100 cm³ vízmentes ætherben oldunk, 10 cm³ nitrosomethylurethanból fejlesztett ætheres diazomethanoldattal elegyítjük és egy napig nedvességtől megóva állni hagyjuk. Az æther lepárlása után visszamaradó anyagot 20 cm³ 50%-os ecetsavban oldjuk, 1 gr p-nitrophenylhydrazin ecetsavas (20 cm³ 50%-os) oldatát elegyítjük hozzá és rövid ideig hevitjük. A hidrazon mihamar kiválott és további tisztítása céljából meleg alkoholból kristályosítjuk át. Oly. p. 205—206 C°.

4·519 mg anyag adott: 0·534 cm³ nitrogént (19 C° és 714 mm).

A $C_{16}H_{17}O_5N_3$ képlet alapján a számított érték: $N=12\cdot68\%$.
Kísérletileg talált érték: $N=12\cdot80\%$.

A szintetikus termékkel való összehasonlítás céljából DAVID és KOSTANECKI² adatai szerint gallacetophenonból dimethylsulfat segítségével a 3, 4-dimethylgallacetophenont állítottam elő, amely termék 78—79 C°-on³ olvadt meg. E ketonból a fentebbi módon előállított p-nitrophenylhydrazon 205—206 C°-on olvadt meg. A két preparátumot összekeverve, az olvadáspontmeghatározásnál nem mutatott olvadáspontesökkenést. A monomethylgallacetophenont igen egyszerű módon az általam legutóbb⁴ aromás oxyketonok ætherjeinek elszappanosítására megállapított kísérleti körülmények között gallacetophenonná alakíthatjuk át.

1 gr monomethylgallacetophenont 30 cm³ klorbenzolban oldunk, 5 gr vízmentes aluminiumkloridet adunk hozzá és egy óra hosszat hevitjük. Ezután a reakcióelegyet jégre öntjük és

¹ Ann. chem 340, 236.

² Ber. 36, 127 (1903).

³ A. G. PERKIN: Journ. chem. Soc. 47, 997.

⁴ Loc. Cit.

tömény sósavval megsavanyítjuk. Vízgőzdesztilláció útján a klorbenzolt a reakcióelegyből eltávolítjuk és a desztillációs lombik tartalmát a kihülés után megszűrjük. Az oldatból az oxyketont ætherrel kivonjuk, amely termék vízből való kristályosítás után 168 C°-on olvadt és összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a NENCKI és SIEBER-féle gallacetophenonnal.

A közönséges hőmérsékletnél lefolyó intramolekularis atomáthelyezkedést a következőképpen eszközöljük:

20 gr dimethylpyrogallolhoz és 12 gr acetylkloridhez óvatosan 6 gr porított vízmentes zinkkloridot adunk és a reakcióelegyet higanyelzárával négy hétig közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. Egész idő alatt a reakcióelegy folyós állapotban maradt. Ezután a reakcióelegyet előbb hidegen ætherrel, majd kevés alkohollal feloldjuk és a két oldatot elegyítjük. Az oldatot kétszer 10%-os nátronlúggal átrázzuk és hűtés közben híg kénsavval megsavanyítjuk. Az ætherrel kivont anyagot egész azon módon nyerjük, mint azt fentebb részletesen ismertettem a magasabb hőmérsékleten végzett kísérleteknél. Termelés 1·8 gr. A vegyület összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a 4-methylgallacetophenonnal.

4·145 mg anyag adott: 9·000 mg CO_2 -t és 2·180 mg H_2O -t.

A $C_9H_{10}O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C=59·34\%$, $H=5·49\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=59·24\%$, $H=5·84\%$.

A FRIES-féle atomáthelyezkedés eszközlése céljából szükséges kloracetodimethylpyrogallolt a következőképpen nyerjük: 50 gr dimethylpyrogallolt 60 gr kloracetylkloriddal négy óra hosszat olajfürdőben 135 C°-ra hevítünk és ezután vacuumban frakcionálva desztilláljuk, miközben a középső frakció 182—183 C°-on 15 mm nyomás alatt desztillál át. További tisztítás céljából benzol és ligroin keverékéből kristályosítjuk át. Olvadáspontja 65—66 C°.

0·1891 gr anyag adott: 0·3600 gr CO_2 -t és 0·0807 gr H_2O -t.

A $C_{10}H_{11}O_4Cl$ képlet alapján a számított értékek: $C=52·16\%$, $H=4·77\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=51·91\%$, $H=4·74\%$.

20 gr kloracetyldimethylpyrogallolt 80 gr porított alumíniumkloriddal 8 óra hosszat olajfürdőben 100 C°-ra hevítjük. A reakcióelegyet jégre öntjük, sósavval megsavanyítjuk, egy napi állás után leszűrjük és agyagtányéron szárítjuk ki. A terméket többször benzollal kivonjuk és az oldatot óvatosan ligroinnal elegyítjük. Mégegyszer benzol és ligroin keverékéből átkristályosítjuk és így a vegyület a klorgallacetophenonnal¹ egyezően 167—168 C°-on olvadt meg.

0.1606 g anyag adott: 0.2786 g C_2O -t és 0.0485 g H_2O -t.

$AC_8H_7O_4Cl$ képlet alapján a számított értékek: $C=47.52\%$, $H=3.46\%$.

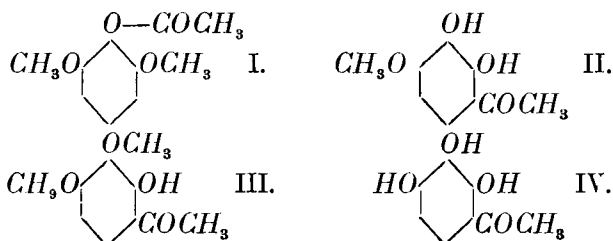
Kísérletileg talált értékek: $C=47.30\%$, $H=3.35\%$.

¹ NENCKI: Journ. der Russ. Phys. Ges. 25, 122.

ÜBER DIE WANDERUNG DER ACYLGRUPPE BEIM ACETYLDIMETHYLPYROGALLOL.

Von F. MAUTHNER.

In Fortsetzung meiner früheren Untersuchungen über die Synthese der aromatischen Oxyketone¹ und der Umlagerungsreaktionen des Allyldimethylpyrogallols² habe ich auch das Verhalten des Acetyldimethylpyrogallols in den Kreis der Untersuchungen gezogen. Lässt man auf Acetyldimethylpyrogallol (I) geschmolzenes Zinkchlorid bei 120° einwirken, so erfolgt eine interessante Umlagerung, wobei nicht nur die Acetylgruppe in den Benzolkern wandert nach Art der ELJKMANSCHEN³ Reaktion, sondern auch eine Methylgruppe gleichzeitig aus der Verbindung austritt.



Es entsteht der Monomethylgallacetophenon (II), eine Verbindung, die schon früher von A. G. PERKIN und WILSON⁴ durch

¹ F. MAUTHNER: Journ. für prakt. Chemie 115, 137 (1927); 115 274 (1927).

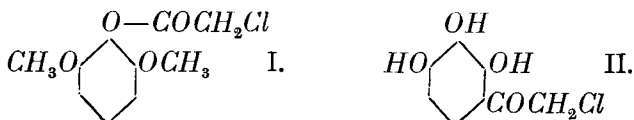
² F. MAUTHNER: Ann. der Chemie 414, 250 (1917); Journ. für prakt. Chemie 102, 36 (1921).

³ I. F. ELJKMAN: Chemisch Weekblad 1, 453 (1904); C. I. 1597 (1904); Chemisch Weekblad 2, 59 (1904); C. I. 817 (1905).

⁴ Journ. Chem. Soc. 83, 129 C. 1903 89, 466.

Methylierung des Kaliumsalzes des Gallacetophenons von NENCKI und SIEBER dargestellt worden ist. Der Konstitutionsnachweis konnte auf folgender Weise durchgeführt werden. Durch Einwirkung von überschüssigem Diazomethan in ätherischer Lösung auf das Monomethylgallacetophenon (II) entstand das Dimethylgallacetophenon (III),¹ welches schon von A. G. PERKIN durch Alkylierung des Gallacetophenons dargestellt wurde. Da diese Verbindung Orthokondensationsprodukte liefert, so haften mit Sicherheit die Methylgruppen an den 3-, 4-Hydroxylgruppen. Desgleichen konnte das Monomethylgallacetophenon (II) unter den vor Kurzem von mir ausgearbeiteten Versuchsbedingungen² durch Aluminiumchlorid auf den in Chlorbenzol gelöstem Aether sehr glatt in das Gallacetophenon von NENCKI und SIEBER übergeführt werden (IV).

Weitere Versuche zeigten, dass die Umlagerung auch bei gewöhnlicher Temperatur erfolgt und bei mehrwöchentlicher Einwirkung von Zinkchlorid auf das Acetyldimethylpyrogallol dieselbe Verbindung das 4-Methylgallacetophenon (II) entsteht. Bei der bekannten grossen Beständigkeit der Phenoläther ist diese Reaktion äusserst überraschend, wo bei gewöhnlicher Temperatur schon durch Zinkchlorid eine Methylgruppe abgespalten wird. Bei der Untersuchung der FRIES'schen³ Umlagerung lieferte das Dimethylpyrogallol mit Chloracetylchlorid das Chloracetyldimethylpyrogallol (I):



welches durch Aluminiumchlorid bei 100° durch gleichzeitige Abspaltung von zwei Methylgruppen in das Chlorgallacetophenon (II) überging.

¹ Journ. Chem. Soc. 47, 997.

² Dies Journ. 115, 138 (1927).

³ FRIES und FINK: Ber. 41, 4271.

A DIOXYMETHYLENGYÜRŰ SZÉTBONTÁSA.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A dioxymethylengyűrű igen elterjedt atomcsoportozat a különböző növényi anyagokban, ezért minden újabb eljárás, amely módot nyújt szétbontására, hogy kényelmes módon juthassunk a törzsvegyületekhez érdeklél bír. Már az első kutatók, akik ez atomcsoportozat szétbontásával foglalkoztak így FITTIG² és tanítványai a savakkal való hidrolýsist eszközölték, amely reakció nem megy símán, mert e folyamatnál képződő formaldehyd épp a polyhydroxyltartalmú vegyületekre igen könnyen hat kondenzációstermékek létesítése közben. Analytikai célokra ez eljárást javították TOLLENS³ és munkatársai azzal a műfogás alkalmazásával, hogy phloroglucint adtak a reakcióelegyhez a képződő formaldehyd lekötésére. Újabban SPÄETH és QUIETENSKY⁴ foglalkoztak e kérdéssel, ők präparatív célokra alkalmazták ez eljárást és resorcint használtak a formaldehyd lekötésére. A többi e célra ajánlott eljárások közül a phosphorpentakloriddel eszközölt bontás csak egy esetben bír gyakorlati fontossággal a protocatechualdehydnek előállításánál piperonalból. A magnesium-organikus vegyületek hatására a dioxymethylengyűrűből legnagyobbrészt phenolætherek keletkeznek. Azok a kitünő eredmények, amelyeket a röviddel azelőtt általam⁵ kidolgozott kísér-

¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² FITTIG und REMSEN: Ann chem. 159, 139 (1871).

³ A. 299, 316 (1898); Ber. 32, 2891 (1891).

⁴ Ber. 60, 1882 (1927).

⁵ Journ. für prakt. chemie 116, 321 (1927).

leti körülmények között eszközölt szétbontása az aromás oxyketonok ætherjeinek szolgáltatott, arra indítottak, hogy a dioxy-methylengyürü szétbontását is vizsgálataim körébe vonjam. Mint e munkálatok kimutatták, ha e atomcsoportozatot tartalmazó vegyületeket klorbenzolban oldjuk és aluminiumkloridat hagyunk hatni rá, akkor igen síma módon szétbomlanak. Ez úton acetopiperon a fenti kísérleti körülmények között acetopyrocatechiné alakult át. Ha piperonylsavat chlorbenzolban oldjuk és aluminiumchlorid hatásának tesszük ki úgy protocatechusav képződik. Szintúgy e kísérletek a pyrocatechin o. carbonsav egy új előállítás módjához is vezettek. A pyrocatechin o. carbonsav eddig, mint melléktermény képződött a protocatechusav előállításánál a SENNHOFER- és BRUNNER-féle szintézis szerint pyrocatechinből és ammoniumcarbonatból. Az ipar által igen nagy tisztaságban előállított gnajacol o. carbonsav klorbenzolos oldatban aluminiumklorid hatására pyrocatechin o. carbonsavvá alakul át.

KISÉRLETI RÉSZ.

Acetopyrocatechin.

Az alábbi kísérletekhez szükséges acetopiperont¹ előbbi adataim szerint állítottam elő.

3 g acetopiperont 30 cm³ vízmentes klorbenzolban oldunk, 10 g porított aluminiumkloridat adunk hozzá és egy óra hosszat visszafolyó hűtőcsővel hevítjük. Ezután a reakcióelegyet jégre öntjük és tömény sósavval megsavanyítjuk. A klorbenzolt a reakcióelegyből másfél órát tartó vízgőzdesztilláció útján távolítjuk el. Az oldatot még melegen szűrjük és kihülése után ætherrel többször kivonjuk. Az ætheres oldatot vízmentes nátriumsulfáttal szárítjuk és az oldószert lepárolgatjuk. A visszamaradó olaj mihamar megdermed és további tisztítás céljából kétszer meleg vízből kristályosítjuk át miközben csontszénnel színtelenítünk. Termelés 1.2 g. A vegyület 116 C°-on olvad meg előző irodalmi adatokkal² egyezően.

¹ Journal für prakt. Chemie 116, 321 (1927).

² Ber 27, 1989 (1894).

20·070 mg anyag adott 46·485 mg CO_2 -t és 9·570 mg H_2O -t.

A $C_8H_8O_3$ képlet alapján a számított értékek: $C=63\cdot20\%$,
 $H=5\cdot20\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=63\cdot12\%$, $H=5\cdot24\%$.

Protocatechusav.

3 g Piperonylsavat 50 cm^3 klorbenzolban oldunk és 10 g poritot alumíniumkloridet adunk hozzá. Ezután a reakcióelegyet jégre öntjük és a fentebb ismertetett módon különítjük el. Termelés 2·2 g. Meleg vízből kristályosítjuk át és csontszénnel szintelenítünk. A vegyület 202—203 C° -on¹ olvad és összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a protocatechusavval.

4·101 mg anyag adott: 8·200 mg CO_2 -t és 1·456 mg H_2O .

A $C_7H_6O_4$ képlet alapján a számított értékek $C=54\cdot54\%$,
 $H=3\cdot89\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C=54\cdot52\%$. $H=3\cdot94\%$.

o. Protocatechusav,

A reakcióhoz alkalmazunk: 3 g gnajacol o. carbonsavat, 50 cm^3 klorbenzolt és 10 g alumíniumkloridet. A reakcióelegyet egy óra hosszat hevítjük és a fenti módon különítjük el, miáltal 1·3 g o. protocatechusavat nyerünk. A termék további tisztítása céljából meleg vízből kristályosítjuk át és csontszénnel szintelenítjük. Olv. p. 204 C° .²

3·911 mg anyag adott: 7·810 mg CO_2 -t és 1·400 mg H_2O -t.

Kísérletileg talált értékek: $C=54\cdot54\%$, $H=3\cdot89\%$.

A $C_7H_6O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C=54\cdot46$,
 $H=3\cdot96\%$

¹ Loc cit.

² MILLER: Ann. 220, 116 (1882).

ÜBER DIE AUFSPALTUNG DES DIOXYMETHYLEN- RINGES.

Von F. MAUTHNER.

Der Dioxymethylenring ist in den Pflanzenstoffen eine sehr verbreitete Atomgruppierung, deshalb ist jede Verbesserung seiner Aufspaltung von Interesse um bequemer Weise zu den Grundkörpern zu gelangen. Schon die ersten mit dieser Atomgruppe sich beschäftigenden FORSCHER wie FITTIG¹ und Mitarbeiter wandten die Spaltung mit Säuren an, eine wenig glatt verlaufende Reaktion, da das bei der Spaltung entstehende Formaldehyd eben auf Polyhydroxylhaltige Verbindungen sehr leicht unter Bildung von Kondensationsprodukten einwirkt. Für analytische Zwecke wurde dieses Verfahren verbessert von TOLLENS² und seinen Schülern die den Kunstgriff anwandten, dass sie Phloroglucin dem Reaktionsgemisch zusetzten zur Abfangung des entstehenden Formaldehyds. In neuerer Zeit beschäftigten sich mit diesem Gegenstande SPAETH und QUIETENSKY³ und haben dieses Verfahren für präparative Zwecke verwertet und verwendeten Resorcin zur Bindung des Formaldehyds. Von den sonstigen zur Aufspaltung vorgeschlagenen Verfahren erlangte die Spaltung mit Phosphorpentachlorid⁴ nur in einem Falle bei der Darstellung des Protocatechnaldehyds aus Piperonal präparative Wichtigkeit. Die magnesiumorganischen Verbindun-

¹ FITTIG u. REMSEN: Ann. chem. 159, 139 (1871).

² An. 299, 316 (1898); Ber. 32, 2841 (1899).

³ Ber. 60, 1882 (1927).

⁴ PAULY: B. 40, 3096 (1907); BARGER: Soc. 93, 563 (1908). Vergl. auch M. OBERLIN: Arch. Pharm. 265, 256.

gen wirken auch spaltend¹ auf die Dioxymethylengruppe, wobei grösstenteils einseitig substituirte Aether entstehen. Die sehr günstigen Resultate die ich vor Kurzem² mit den für die Entalkylierung von Aether der aromatischen Oxyketone ermittelten Versuchsbedingungen erhalten habe veranlassten mich, auch die Spaltung der Dioxymethylengruppe in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Es zeigte sich, dass diese Atomgruppierung durch Lösen des Aethers in Chlorbenzol und Einwirkung von Aluminiumchlorid in sehr glatter Weise gespalten wird. So entstand aus dem Acetopiperon unter den obigen Versuchsbedingungen das Acetobrenzcatechin. Die Piperonylsäure in Chlorbenzol gelöst wird durch Aluminiumchlorid glatt zu Protocatechusaure verseift. Ausser diesen Versuchen habe ich eine neue Darstellungsweise der Brenzcatechin o. carbonsäure ausgearbeitet, welche Verbindung bisher als Nebenprodukt bei der Darstellung der Protocatechusaure nach der SENNHOFER- und BRUNNERSchen Synthese bei der Einwirkung von Ammoncarbonat auf Brenzcatechin entsteht. Die von der Technik in grosser Reinheit gelieferte Guajacol o. carbonsäure geht in chlorbenzolischer Lösung durch Aluminiumchlorid in Brenzcatechin o. carbonsäure über.

¹ SPÄTH: Monatshefte für Chemie 35, 327 (1914).

² F. Mauthner Journ. für prakt Chemie 115, 139 (1927).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 13. Febr. 1928.)

A DIALKYLRESORCINEKKEL VÉGZETT KETON SZINTÉZISEKRŐL.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

A dialkylresorcinekkal eszközölt FRIEDEL és CRAFTS-féle ketonszintézisekről az irodalomban igen ellentmondó adatokat találunk feljegyezve. Így CLAUS és HUTH² adatai szerint acetylkloridnak alumíniumklorid jelenlétében diethylresorcinnre való hatásakor egy új resacetophenon képződik. Az elmélet szerint a resorcinnből levezethető három isomer monoacetoresorcinn közül eddig kettő ismeretes. A NENCKI és SIEBER³ által felfedezett asszimetriás származék, amely vegyület resorcinnből jégecetnek és zinkkloridnak e vegyületre való együttes hatásakor képződik. Rövid ideje,⁴ hogy a szimmetriás vegyület szintézisét eszközölttem. ELJEMAN⁵ adatai szerint a CLAUS és HUTH-féle vegyület nem monoacetoresorcinn, hanem azonos a diacetoresorcinnel, amely vegyületet ugyanezen kutató diacetylresorcinnből zinkchlorid hatására való intramolekuláris atomathelyezkedés útján állított elő. CLAUS és HUTH adatainak felülvizsgálatára az a kísérlet indított, melyet egy alkalommal azért végeztem, hogy szintézisek céljaira, dimethylresorcinnből, az asszimetriás resacetophenon dimethylætherjét ellítsam elő. SACHS és HEROLD⁶ adatai szerint e vegyü-

¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. számú chemiai intézetében készült dolgozat.

² Journ. pr. Ch. [2] 53, 39 (1896) Richter-Auschütz Chemie der Kohlenstoffverbindungen II. 318 (1913).

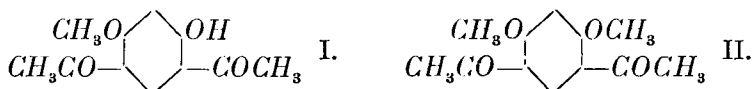
³ Journ. pr. Ch. [2] 23, 147, 537 (1881).

⁴ Journ. pr. Chemie 115, 274 (1927).

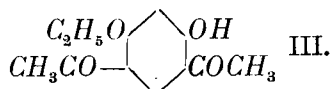
⁵ Chem. Weekblad 2, 59 (1904).

⁶ Ber. 40, 2714 (1907).

let előáll acetylkloridnek aluminiumklorid jelenlétében dimethylresorcinnre való hatásakor. Közlebbi kísérleti adatokat e munka nem tartalmaz. Az általam választott kísérleti körülmények között nem acetyldimethylresorcinn, hanem két más vegyület képződött. E reakciónak beható tanulmányozása azon eredményhez vezetett, hogy egy molekula acetylkloridnak és egy mol. aluminiumkloridnak, egy mol. dimethylresorcinnra való hatásakor az asszimetriás monoacetodimethylresorcinn képződik. Ha két molekula acetylkloridet és aluminiumkloridet hagyunk egy molekula dimethylresorcinnra hatni, akkor két vegyület képződik, egy lúgban oldható és egy lúgban oldhatatlan. A vegyületeknek közlebbi vizsgálata kimutatta, hogy e két termék azonos az ELJKMAN¹ által előállított diacetoresorcinnel. A lúgban oldható termék (I) monomethylætherje a diacetoresorcinnak:



A lúgban oldhatatlan (II.) vegyület a diacetoresorcinn dimethylætherje. Mivel CLAUS és HUTH kísérleteiket a diæthylresorcinnal végezték, ezért a fentebbi kísérleteket a diæthylresorcinnal is megismételtem. GATTERMANN, EHRHARDT és MAISCH² molekuláris mennyiségű acetylkloridnek és aluminiumkloridnak diæthylresorcinnre való hatásakor az asszimetriás monoacetodiæthylresorcinnal állították elő. Két molekula acetylkloridnak és két mol. aluminiumkloridnak egy mol. diæthylresorcinnra való hatásakor csak egy lúgban oldható vegyület képződött, amely azonosnak bizonyult az ELJKMAN által előállított æthyldiacetoresorcinnal (III):



¹ I. F. ELJKMAN Chem. Weekblad 2, 59 (1904). Chem. Centralblatt I, 817 (1905).

² Ber. 23, 1207 (1890).

Egy savmaradéknak beléptét a két hydroxylgyök közé a resorcinnél, így a vicinális származék képződését, csak legutóbb észlelték¹ a fahéjsav és a phenylpropionsav kloridjainál.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

20 gr resorcindimethylætert 80 cm³ száraz szénkénegeben feloldunk és 30 gr acetylchloridet adunk hozzá. Ezután egy fél óra leforgása alatt 40 gr porított aluminiumchloridet adunk hozzá, miközben a reakcióelegyet hideg vízzel jól hűtjük. A lombikot egy óra hosszat hideg vízben állni hagyjuk és ezután 5 percig a vízfürdőn hevítjük. A szénkéneget ezután leöntjük és a reakciós elegyet ugyanezzel az oldószerrel többször kimossuk. A visszamaradó terméket sok jéggel szétbontjuk és tömény sósavat adunk hozzá. A reakciós terméket ezután leszűrjük, vízzel jól kimossuk és agyagtányéron szárítjuk ki. Termelés 19 gr. A nyersterméket 150 cm³ 10%-os nátronlúggal 70—80 C°-ra hevítjük, ezután megsűrjük és vízzel jól kimossuk. A szűrlét híg kénsavval megsavanyítjuk és a kivállott terméket alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 8 gr. A lúgban oldhatatlan részt alkoholból kristályosítjuk át és csontszénnel szintelenítjük. Termelés 5 gr.

A lúgban oldható rész 121—122 C°-on olvadt ELJMAN² adataival egyezőleg. Így a lúgban oldható vegyület a diaceto-resorcin monomethylæterje (I).

12·520 mg anyag adott: 50,230 mg CO₂-t és 11,660 mg H₂O-t.

A C₁₁H₁₂O₄ képlet alapján a számított értékek: C = 63·5%, H = 5·8%.

Kísérletileg talált értékek: C = 63·69%, H = 6·01%.

A dioxim előállítására 1 gr ketont 20 cm³ alkoholban oldunk és 1·8 gr hydroxylaminchlorhydrátból meg 1·8 gr nátriumbicarbonátból készített hydroxylaminoldatot elegyítünk hozzá. Az oldatot három óra hosszat vízfürdőn visszafolyó hűtőcsővel

¹ SIMONIS u. LEAR: Ber. 59, 2908 (1926).

² Loc. cit.

hevítjük és ezután sok vízbe öntjük, miközben az oxim kivá-
lott. A terméket leszűrjük, vízzel jól kimossuk és további tisztítás céljából alkoholból kristályosítjuk át. A dioxim EIJKMAN¹ adataival egyezően 273—274 C°-on olvadt meg.

8,020 mg anyag adott: 0·76 cm³ nitrogént (19 C°, 729 mm).

A $C_{11}H_{14}O_4N_2$ képlet alapján a számított érték: $N=11\cdot76\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=11\cdot83\%$.

A lúgban oldhatatlan rész 171—172 C°-on olvadt és azonosnak bizonyult a diacetoresorcin dimethylætherjével.²

21·450 mg anyag adott: 50,860 mg CO_2 és 12,230 mg H_2O -t.

A $C_{12}H_{14}O_4$ képlet alapján a számított értékek $C=64\cdot8\%$,
 $H=6\cdot3\%$.

A kísérletileg talált értékek: $C=64\cdot67\%$, $H=6\cdot33\%$.

A diketonból a fentebbi módon előállított dioxim 255—256 C°-on³ olvadt.

7·100 mg anyag adott: 0·72 cm³ nitrogént (17 C° 722 mm).

A $C_{12}H_{16}O_4N_2$ képlet alapján a számított érték: $N=11\cdot1\%$.

Kísérletileg talált érték: $N=11\cdot18\%$.

Molekuláris mennyiségű acetylklorid és aluminiumkloridnak dimethylresorcinra való hatásakor monoacetoresorcin képződik.

20 gr resorcinból, 80 cm³ szénkénegből, 13 gr acetylkloridból és 20 gr aluminiumkloridból a fentebbi módon előállított reakciós terméket jéggel és sósavval szétbontjuk. A reakciós terméket ætherrel kivonjuk, az oldószert ledesztilláljuk és a visszamaradó terméket vízgőzzel desztilláljuk. Ezután a lombik tartalmát ætherrel kivonjuk és az oldatot klorcalciummal szárítjuk. Az oldószert lepárlása után visszamaradó terméket vacuumban desztilláljuk, miközben legnagyobb része 12 mm nyomás alatt 163—165 C°-on desztillált át. Termelés 13 gr. Olvadási pont⁴ 40 C°. Az ætherben oldhatatlan részt 10%-os

¹ Loc. cit.

² EIJKMAN loc. cit.

³ Loc. cit.

⁴ Loc. cit.

nátronlúggal kifőzzük, vízzel kimossuk és alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 0·3 gr. A vegyület 171—172 C°-on olvadt és azonosnak bizonyult a diacetoresorcin dimethylætherjével.

20 gr resorcindiaethylætherből, 80 cm³ szénkénegből, 30 gr acetylkloridból és 35 gr aluminiumkloridból a fenti módon előállított reakciós terméket agyagtányéron szárítjuk ki. Termelés 16·4 gr. A termék további tisztítása céljából előbb alkoholból aztán ligroinból kristályosítjuk át. A vegyület teljesen oldódik lúgban. A vegyület 109 C°-on olvadt és azonosnak bizonyult a diacetoresorcin monoethylætherjével.¹

3,950 mg anyag adott: 9,360 mg CO₂ és 2,235 mg H₂O-t.

A C₁₂H₁₄O₄ képlet alapján a számított értékek: C = 64·8%, H = 6·3%.

Kísérletileg talált értékek: C = 64·6%, H = 6·28%.

¹ Loc. cit.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1928. évi június hó 4.-én tartott üléséből.)

ÜBER DEN VERLAUF DER KETONSYNTHESEN BEI DEN DIALKYLRESORCINEN.

Von F. MAUTHNER.

Über den Verlauf der FRIEDEL und CRAFT'schen Keton-synthesen bei den Dialkylresorcinen sind sehr widersprechende Angaben in der Litteratur vorhanden. So haben CLAUS und HUTH¹ angegeben, dass bei der Einwirkung von Acetylchlorid auf Diethylresorcin bei Gegenwart von Aluminiumchlorid ein neues Resacetophenon entsteht. Von den nach der Theorie möglichen drei Isomeren Monoaceto-resorcinen sind bisher zwei bekannt geworden. Die von NENCKI und SIEBER² entdeckte assymetrische Verbindung, welche bei der Einwirkung von Eisessig und Zinkchlorid auf Resorcin entsteht. Vor Kurzem habe ich die Synthese der symmetrischen Verbindung³ durchgeführt. EILKMANN⁴ gab schon an, dass die Verbindung von CLAUS und HUTH kein Monoaceto-resorcin ist, sondern identisch ist mit dem Diaceto-resorcin, welches er bei der Umlagerung des Diacetyl-resorcins durch Zinkchlorid erhielt. Veranlassung zur Nachprüfung der Angaben von CLAUS und HUTH gab ein Versuch wo ich für synthetische Zwecke den Dimethyläther des assymetrischen Resacetophenons benötigte. SACHS und HEROLD⁵ gaben

¹ Journ. für pr. Chemie [2] 53, 39 (1896) RICHTER-AUSCHÜTZ: Chemie der Kohlenstoffverbindungen II. 318 (1913).

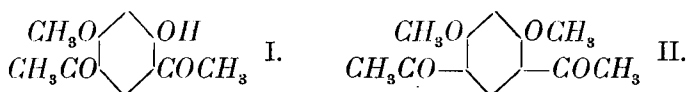
² Journ. für pr. Chemie [2] 23, 147, 537 (1881).

³ Journal für pr. Chemie [2] 115, 274, (1927).

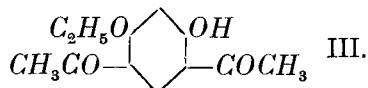
⁴ Chem. Weekblad 2, 59 (1904).

⁵ Ber. 40, 2714 (1907).

an, dass diese Verbindung bei der Einwirkung von Acetylchlorid bei Gegenwart von Aluminiumchlorid auf Dimethylresorcin entsteht. Keine näheren experimentellen Angaben sind in dieser Arbeit angegeben. Unter den von mir gewählten Versuchsbedingungen entstand kein Acetodimethylresorcin, sondern zwei andere Verbindungen. Die eingehende Untersuchung der Reaktion stellte dann fest, dass bei Einwirkung von 1 Mol. Acetylchlorid und 1 Mol. Aluminiumchlorid auf 1 Mol. Dimethylresorcin der assymetrische Monoacetodimethylresorcin entsteht. Wendet man zwei Moleküle Acetylchlorid und Aluminiumchlorid auf 1 Molekul Dimethylresorcin an, so entstanden zwei Verbindungen, eine alkalilösliche und eine alkaliunlösliche. Die nähere Untersuchung ergab, dass diese beiden Verbindungen identisch sind mit dem von ELJKMANN¹ dargestellten Diacetoresorcinen. Die alkalilösliche Verbindung (I) ist der Monomethyläther des Diacetoresorcins:



Die alkaliunlösliche (II) Verbindung dagegen ist der Dimethyläther des Diacetoresorcins. Da CLAUS und HUTH ihre Versuche mit dem Diäthylresorcin durchführten, so wurde obige Synthese auch mit dem Diäthylresorcin durchgeführt. GATTERMANN, EHRHARDT und MAISCH² haben bei der Einwirkung von molekularen Mengen von Acetylchlorid und Aluminiumchlorid auf Diäthylresorcin das assymetrische Monoacetodiäthylresorcin erhalten. Bei der Einwirkung von 2 Mol. Acetylchlorid und 2 Mol. Aluminiumchlorid auf 1 Mol. Diäthylresorcin entstand nur eine alkalilösliche Verbindung, die mit dem von ELJKMAN dargestellten Aethyldiacetoresorcin (III) sich



¹ I. F. ELJKMAN: Chem. Weekblad 2, 59 (1904); Chem. Centralblatt I. 817 (1905).

² Ber. 23, 1207 (1890).

identisch erwies. Eintritt eines Saurerestes zwischen den beiden Hydroxylen des Resorcins, also die Bildung der vicinalen Verbindung ist bisher nur beim Zimmtsäurechlorid und beim Phenilpropionsäurechlorid vor Kurzem¹ beobachtet worden.

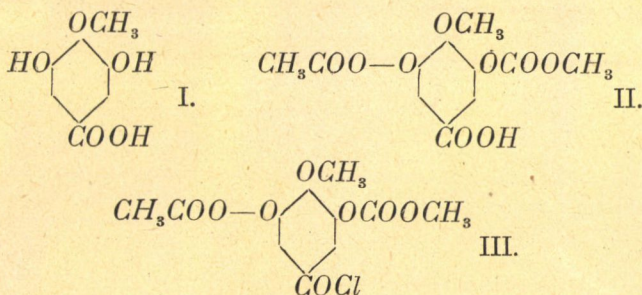
¹ SIMONIS u. LEAR: Ber. 59, 2908 (1926).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der
Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

EGY ÚJ GALLUSALDEHYD SZINTÉZISE.¹

MAUTHNER NÁNDOR-tól.

Hosszabb idő óta foglalkozom a pyrogalloltól leszármaztatható érdekes gallusaldehidek szintézisével, amelyek különböző növényi anyagok szétbontásánál állanak elő. Így az általam szintézis útján előállított trimethylgallusaldehydet² az elemicinnek ozonnal való elbontásakor észlelték. A dimethylpyrogallolnak kondenzációjakor mesoxalsavdiathylesterrel és ezt követő oxydációkor előálló syringaaldehydet³ a syringin nevű glykosida oxydáció útján való szétbontásakor észlelték. Mindezen vegyületek anyatestét a gallusaldehydet,⁴ ROSEN MUND saját módszere szerint a tricarbomethoxygallussavkloridnek katalytikus redukcioja útján állította elő. Ismeretlen még eddig a 4-methylgallussavból (I) indultam ki, amely vegyületet HERZIG és POLLÁK diazomethannak gallussavmethylesterre való hatásakor állítottak elő. A monomethylgallussav lúgos közegben klorszénsavasmethyl hatására



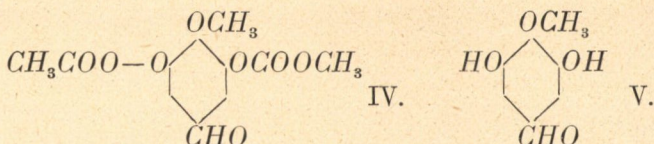
¹ A budapesti Pázmány Péter tud. egyetem II. sz. kémiai intézetében készült dolgozat.

² F. MAUTHNER: Ber. 41, 920 (1908).

³ F. MAUTHNER: Ann. 395, 273 (1913).

⁴ ROSEN MUND: Ber. 51, 594 (1918).

dicarbomethoxymonomethylgallussavvá (II.) alakul át. Phosphor-pentachlorid segélyével e vegyületből a dicarbomethoxymonomethylgallussavchlorid képződik (III.). E klorid katalytikus redukciójakor hidrogénáramban fémes palladium jelenlétében a dicarbomethoxymonomethylgallusaldehyddé (IV.) alakul át. Híg nátronlúg hatására hidrogénáramban a dicarbomethoxyvegyület



4-monomethylgallusaldehyddé (V.) szappanosodik el.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

3, 5-Dicarbomethoxy 4-monomethylgallussav. A fentebbi vegyület előállításához szükséges 4-monomethylgallussavat kezdetben GRÆBE és MARTZ¹ adatai szerint gallussavmethylesternek dimethylsulfattal való methylezése útján állítottam elő, ez eljárást azonban az igen kis termelés miatt el kellett hagynom. Sokkal jobb eredményeket szolgáltatott a gallussavmethylesternek alkylációja diazomethan segélyével HERZIG és POLLÁK² adatai szerint. E módon előállított estert a további tisztítás céljából benzolból kristályosítjuk át. Ez esternek elszappanosítása útján híg nátronlúggal előálló savat vízből kristályosítjuk át és így a sav 241—242 C°-on olvadt meg.

4.7 gr monomethylgallussavat feloldunk 77 cm³ n. nátronlúgban és hűtőkeverék segélyével az oldatot megfagyásig hűtjük le. Ezután 4.7 gr klorszénsavas methylt, három részletben, 15 perc alatt folytonos erős rázás és jó hűtés közben hozzáadagolunk. Hogy a vegyület carbomethoxylálását biztosan befejezzük, még egyszer jó hűtés közben 12.8 cm³ 2. n. nátronlúgot adunk hozzá, meg 2.4 gr klorszénsavval methylt és 15 percig erősen összerázzuk. Ezután 55 cm³ 2. n. kénsavval az oldatot megsavanyítjuk. A reakciósedényeknek üvegpálcikával való dörzsölésekor a sav rögtön megdermed, rövid ideig jeges

vízben való állás után leszűrjük és vízzel jól kimossuk. A vegyületet kevés meleg acetonnal oldjuk, esontszénnel színtelenítjük és a beálló zavarosodásig vízzel elegyítjük, miáltal a kristályosodás megkezdődik.

4,055 mg anyag adott: 7,135 mg CO_2 és 1,540 mg CO_2 -t.

A $C_{12}H_{12}O_9$ képlet alapján a számított értékek: $C = 48\cdot00\%$, $H = 4\cdot00\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 47\cdot96\%$, $H = 4\cdot21\%$.

A vegyület színtelen tűkben kristályosodik, amelyek $120-121\text{ C}^\circ$ -on olvadnak. A vegyület alkoholos oldata vaskloriddal nem ad színreakciót. A vegyület könnyen oldódik acetonnal és alkoholban.

3, 5-dicarbomethoxy-4-monomethylgallussavklorid.

15 gr finomra porított dicarbomethoxymonomethylgallussavat 50 cm^3 vízmentes kloroformmal öntünk le, előbb hidegen $11\cdot5$ gr porított phosphorpentakloridet adunk hozzá, majd 5 percig a vízfürdőn hevítjük. A frakcionáló lombik elvezető csövét egy klorcalciumcsővel látjuk el a külső nedvesség behatolásának meggátolására. Ezután az illó termékeket vacumban 40 C° hőmérsékleten eltávolítjuk és a visszamaradó anyagot 300 cm^3 meleg ligroinból kristályosítjuk át. Rövid ideig a terméket jeges vízben állni hagyjuk, miáltal az kikristályosodik. Termelés $13\cdot5$ gr.

A kloridet még egyszer ligroinból kristályosítjuk át, miáltal az színtelen tűkben válik ki, amelyek $58-59\text{ C}^\circ$ -on olvadnak.

0·2105 gr anyag adott: 0·0938 gr $AgCl$ -t.

A $C_{12}H_{11}O_8Cl$ képlet alapján a számított érték: $C = 11\cdot14\%$.

Kísérletileg talált érték: $Cl = 11\cdot02\%$.

3, 5-Dicarbomethoxy-4-monomethylgallusaldehyd.

5 gr kloridet feloldunk 15 cm^3 vízmentes toluolban, 2 gr palladiumbaryumsulfat katalyzatort adunk hozzá és 7 óra hosszat egy erős száraz hidrogénáramot bocsátunk a reakcióelegyen keresztül, miközben a reakciós folyadék hőmérsékletét állandóan olajfürdő segítségével 110 C° -on tartjuk. Ezután a katalyzá-

tort egy ráncos szűrőn leszűrjük és többször meleg benzollal jól kimossuk. Az egyesített oldatokat vacuumban 40 C° -on bepárologatjuk és a visszamaradó terméket vacuumban kénsav felett szárítjuk ki. Termelés 70%. A carbomethoxyszármazékot nem tisztítjuk tovább, hanem az alábbi módon szappanosítjuk el.

3, 5-Dioxy 4-methoxybenzaldehyd.

12·3 gr Dicarbomethoxymonomethylgallusaldehydet 100 cm^3 alkoholban oldunk és egy három nyílású WouLF-féle palackba öntjük. Miután a levegőt hidrogénnel gondosan kiszorítottuk, $86\cdot5\text{ cm}^3$ 2 n. nátronlúgot óvatosan hozzácepegtetünk, miközben jeges vízzel hűtjük a reakcióelegyet. A palackot közönséges hőmérsékleten egy óra hosszat állni hagyjuk, miközben folyton hidrogént vezetünk át rajta. Ezután a reakcióelegyet hűtés közben 90 cm^3 2 n. kénsavval elegyítjük és a folyadékot vacuumban 40 C° -on körülbelül fél térfogatára bepárologatjuk. A kihűlt oldatot többször ætherrel kioldjuk és az oldatot natriumsulfattal szárítjuk. Az oldószer lepárlása után visszamaradó olajszerű termék vacuumexsiccatorban mihamar megdermed és további tisztítás céljából benzolból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel szintelenítünk. Termelés 6 gr.

4,540 mg anyag adott: 9,471 mg CO_2 és 2,235 mg H_2O -t.

A $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ képlet alapján a számított értékek: $C = 57\cdot1\%$, $H = 4\cdot8\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 56\cdot89\%$, $H = 4\cdot72\%$.

A 4-monomethylgallusaldehyd szintelen tüket képez, amelyek $139\text{—}140\text{ C}^\circ$ -on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik meleg benzolban, ellenben nehezebben hidegben. A termék könnyen oldódik alkoholban és ætherben.

Az aldehyd további jellemzése céljából még a paranitrophenylhydrazonját állítottam elő az alábbi módon.

1 gr aldehydet feloldunk 20 cm^3 50%-os ecetsavban és melegen 1 gr p. nitrophenylhydrazin ecetsavas oldatát (20 cm^3 50%-os) elegyítjük hozzá. Rövid idő múlva a hydrazon kiváltott és további tisztítás céljából 50%-os ecetsavból kristályosítjuk át.

3,655 mg anyag adott: 0,465 cm³ nitrogént (727 mm, 19 C°).

A $C_{14}H_{13}N_3O_5$ képlet alapján a számított érték: $N=13,86\%$.

Kísérletileg talált érték; $N=14,05\%$.

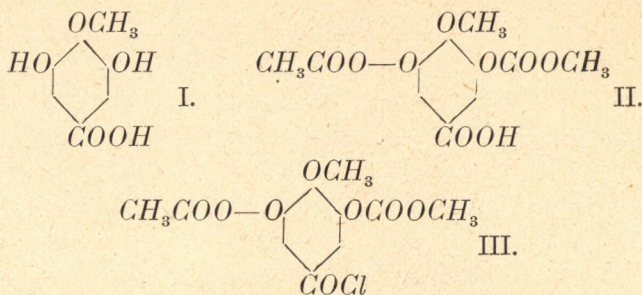
A hidrazon vörös tűkben válik ki, amelyek 222—223 C°-on olvadnak. A vegyület könnyen oldódik alkoholban és jégecetben. A vegyület nehezen oldódik meleg benzolban.

(A M. T. K. Akad. III. osztályának 1928. június 4.-én tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE EINES NEUEN GALLUSALDEHYDES.

Von F. MAUTHNER.

Seit längerer Zeit beschäftige ich mich mit der Synthese der vom Pyrogallol sich ableitenden interessanten Gallusaldehyde, die beim Abbau von verschiedenen Pflanzenstoffen erhalten wurden. So ist der von mir synthetisch dargestellte Trimethylgallusaldehyd¹ beim Abbau des Elemicins nach der Ozonmethode erhalten worden. Aus dem Dimethylpyrogallol durch Kondensation mit Mesoxalsäureäthylester und darauffolgenden Oxydation entstehende Syringaaldehyd² wurde bei der oxydativen Spaltung des Glukosids Syringin erhalten. Die Muttersubstanz aller dieser Verbindungen, der Gallusaldehyd³ wurde von ROSEN-
MUND nach seiner Methode durch katalytische Reduktion des Tricarbomethoxygallussäurechlorids erhalten. Unbekannt ist noch der 4-Monomethylgallusaldehyd. Zu seiner Synthese ging ich von der 4-Methylgallussaure (I) aus, eine Verbindung, die von HERZIG und POLLAK durch Einwirkung von Diazomethan auf Gallussauremethylester erhalten wurde. Die Monomethylgallussaure geht in alkalischer Lösung durch Chlorkohlensäure-

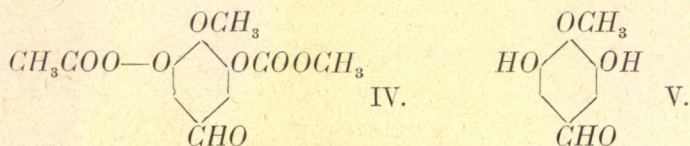


¹ F. MAUTHNER: Ber. 41, 920 (1908).

² F. MAUTHNER: Ann. 395, 273 (1913).

³ ROSEN-
MUND: Ber. 51, 594 (1918).

methylester in den Dicarbomethoxymonomethylgallussaure (II) über. Durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid entsteht aus der letzten Verbindung das Chlorid der Dicarbomethoxymonomethylgallussaure (III). Bei der katalytischen Reduktion im Wasserstoffstrom bei Gegenwart von metallischem Palladium entsteht aus dem Chlorid der Dicarbomethoxymonomethylgallusaldehyd (IV). Durch verdünnte Natronlauge im Wasserstoffstrom



wird die Dicarbomethoxyverbindung zum 4-Monomethylgallusaldehyd (V.) verseift.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

LEFOLYÁSTALAN MEDENCÉK SORSA.

CHOLNOKY JENŐ levelező tagtól.

Az Alföld tudományos tanulmányozása közben mindinkább előtérbe tólu az a kérdés, hogy az Alföld medencéjét az utolsó tenger eltűnése után tó töltötte-e ki, vagy pedig szárazföld maradt? Az irodalomban állandóan találkozunk a nagy «Levantei-tó» hipotézisével, rendesen olyan formában, mintha bebizonyított ténnyel állnánk szemben, pedig ez a kérdés az irodalomban nincs tisztázva. Sokkal több bizonyítékot lehet felhozni létezése ellen, mint mellette. A legnagyobb mértékben kétségbe kell vonnunk a pliocénkori, összefüggő, nagy tó létezését, a következő okokból:

1. Ilyen nagy tónak mindenféle parti képződményét biztosan fel kellene ismerhetnünk. Gondoljunk csak az észak-amerikai Bonneville- és Lahontan-tavakra.¹ Mindegyiknek parti szinlői, parti turzásai, deltái, mélytavi lerakódásai pontosan felismerhetők. Igaz, hogy az ott uralkodó, sivatagi éghajlat alatt a formák jobban megmaradnak, de hisz a sokkal korábbi pannóniai tengernek mindenféle parti képződményeit, abráziós szinlőit, turzásait, deltáit stb. sikerült könnyen fölismerni, miért nem maradtak volna meg a sokkal fiatalabb Levantei-tó képződményei? A tó állítólag édesvízű volt, tehát lefolyásának kellett lennie. Lefolyástalan tó nem édesvízű. Ilyen lefolyás csakis az Alduna völgyén át kereshető. De az Alduna mentén magas pleisztocénkori terraszokat lehet minden kétséget kizáró biztonsággal kimutatni. A Levantei-tó vizének tehát legalább is olyan

¹ G. K. GILBERT: Lake Bonneville: U. S. A. Geol. Survey, Monographs, Vol. I. Wash. 1890.

magasan ki kellett töltenie a magyar medencét, mint amilyen magas ma az Alföld felszíne. Ebben az esetben pedig az Alföld szélén minden kétséget kizárólag fel kellene ismernünk a parti képződményeket.

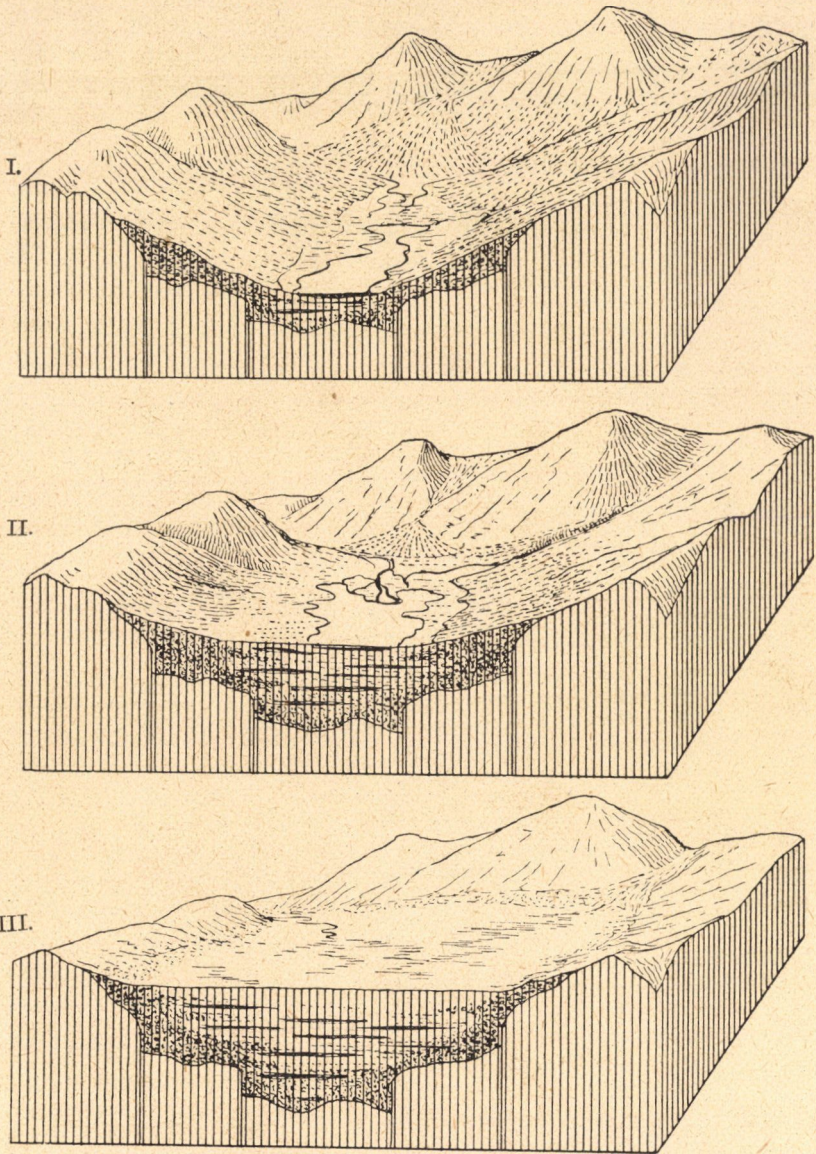
Ilyeneknek azonban nyoma sincs.

2. A pliocén-korból ismeretes lerakódások mind szárazföldre utalnak. A Szentlőrinci törmelékkúp, a Maros óriási törmelék-kúpja az Alföld szélén kétségtelenül szárazföldi, pusztai felhalmozódások. A szentlőrinci kavicsban például csak szárazföldi állatok maradványait sikerült — nagy számban! — gyűjteni. Az artézi kútfúrások ugyan sok tavi és mocsári képződményt fúrtak át, de ezek nem mélyvízi lerakódások, sőt az a kevés a fauna, ami kikerült belőlük, mind sekély vízre, mocsárra, árvízre, ideiglenes pocsolyára vall, igazi mélyvízi üledék sehol sincs.

3. Hazánk más egyéb vidékein sikerült kimutatni, hogy a pliocén-korszakban itt sivatagos éghajlat uralkodott. Különösen a Dunántúl pliocén-kori kavicsai és egyéb lerakódásai, továbbá a defláció óriási arányai sivatagra vallanak. Sivatagos éghajlaton pedig bajos elképzelni ekkora nagy tavat, olyan kicsiny vízgyűjtő területen. Csakis lefolyástalan tóról lehetne szó, mert sivatagon csakis ilyen keletkezhetik, ámde a lefolyástalan tó mindig sós, tehát ebben az esetben az artézikut-fúrásoknak sós-vízi lerakódásokat kellett volna átdöfnie. Ilyent azonban még nem találtunk.

Ez a három fő ok már magában kétségessé teszi a Levantei-tó létezését.

Ha már most a Levantei-tó hipotézisét el kell ejtenünk, hogy magyarázzuk meg azt a sok vízi üledéket a levantei-időkből? Miképpen tölthette föl a pliocén és pleisztocén-korban a környező hegyekből származó törmelék az Alföld nagy, bizonyára fokozatosan keletkezett besüllyedését? Kétségtelen ugyanis, hogy az Alföld a pliocén-korszakban besüllyedt. A pannóniai rétegeket a Dunántúlon 200—300 m magasságban látjuk a tenger szintje fölött. Az Alföld felszíne alatt azonban több száz méter mélységben vannak. Az Ipoly és Sajó medencéjében, sőt még a Mátra előtt elhúzódó, alföldi szegélyben is meg Szilágy vármegyében is magasan fenn vannak a pannóniai rétegek, Debrecen



1. ábra. A lefolyástalan medencék feltöltődésének fejlődése. I. Kezdőstádium. A tó körül parti lapály kezd képződni. II. Széles parti síkságon bizonytalanul terül el a tó, folyton helyét változtatva (Hamun-stádium). III. A medence síkságán a tó teljesen szétterül (Kevir-stádium).

vidékén pedig talán 1000 méter mélységben. Elég tekintélyes süllyedés történt tehát a pannóniai rétegek lerakódása után, ha csak föl nem tételezzük, hogy az Alföld helyén sokkal mélyebb volt a pannóniai tenger s lerakódásai ezt a nagyon mély medencét nem tudták kitölteni. Ámde a magasságkülönbség különösen a Duna két oldalán (Budapest és a Drávatorok közt) olyan tekintélyes, hogy ilyen kis távolságra ilyen mélységkülönbséget a pannóniai tengerben föl nem tehetünk.

Az Alföld folyton mélyülő, sivatagi medencéjének feltöltődését csak akkor értjük meg valójában, ha a lefolyástalan tavak sorsát ismerjük. Ezt a kérdést lényegesen sikerült az újabb időkben tisztázni, egyrészt a belső-ázsiai fölfedezések, különösen Sven Hedin és Stein Aurél vizsgálatai alapján, másrészt a Balaton tudományos tanulmányozása közben fölfedezett tünemények segítségével.

A Balaton ugyanis némileg lefolyástalan tónak tekinthető. A tó lefolyása, a Sió-csatorna ugyanis olyan kevés vizet tud elvezetni a tóból, amely a tó vízmennyiségéhez képest jelentéktelen. Különben is csak a legutóbbi évtizedekben sikerült a Sió-csatornát annyira kibővíteni, hogy azon a tó vízállására nézve számbavehető vízmennyiséget lehet leereszteni. A balatoni tanulmányok idején a lefolyás még igen jelentéktelen volt. Ez az oka, hogy a Balaton vizének kémiai vizsgálata meglehetősen sós vizet talált,¹ különösen az alkali földfémek sói tekintélyes mennyiségben vannak jelen.

Mint gyakorlati értelemben lefolyástalannak tekinthető tó vízállása nem függ mástól, mint a belejutó és a belőle elpárolgó vízmennyiségtől. A belejutó vízmennyiség kétféle eredetű. Egyrészt közvetlenül a tóba hulló csapadék, másrészt a tó vízgyűjtő területére hulló csapadéknak lefolyásra jutó része.

A tóba közvetlenül behulló csapadék mennyiségét aránylag könnyű meghatározni. Jó csapadékmérő állomásunk több is volt a tó körül (Keszthely, Balatonfüred, Kenese, Siófok) s ezek elég hosszú ideig működtek, úgyhogy meggyőződhattünk róla,

¹ L. ILOSVAY L.: A Balaton vizének kémiai viszonyai. Bal. Tud. Tan. Eredm. I. k. VI. rész. Budapest, 1898.

miszerint a csapadékmennyiséget a tó fölött elég jól kifejezi a két-három állomás adatainak számtani közepe s ez körülbelül mindig arányos a keszthelyi csapadék mennyiségével s mivel, majd amint látni fogjuk, csak arányosságokról lehet szó, elég volt a keszthelyi csapadékmérő adatait figyelembe venni. Az elkövetett hiba jelentéktelen a vizsgálatok többi részében elkerülhetetlen hibákkal szemben.

A vízgyűjtő területre hullott csapadék mennyiségének megállapítása már nehezebb, mert a Zala felső vidéke más éghajlaton van, mint a somogyi vagy a veszprémi rész. Itt csak grafikus általánosításokkal lehetne boldogulni, de nem érdemes, elég, ha a vízgyűjtő terület közepe táján fekvő Keszthely adatait vesszük irányadónak. Úgy számítunk vele, mintha közepes érték volna. Annál célszerűbb ezt megtenni, mert a balatonparti állomások közül kétségtelenül Keszthely a legmegbízhatóbb.

Az így elkövetett hiba is teljesen elenyészik amellet a nagy hiba mellett, amelyet a csapadékból lefolyásra jutó vízmennyiség számításakor kénytelenek vagyunk elkövetni. Több éven át tartó méréseim eredményeként az derült ki, hogy a Balaton izgyűjtőjére hullott csapadéknak kerekszámban csak 15 %-a jut lefolyásra.¹ Ha a vízgyűjtő terület nagyságát is figyelembe vesszük, akkor közelítőleg kiadódik, hogy ha a Balatonba hulló csapadék mennyisége **a** akkor a vízgyűjtő területről ugyanannyi idő alatt lefutó vízmennyiség $1.27.a$. Áll ez a vízmennyiségre is, meg a Balaton vízszíneének ezzel arányban történt emelkedésére is. Mert a vízszin emelkedése arányos a tóba jutó vízmennyiséggel.

Ez az eredmény csak nagyon közelítő, mert éppen a Zala vízállásainak beható tanulmányozása mutatta, hogy a lehullott csapadék mennyisége a hőmérséklet szerint nagyon különféleképpen hat a folyók vízállására. Nyáron, nagy melegben a nagy csapadék is csak kevés áradást okoz, télen pedig aránylag kis csapadék is tekintélyesen megnöveli a folyó vízállását. Így tehát

¹ L. CHOLNOKY J.: A Balaton hidrografiája. A Bal. Tud. Tan. Eredn. I. k. II. rész. 200. oldal. A következőkben is erre a munkára kell hivatkoznom.

ez az érték csak közelítőnek tekinthető. Az eredmények azonban meglehetősen szigorúan igazolták föltevéseink helyességét.

Nagyon nehéz a párolgást figyelembe venni. Az itt közölt eredmények minden kétséget kizárólag bebizonyították, hogy a nyílt Balaton felületéről sokkal nagyobb mennyiségű víz párolog el, mint amennyit a párologásmérők mutatnak. Ennek legfőbb oka a szél. A hullámzó vízfelület fölött végigrohanó szél igen erősen meggyorsítja a párolgást, nem csak azért, mert a vízfelülettel érintkező, telített rétegecskét igen gyorsan kiváltja szárazabb levegőrészecskékkal, hanem azért is, mert a tarajzó hullámok habzó víztömegében és porrázúdódó részecskéiben igen nagy mértékben megnövekedik a párolgó felület. Minden városi ember is tapasztalhatta, hogy a szél sokkal gyorsabban szárítja az utcákat, mint a napsugár.

Ez a szél pedig a párologásmérőt nem éri. A párologásmérő védett udvaron van, a vizet csak edényben tudjuk tartani s ez a szél munkáját nagyon lecsökkenti.

Ha a Sión lefolyó vízmennyiséget elhanyagolhatónak tekintjük (s ezt a hetvenes években mindenesetre annak is kell tekintenünk), akkor kétségtelen, hogy év végére a vizállásban bekövetkezett változás csakis a befolyó és elpárolgó vízmennyiségek különbségének következménye. Ha egy év alatt a tóba jutó vízmennyiség a t vizállását n méterrel növelné meg, a párolgás pedig p méterrel csökkentené meg, akkor az év végére bekövetkező vizállásváltozás $v = n - p$ méter lesz. Ebben nem lehet kételkednünk. A víz másként el nem távozhatik a tóból. Elszivárgást, árterületen való szétszéledést nem vehetünk számításba. A tó környékén a talajvíz inkább a tó felé mozog és nem ellenkezőleg. Legfeljebb a somogyi berkekben lehet ilyenféle szétszéledésre gondolni, de a Nagy-Berket a Balatontól elválasztó, széles turzáson a kutak vize nem áll egy szintben a Balatonnal, sőt a talajvizek analízise kétségtelenül kimutatta, hogy a berekvíz szívárog a Balaton felé.¹ Egyszóval tehát, ha különö-

¹ Dr. RIGLER GUSZTÁV: Adatok a balatonparti talajvizek ismeretéhez. Bal. Tud. Tan. Eredm. I. k. II. r. Függelék, 16. oldal utolsó sorok és 22. oldal alul.

sen magas árvíz idején lehet is arra gondolnunk, hogy a víz szétszéledése a párolgó felület megnövekedése révén fogyasztja is a vizet, normális viszonyok közt csakis a párolgásra kell gondolnunk.

A Balaton vizállása némely évben nő, némelyikben fogy. Lényeges változás az immár 60 éve folyó feljegyzésekből nem olvasható ki. Középtételeiben tehát úgy kell a dolognak lenni, hogy a Balatonba jutó víz évi mennyisége 60 évi középtételeiben egyenlő a Balatonból elpárolgott vízmennyiség 60 évi középtételeivel. Ezt nem lehet elvitatni, bármilyen csodálatos is, mert csodálatosnak kell mondanunk, olyan tekintélyes párolgómennyiség adódik ki. Különösen csodálatosnak minősítette ezt STEINER LAJOS dr.¹ a «Balaton hidrografiája» című művemről írt értékes bírálatában. Lehetetlenség azonban nincsen benne.

Számítsunk csak egész kerek számokkal. Legyen a közepes csapadék a tó vidékén 600 mm. Közvetlenül a tóba hulló csapadék tehát a tó vizét 600 mm-rel duzzasztaná meg. A vízgyűjtő területre hullott csapadékból kerekszámban 1.27×600 mm magasság jut a tó vizállásának növelésére, tehát egy év alatt átlag $600 + 1.27 \times 600 = 1362$ mm. Ugyanennyi párolog el egy év alatt. Ha feltesszük, hogy a párolgás csakugyan arányos a havi középhőmérséklettel, akkor július hóra 265 mm elpárolgást kapunk. Ez valóban tekintélyes mennyiség. A Zürichi-tavon MAURER 1911 július 16-ától szeptember 15-ig 300 mm elpárolgást számított,² nagyon meleg és száraz időben. Feltehető tehát, hogy a melegebb hónapban a párolgás itt is kitesz havi 160 mm-t.

Ámde a Zürichi-tó vidékének éghajlata sokkal hűvösebb, mint a Balatoné. Vigyázzunk, hogy összehasonlításakor ne a tenger színére redukált hőmérsékleteket vegyük figyelembe, hanem a valódiakat, mert ez dönt a párolgás dolgában. Keszthely nem redukált július havi középhőmérséklete 21.6° C, Züriché pedig

¹ Földrajzi Közlemények, XLVII. k. 1919. 51. oldal.

² KARL FISCHER: Maurers Verdunstungsmessungen an Alpenseen und die Verdunstungsmessung der preuss. Landesanstalt für Gewässerkunde am Grimnitzsee. Meteorologische Zeitschrift, 1912. 366—372. lap.

16,4° (nem redukált!). De ez a kisebb jelentőségű. A fontos dolog az, hogy a Zürichi-tó vizének középhemérséklete a felszínen sokkal alacsonyabb, mint a Balatoné. A Balaton vize nyáron nagyon fölmelegszik, júliusban gyakran eléri a víz felszínének hőmérséklete a 27 °-ot, még a tó közepén is. A napsugarak mélyen behatolnak a vízbe s még a tó fenekét is melegítik! Az egész, közepesen 3 m mély vízréteg fenéig átmelegszik s az alsóbb vízrétegek még hullámvás idején sem képesek a felső rétegeket kellőleg lehűteni. Ezzel szemben a Zürichi-tóban befolyó Limmat olvadó hó levét hozza, a felszíni rétegek gyorsan kiváltódnak, a meleg lefolyik, helyette a mély hidegvíz emelkedik föl. A tó mély, legnagyobb mélysége 143 méter, tengerszint fölötti magassága 409 méter, tehát érthető, hogy sokkal hidegebb a víz a tó felszínén, mint a Balatonban.

Véleményem szerint az volna meglepő, ha a Balaton párolgása nem volna sokkal, de sokkal nagyobb, mint a Zürichi-tóé. Bele kell tehát nyugodnunk, hogy a tó felszínének párolgása arányos a levegő havi közepes hőmérsékletével. Ez az arányosság nagyon tökéletes. A Balaton hidrografiájáról szóló munkámban közöltem a tó vízállásainak grafikonját 50 évről (V. tábla) s a vízállásgörbék alá odarajzoltam az évi csapadék mennyiségét. Ebből megszerkesztettem a csapadék összegeinek ábráit évről-évre. Az összegábrából levontam a havi középhemérsékletekkel arányos párolgás-mennyiségeket s így megkaptam a tó elméleti vízállásának vonalait. A tényleges vízállások és az elméleti vízállások vonala tökéletesen fedik egymást. Különbséget csak a hóolvadás meg a Sión való vízeresztés okoznak. A legfényesebb bizonyítéka ez annak, hogy csakugyan, havi középértékeiben a párolgás a hőmérséklettel egyszerűen arányos.

Természetes, hogy minden tóra más arányossági tényezőt fogunk találni az évi közepes hőmérséklet, a tó közepes mélysége, a levegő közepes nedvessége, a szél közepes erőssége és más tényezők szerint. De az arányosság mindig fennmarad.

A Balaton parti képződményei kétségtelenül elárulják, hogy a tó vízállása a pleisztocén-korban, elég hosszú ideig jóval magasabb volt a mainál. Különösen a Siófoktól délre fekvő, hatalmas pleisztocénkori turzás elárulja, hogy a tó vízállása több

méterrel, talán 6—7 méterrel magasabb volt, mint ma. Ennek a vízállásnak megfelelő színlőket is mindenfelé meg lehet találni, bár sok helyen a laza partanyagban természetesen elpusztultak.

A Balaton fenekén tekintélyes vastagságú tavi lerakódás van, ezekben tözeges réteg is akadt. Ez megint azt bizonyítja, hogy volt idő, amikor a Balaton vízállása sokkal alacsonyabb volt a mainál s majdnem egész medre szárazra került. Olyan időben lehetett ez, amikor a tó környékén magasabb volt a hőmérséklet, mint ma. Gondolhatunk az interglaciális, általában melegebbnek hitt korszakra. Valószínűbbnek látszik, hogy ez abban az időben volt, amikor még a felső Zala nem a Balatonnak, hanem a Marcal-pataknak adózott. Tudjuk, hogy ez a változás a magas terraszok idejében történt, tehát preglaciális. Sajnos a Balatonba ömlő patakok völgyében nincs terrasz, mert ezeknek a patakoknak erózió-bázisa a Balaton, az pedig lényegesen nem változtatta meg szintjét s amikor nagyon alacsony volt, akkor a patakoknak is minimális kevés vizük lehetett. Így tehát a hazánk többi folyó völgyében megismert terraszokat itt időmértékül felhasználni nem lehet. A Zala említett terrasz csak a lefejezés következtében keletkezett, mert hisz azelőtt a győri Duna, most pedig a Balaton az erózió bázisa.

A Balatonon végzett tanulmányok kezünkbe adták a kulcsot, amellyel mármint a lefolyástalan tavak sorsát megvilágíthatjuk.

Lefolyástalan tó csak ott keletkezhet, ahol az évi csapadék mennyisége kisebb, mint a nyílt tó felületéről történő elpárolgás évi összege. Lefolyás lehet felszíni, vagy rejtett. Ezt az utóbbi esetet tárgyalásainkból egyelőre kirekesztjük. Csak olyan tavakról beszéljünk, amelyeknek vize földalatti úton nem távozik el. Az ilyen éghajlatot pusztai, vagy sivatagi éghajlatnak nevezzük. Amint ugyanis valamely vidéken az évi csapadék összege nagyobb, mint a nyílt tó felszínéről történő elpárolgás, akkor a tó addig duzzad, amíg eléri a lefolyástalan medence legalacsonyabb csorbáját s azon át lefolyik. A lefolyó víz átfúrja a küszöböt s a tó eltűnik, a lefolyástalan medence belecsatlakozik a folyók vízterületébe.

Fel kell tennünk, hogy a tó egész vízterületén sivatagos éghajlat van, mert különben olyan nagy víz kerülhet bele, idegen területről, a lefolyástalan medencébe, hogy ez csakhamar lefolyásra juttatja az eddigi tavat.

A lefolyástalan tó felszínének területe akkora lesz, hogy róla az elpárolgás éppen annyi legyen, mint a belejutó vízmennyiség. Mivel a pusztai éghajlat alatt a csapadék évi eloszlása rendszeresen igen periodusos, sőt igen bizonytalan is, azért az ilyen tónak a területe rendkívül nagy változásoknak van alávetve. Az mindegy, hogy a tó mély-e vagy sekély, egyedül a párolgó felület fog dönteni, a mélység csak annyiban érezteti hatását, hogy a párolgás és hőmérséklet közt levő arányszámot valami csekélységgel megcsökkentheti.

Ha a csapadék átlaga nem változik, de megváltozik az illető vidék közepes hőmérséklete, akkor a tó felszínének területe is lényegesen megváltozik. Nagyon fontos tudnivalónk, hogy az olyan tavak, amelyeket lapos, alacsony partok vesznek körül, igen könnyen változtathatják területüket, anélkül, hogy lényegesen meg kellene változnia a vízállásnak. Viszont az olyan tavak, amelyeket meredek, magas partok vesznek körül, azoknak nagyon meg kell változtatniuk vízállásukat, hogy területüket kellőképpen megváltoztathassák. Az ilyen tó vízállásaiban tehát csak az időjárás aperiodikus változásai is igen lényeges különbségeket hozhatnak létre.

Mármost nagyon könnyen megérthetjük, hogy a jégkorszak idején minden lefolyástalan tónak sokkal nagyobb volt a területe, mint ma. A hőmérséklet csökkenésével egyenes arányban fog csökkenni a párolgás intenzitása s ezzel arányosan fog nőlni a tó területe, ha egyébként a csapadék mennyisége nem változik. A jégkorszakban az egész Föld felszíne hűlt le, tehát mindenütt ugyanazt a jelenséget kell találnunk. Meg is találjuk. A pleisztocén-kori parti színlők a Kaspi-tó körül csodálatos magasságban vannak. Igen, mert a tó partjai csak északon nagyon alacsonyak, egyebütt mindenféle magasak és meredek.¹ Az Aral-

¹ I. DE SCHOKALSKY: Une dénivellation brusque du niveau de la mer Caspienne. Ann. de Géogr. XXIII. k. 1914. 151. l. — Le niveau des lacs de l'Asie Centrale Russe, et les changements de climat. Ann de Géogr. XVIII. k. 1909.

tó szintje is 15 lábbal (kb. 5 méterrel) volt magasabb, mint ma, de a jégkorszakban. Ennél magasabb a tó vizállása sohasem volt.¹ De valamennyi lefolyástalan tó körül föl lehet ismerni a magasabb, jégkorszakbeli szintet. Különösen nagyszerűen látni a már említett Bonneville- és Lahontan-tavakon, az Utahi nagy medencében. A Bonneville-tó utolsó maradványa a mai Great-Salt-tó. Afrikában a Szahara lefolyástalan sós tavain is ott vannak.

Ezekből a magasabb vizállásokra valló nyomokból következtettek a «pluviális korszakra». A tavak felszínének megnövekedését éppen úgy okozhatja a csapadék megnövekedése, mint a hőmérséklet alászállása. A hőmérséklet alászállása a jégkorszakban kétségtelen, tehát fölösleges a csapadék megnövekedését föltenni. Annál kevésbé, mert más egyéb nyomokból biztosan tudjuk, hogy nem volt több csapadék a pusztákon, mint ma. Ennek egyik esattanó bizonyítéka néhány pleisztocénkori sótelep a sivatagokon. Sótelep csak bekonzentrálódó sóstavakból származhatik (ugyanis ezek a sótelepek nem tengeri sókból vannak). Tehát voltak akkor is sós tavak. Ámde, ahol sós tavak, tehát lefolyástalan tavak vannak, ott pusztai éghajlat uralkodik!

Vannak másféle változások is. Az algériai Szaharán, az Atlasz és Timbuktu közt középtájon van a Taudeni mélyedés. Hatalmas sólerakodásait a bennszülöttek állandóan bányásszák a teljes sivatagban.² Itt tehát nagy sóstó volt, de eltűnt, mert az eredetileg a Taudeni mélyedésbe futó Felső-Niger és Felső-Volta folyókat az alsó szakasz visszavágódása lefejezte (Kaptura) s a folyók vize most a Guineai öbölbe ömlik. Ilyen esetben természetesen a lefolyástalan tó végleg eltűnik.

De az időjárás rendes változásaira is igen erősen reagálnak a lefolyástalan tavak. A Csad-tó térképét minden utazó másként ábrázolja. Legújabbban MIGEOD³ mutat rá, hogy a Csad-tó és a

¹ W. BATESON: On variations of *Cardium edule*, apparently correlated to the conditions of life. Phil. Transactions, 180. kötet, 1890, 297. old.

² P. LEMOINE: Afrique Occidentale. Handbuch der Regionalen Geologie, B. VII. 6. A. (Heft 14.)

³ F. W. H. MIGEOD: Through Nigeria to Lake Chad. Heath Cranton Ld. London, 1924. 198. oldal.

belefolyó vizek az utolsó évtizedekben nagyon megfogyatkoztak s a nép északról dél felé költözik. Ugyanebben az időben (1920—24) más afrikai vidékekről hasonló hírek nem érkeztek, tehát csak egészen lokális jelenség lehet.

Dél-Afrikában a Kalahari-sivatagról vannak hírek, hogy egyes lefolyástalan tavak megapadtak. Különösen a Ngami-tó vidékén. De viszont arról is jöttek hírek, hogy az Atlanti-oceánba közvetlenül befolyó vizek igen sok területet elhódítottak a lefolyástalan vidékektől s olyan folyók, amelyek nem régen még a Kubango vagy Okavango vizét táplálták, tehát a Ngami sóstó vízvidékéhez tartoztak, ma már a Kunene folyóba s ezzel az Atlanti-oceánba ömlenek.¹ A Kalahari «kiszáradásának» ez a fő oka és nem más, mert köröskörül elviszik a visszavágódó folyók a Kalahari lefolyástalan medencéibe folyó vizeket. A Zambezi most fejezi le a Csobe-folyót s ezzel az egész Okavangót. Akkor aztán a Ngami el fog tűnni.

Ha a lefolyástalan tó medencéjét sem ilyenféle hidrografiai változás, sem pedig klímaváltozás nem éri, akkor lassankint feltöltődik. A feltöltődés módját az újabb belső-ázsiai, afrikai és dél-amerikai tanulmányok alapján világosan látjuk.

A tóba ömlő patak deltát épít a tóba, tehát állandóan szoritja össze a tó területét. Igen ám, de a tó területe bizonyos ingadozásoktól eltekintve, állandó tartozik lenni, amíg a belejutó vízmennyiség állandó, mert az elpárolgás mennyisége — ceteris paribus — a párolgó felület nagyságától függ.

Ha tehát a delta összeszorítja a tó területét, a vízállás növekedni fog s a tó kiönt alacsony partjaira és deltájára is. Most tehát a folyó a régi delta tetejébe újat kénytelen építeni. A tünevény nem lesz szakaszos, hanem folytonos, csak az évi ingadozás okoz némi szakaszosságot. Így tehát a folyó deltája nem mutatja a típusos delta-rétegzést, hanem annál sokkal bonyolultabb lesz.

Egy idő múlva a vizenyős, mocsaras delta diadalmaskodik s a tó vizét arra kényszeríti, hogy olyan vidékre is kiöntsön,

¹ I. C. B. STATHAM: From Mossamedes to the Victoria-Falls. The Geogr. Journ. Vol. LXIII. No. 1. 1924. 1. old.

amelyre eddig nem öntött ki. De párolgó felületét okvetlenül meg kell tartania, különben felduzzad a tó.

Közben természetesen a tóba más anyag is jut. A száraz éghajlaton különösen erősen dolgozik a szél s temérdek port vihet a tóba. Az ilyen tóba hullott porból álló rétegeket nevezte RICHTHOFEN Seelössnek. Az elnevezés helytelen, mert tóban nem keletkezik lösz. A Seelöss nevű képződmény nem tavi, hanem szárazföldi képződmény, majd később megértjük.

Az az anyag, ami a tó fenekére rakodik le, az közvetlenül nem érinti a tó párolgó felületének nagyságát, tehát nem okoz a tó partján és a tó vizállásában változást. De ha a szél homokbuckákat terel a tó partjára s a vízbe gázoló buckák kezdik a tó felszínét összeszorítani, akkor már megint kénytelen a tó megduzzadni, hogy az elfoglalt terület helyett újakat hódítson meg.

Lassankint egészen elcsúszik a tó, más helyen kerül szét, régi medencéjét egészen kitöltötték a delták, a törmelékkúpok és esetleg a homokbuckák. Természetes, hogy felszínének tengerszint felett való magassága állandóan nő, mert hisz minden újabb helyváltoztatást csak úgy érhet el, ha megduzzad, vízállása megnő.

Ezt a folyamatot sok tó életében lehet figyelemmel kísérni. A legjellemzőbb a Lop-nor-tó esete Belső-Ázsiában. A tó körül támadt, rendkívül érdekes vita onnan származik, hogy a tó állandóan változtatja helyét.¹ SVEN HEDIN kutatásainak köszönhetjük, hogy olyan világos képünk van a tó folytonos vándorlásáról. Az utazó szemeláttára jelent meg a víz olyan területen, ahol eddig teljes sivatag volt. Elönti a homokdűnék közt levő mélyedéseket. Az így keletkező, különös tórészleteket a bennszülöttek bazsirnak nevezik.² Azon a vidéken, amelyet a tó elhagyott, a szél veszi át az uralmat s nagyszerű szélbarázdákat szánt a tavi lerakodások közé. A szélbarázdák közt fennmaradt

¹ L. CHOLNOKY J.: Néhány szó a lefolyástalan tavak pusztulásáról Földr. Közl. L. köt. 1922. 213. stb. oldal.

² SVEN HEDIN: Scientific Results of a Journey in Central Asia, 1899—1902. Vol. II. Lop-nor. Stockholm, 1905.

maradék-gerinceket jardang-nak nevezik. A szélbarázdák ismét lealacsonyíthatják a térszint annyira, hogy a víz megint el tudja önteni a területet.

A Lop-nor kérdés végleges megoldása STEIN AURÉL érdeme, mert ő fedezte fel a tótól keletre elterülő, óriási kiterjedésű kősótelepet, a hajdani sóstó sóvermét.¹

A Lop-nor, a Csad-tó a Hammun-tó s több más, igen sekély tó már annyira bizonytalan határolású, hogy alakjukat folyton változtatják, területük nagysága az időjárás szeszélyei szerint igen különböző. De ez még nem a végleges állapot. Az ilyen tó végleges elpusztulását, anélkül, hogy a körülmények egyébként megváltoznának, *kevir-stádiumnak* nevezzük.

Perzsiában és általában az Iráni-medencében több lefolyástalan medencét látunk. Az első az Urmia-tó medencéje. Igazi pusztai sóstó, alacsony partok közt. Határai bizonytalanok, területe változó. Sós partvidéke néptelen. Ez még elég fiatalos állapotban van, feltöltődése még nem haladt nagyon előre, mert a tó területe vízgyűjtőjéhez képest elég nagy, tehát még elég bő csapadéknak kell lenni ezen a helyen.

Sokkal előrehaladottabb stádiumban van a Hausz-i-Szultán-tó Teherántól délre. Az Abhar-rud és a Kara-csai folyók vesznek el benne, de néha a tó egészen eltűnik, máskor újra megjelenik.² Környéke a dágvány miatt hozzáférhetetlen, alakját térképezni nem lehet.

Még tovább keletre vannak az igazi, végső strádiumban levő tavak, a Kevirek. Valami 12 ilyen Kevir-stádiumban levő medencét lehet megkülönböztetni Irán keleti részében, de lehet több is. Legnagyobb köztük a Dest-i-Kevir Korasszan és Kuhisztán határvidékén. Ettől vettük az elnevezést. Vetélykedik vele tőle délkeletre Kirman-területén a Dest-i-Lut.

Ezekben a medencékben a tavakat a törmelék már annyira kiszorította, hogy határtalan síkság van a helyükön s a tó vize

¹ SIR AUREL STEIN: *Explorations in the Lop-Desert*. The Geogr. Review, Vol. IX. No. 1., 1920 jan. és *A Third Journey of Exploration in Central-Asia 1913—16*. The Geogr. Journ. 1916 aug.—szept.

² H. M. *The Schäh of Persia: On the new lake between Kom and Teheran*. Proceed. R. Geogr. Soc. Vol. X. 1888. Térkép!

ezen a síkságon szétszéledve, elpárolgott. Csak esőzés idején telik meg újra vízzel. Vékony vízréteg lepi el a 35,000 km² területű, tökéletes síkságot. Akkora területet tehát, mint Alföldünk egyharmad része. Ez a vízréteg csak néhány cm vastag, átáztatja a legfelső, sós rétegeket s a Kevirre tévedt karaván halálos veszedelembé kerül, mert elsüllyedhet a feneketlen ingoványban s menekülni lehetetlenség. Egy helyben állva kell megvárni, amíg az eső eláll s néhány óra múlva a víz teljesen eltűnik s még néhány óra múlva a felszín annyira megszikkad, hogy járni lehet rajta. Csak az olyan vakmerő utazó, mint SVEN HEDIN, tehette meg, hogy kétszer átment rajta.¹ A tökéletes síkságon helyenkint só fekszik a felszínen, elvégre valahol ki kellett rakodnia a tó vizében oldott sónak is. Az ilyen helyek valószínűleg sokáig öblök voltak, mint ma a Karabughaz-öböl a Kaspi-tó keleti partján. Ebben is kirakodik a só, mert a párolgás túlnyomó veszteségét mindig a Kaspi felől beáramló sós víz pótolja. Valóságos sóverem az ilyenféle öböl s az a legfontosabb szerepe, hogy a tó vizét megszabadítja sótartalmától. Ilyen módon szabadult meg a Lop-nor is sójától, meg rajta kívül temérdek más lefolyástalan tó. Ilyenféle tünemény lehet az oka, hogy a Kuku-nor vize iható, de a tó partján, a turzásokkal elkerített lagunák vize ihatatlan.²

A Kevir-stádium tehát azt jelenti, hogy a tómedence teljesen kitöltődött, sőt az egész lefolyástalan medence is annyira, hogy fenekén olyan terjedelmes síkság keletkezett, amelyen már az összegyűlő víz nem maradhat meg, hanem rohamosan elpárolog, mert olyan vékony rétegben fedné a talajt, amely néhány óra alatt eltűnik. A tó tehát csak egészen efemeris jellegű.

Ilyen stádiumban van a Dest-i-Lut medence tava, az úgynevezett Nemekszár-i-csa-Súr-tó, aztán meg tőle délre a Dzsasz-murián és sok más.

Az Atlasz-vidék «sott»-jai éppen ezt a jelenséget mutatják.

¹ SVEN HEDIN: *Zu Land nach Indien*. Leipzig, 1910. I. k. 344. és köv. lapok.

² LÓCZY LAJOS: *A Khinai Birodalom természeti viszonyainak és országainak leírása*. Budapest, 1886. Kir. M. Term. Tud. Társ. 517. oldal. — Még ma is ez a könyv a világirodalom legjobb földrajza Kínáról.

Esős időben rövid időre megjelenik a tó, óriási területet borít el néhány mm-es réteggel, aztán rögtön eltűnik s helyén repedezett iszap, agyag, só és egyéb, ilyesféle lerakódás marad. Másnap a karaván bátran átmehet a tegnapi tó helyén, a felkunkorodott agyag-cserepek ropognak a tevé lába alatt.

Nagyon hasonló az állapot a dél-amerikai Atacama-sivatag övébe tartozó, salétrom-tavakéhoz. A Titicaca-tó még nedvesebb égöv alatt, óriási kiterjedésű tó. Silány lefolyása a Desaguadero folyócska, ez elvész a Poopo sóstóban. Ez tehát a Titicaca sóverme most. Nem régen még ennek is lefolyt a vize s a Pampa Salada nevű sópusztán vészett el. Itt volt az első sóverem, most a Poopo a második, de ez aligha fog már megtelni a mai viszonyok közt, olyan nagy területe van s a tektonikus állapot ezen a földrengés-járta vidéken alighanem gyorsabban meg fog változni. A Pampa Salada tökéletes, sós Kevir, de ilyen mindaz a sok sóstó-maradvány, amelyekből most csile-salétromot és boraxot bányásznak.

Az ausztráliai Eyre-tó még fiatalabb, de az Amadeus-tó már valódi Kevir-állapotban van. Lehetetlen megközelíteni a víz szélét, sok szerencsétlenség történt már a vizet környező, vékony, száraz kéreggel fedett dágványban. Ausztrália területén különben a keviresedés minden stádiumában van tó, a lefolyástalan, belső medencékben.

A lefolyástalan tavak tehát eleinte, amíg a medence legmélyebb részén még a korai, vagy fiatal állapotnak megfelelő, változatosabb formák vannak, addig határozott, az éghajlatnak megfelelő nagyságú területük van. A tó azonban okvetlenül feltöltődik, majd ide, majd amoda vándorol. Vékony tavi lerakódásait pusztai, szárazföldi képződmények takarják be. A parti lagunákban, sóvermekben képződött sólerakódásokat elfedi a futóhomok, vagy a törmelékkúp, a tó mélyén lerakodott, vékony agyagos rétegben mélyvízi állatok nyomai nem maradnak, mert a tó mindig nagyon sekély. A hegyek alacsonyodásával, a medence fölmagasbodásával az eddig erős főn-tünemény megszeliődül s most talán több csapadékot kap a medence, a tó területe tán megnő, az éghajlat sivatagból füves pusztába megy át s a futóhomok helyett lősz takarja el a mélyedéseket. Por hull a

sivatagon is, de csak a tó vizének fenekén maradhat meg. Ez azonban semmiképpen sem mondható lösznek, mert a vízben szépen rétegzett, tömör, pórusmentes, agyagos homok rakodhatik csak le.

A feltöltődés előrehaladtával a medence fenekén olyan nagy síkság lesz, hogy tó-medencéről beszélni többé nem lehet. A víz annyira elszéled, hogy a medence az esztendő legnagyobb részén át száraz. A nyirkosabb részen ázott lösz, vagy takir-talaj, a szárazabb részeken tipusos lösz keletkezik. A hajdani sóvermek sója megmaradhat vagy újra feloldódik a talajvízben, ha majd a medence valami változások következtében újra lefolyásra jut s a talajvíznek rendes áramlása lesz.

Alföldünk feltöltődését is ilyenformán kell képzelnünk. A pliocén-korszakban Alföldünk éghajlata körülbelül olyan lehetett, mint most az Iráni-medence éghajlata. A legmélyebb helyeken sekély tavak voltak, de ezeknek medencéje hamar kitöltődött s más mélyedésekben gyűlt össze ideiglenesen a tóvíz. Az Alföld süllyedése igen lassan, de állandóan tartott, azért nem keletkezett a medence szélén vulkánosság, azaz a vulkánosságnak csak legszelidebb formája jelent meg: szénsavas- és melegforrások törnek elő a süllyedék szélén. Megvoltak ezek a pliocén korszakban is, de megvannak még ma is, mint Budán, Egerben, Miskolc mellett, Szobráncon, Nagyvárad mellett, Buziáson stb. Csodálatosképpen hiányoznak a Duna mentén Buda és Apatin közt. Talán a törés itt vizet át nem eresztő anyagokban van s nem ereszti föl a meleg vizet.

A pliocén-korból tehát nem kereshetünk mély tavi lerakódásokat, hanem csak sekélyvízű, sivatagi képződményeket. A Vivipara nem mélyvízi állat, pedig artézi-kút fúrásaink leginkább ennek töredékeit hozzák föl a pliocénkori rétegekből.

A pleisztocén-korszakból csak tipusos lösz, ázott lösz, futóhomokot, itt-ott sekély tavi, kevir- és takirképződményeket lehet találni. Az összefüggő, nagy levantei-tó 400—500 m mély vizének üledékeit okvetetlenül fölismernők, parti képződményeit minden körülmények közt megtaláltuk volna.

Alföldünknek mélyedését tehát néhány száz méter vastag szárazföldi eredetű, igen változatos rétegöslet temeti be. Elte-

meti tehát a gáztartalmú miocén-kori rétegeket is. Ezekből a földgáz fölemelkedhetik a pliocén-kori rétegek közé, arra kedvező helyeken összegyűlhet. Artézi kútjaink sok helyen böktek föl ilyen gáztartó rétegeket. De aki azt állítja, hogy ő előre meg tudja mondani, hogy hol lehet gázt találni, annak emberfeletti jó tehetségének kell lennie, mert ennek megállapítására tudományos módszerek még nem állnak rendelkezésünkre.

(A M. Tud. Akad. III. osztálya 1928. évi március hó 12. napján tartott üléséből.)

DIE UMGESTALTUNG DER ABFLUSSLOSEN BECKEN.

Von J. CHOLNOKY, korrespondierendes Mitglied der Akademie.

In der ungarischen geologischen Litteratur ist die Hypothese allgemein verbreitet, dass das Becken des ungarischen Tieflandes (Alföld) im Pliocän ein See war, der so genannte Levantinische See. Diese Hypothese hat sich derart eingebürgert, dass sie beinahe als Tatsache betrachtet wird, obwohl ihre Existenz absolute nicht einwandfrei erwiesen ist; im Gegenteil, leugnen schwere Gegenbeweise ihre ehemalige Existenz. Im Becken des Alföld sind zwar gewiss kleinere Seen, etwa wie der Balaton, immer vorhanden gewesen, aber ein zusammenhängender, das ganze Becken ausfüllender See ist ein Fantom. Denn 1. die Deltas, die Strandbildungen, die Uferterrassen etc. eines so grossen Sees wären ganz gewiss gut sichtbar und wohl bekannt. Wir haben jedoch bis heute keine Spur von derartigen Bildungen gefunden obzwar nach den Terrassen der Unteren Donau (Zwischen Básiás und Orsova) muss das Wasser des Sees unbedingt höher gewesen sein, als das heutige Niveau der Oberfläche des Alfölds, wenn der See einen Abfluss gehabt hat. Die Geologen betrachten den hypothetischen See als einen Süßwassersee, also muss er einen Abfluss gehabt haben. 2. Die am Rande des Beckens und in den artesischen Brunnen erschlossenen Schichten sind alle Landablagerungen, Fluss- oder Sumpf-Ablagerungen, aber nie Tiefwasser-Sedimente. 3. Herrschte in unserem Vaterlande im Pliocän Wüstenklima, demnach konnte hier kein grosser See existieren, sondern es spielten sich hier die wohlbekanntesten Wüsten-Erscheinungen ab. Die wissenschaft-

liche Erforschung des Balaton-Sees hat erwiesen, dass die monatliche Summe der Verdunstung von der Oberfläche der Seen, immer proportional ist mit der monatlichen mittleren Temperatur. In den trockenen, warmen levantinischen Zeiten konnten also nur ganz kleine Seen am Alföld existieren, und die Becken derselben kamen durch successive Auffüllung in das sogenannte Kewir-Stadium, wie in Persien das Kewir des Descht-I-Lut. Der Flächeninhalt der abflusslosen Seen ist nämlich im Jahresmittel konstant und eine genaue Funktion der in den See gelangenden Wassermenge und der Verdunstung. Der See behält seinen Flächeninhalt trotz dem von den Ablagerungen verursachten, fortwährenden Hin- und Herwandern, bis das Becken soweit aufgefüllt und eingeebnet wird, dass das Wasser sich grenzenlos verbreiten kann und daher momentan verdunstet. Dieses Stadium der Umgestaltung des Seebeckens nennen wir Kewir-Stadium. Das Becken des Alfölds wurde von Schuttkegeln, Flugsanden, kleineren Fluss- und See-Ablagerungen und Kewir-Sedimenten successive aufgefüllt.

Unterschrift der Fig. 1 auf Seite 430. des ungarischen Textes: Entwicklung der Auffüllung abflussloser Becken. I. Anfangsstadium. Um den See herum beginnt sich eine Strandebene zu bilden. II. Auf dem breiten ebenen Boden der Mulde verbreitert sich der See mit unbestimmten Ufern, seine Lage fortwährend wechselnd (Hamun-Stadium). III. In der Ebene des Beckens zerläuft der See unbegrenzt (Kewir-Stadium).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. März 1928.)

KÍSÉRLETES VIZSGÁLATOK A MIKROGLIA HISTOPATHOLOGIÁJÁRÓL.

MEDUNA LÁSZLÓ-tól.

A mikroglia funkcióját illetőleg felvilágosításokat csak úgy nyerhetünk, ha pathológiás viszonyok közti alakváltozásait kísérjük figyelemmel. Ebből a célból megvizsgáltam összesen 24 állat idegrendszerét, amelyek életükben lyssában, herpeses agyvelőgyulladásban, «B» avitaminózisban szenvedtek. Ezekhez csatoltam még két éhező és két túlhevített állat idegrendszerét. Első törekvésem volt megállapítani, hogy miképpen viselkedik a mikroglia az egyes, általános sejtpathologiai folyamatokban. E folyamatok elseje a hipertrofia. Hipertrofiás mikrogliasejtet sok kutató leírt már. Általában véve hipertrofiás mikrogliának tartják a pálcikasejteket és a R. y Cayal által leírt úgynevezett óriásmikrogliát. Ezeket az elemeket én is megtaláltam ugyanabban formában és jellemvonásokkal, mint első leíróik. Ezeknek a jellemvonásuk a következők: ezeknek az állítólagos hipertrofiás sejteknek a plazmája szivacszerű, bennük kisebb-nagyobb hólyagocskák látszanak, nyujtványaik egyenlőtlenek, végükön igen sokszor bunkószerűen fel vannak fúvódva és végül a normális mikrogliaira olyan jellemző szőröcskéik hiányzanak s így ezeknek jelenléte a mikrogliának nem hipertrofiáját, hanem degenerációját jelenti. Hipertrofia alatt ugyanis a sejtnak olyan valóságos növekedését kell értenünk, amikor a sejt eredeti szerkezete és részeinek aránya megtartott, s a változást csupán a sejt megnagyobbodásában látjuk. Ezeknek alapján meg kell állapítanom, hogy a pálcikasejtek és az óriásmikroglia nem a mikroglia hipertrofiája, hanem degenerációja útján jöttek létre.

Valódi hipertrofiás mikroglíát sem a szerzők nem irtak le, sem az én sokoldalú anyagomon nem találtam s így meg kell állapítanom, hogy a mikroglia viselkedése hipertrofia szempontjából eltér a középponti idegrendszer többi támasztó elemeinek a viselkedésétől.

Nem találtam továbbá a mikroglíanak nagyobb mérvű fel- szaporodását sem. Találtam ugyan jeleket, amelyek arra utalnak, hogy a mikroglia az állat életében oszlani kezdett, de ezek a jelek az egyes sejtekben mindig degenerációra valló jelekkel együtt jelentek meg. Ezt a jelenséget, ugyanis, hogy degenerált mikroglában magoszlásra valló jeleket találtam, arra vezetem vissza, hogy a mikroglia magja az egyes ártalmakkal szemben ellenállóbb, mint a plazmája.

A mikroglia nekrosisánál két főtípust különböztetek meg: 1. atrofiát széteséssel, vagy a nélkül; 2. degeneratív szétesést.

Az atrofia az egyes mikroglia sejteket nem mindig közvetlenül támadja meg, hanem sokszor előzetesen duzzadt sejtek esnek az atrofia áldozatául. Az ilyen esetekben az előzetesen duzzadt sejt másodlagosan zsugorodik, de ez a zsugorodás nem érinti egyöntetűen az egész sejtet, hanem szeszélyesen, hol egyik, hol másik ágát és ezáltal a sejt igen bizarr alakokat ölthet. Az atrofia további jele, hogy a sejt finom szőröcskéi eltűnnek s helyüket itt-ott kis csomócskák jelzik, miáltal a finom nyujtványok merev lefutásúak lesznek. Az ilyen módon atrofizálódott mikroglia nagy mértékben hajlik a degeneratív szétesésre. A mikroglia degeneratív szétesése vagy széttöredezés vagy elfolyósodás útján mehet végbe. A mikroglia a széttöredezéskor finom, porszerű szemcsékre bomlik fel, vagy durvább rögökre esik szét, de a szétesés mindkét esetben addig halad, míg a sejt helyén az impregnáció egy apróbb nagyobb szemcsékből álló barna foltot tüntet fel.

A mikroglia degeneratív szétesésének másik módja az elfolyósodás. Ez a folyamat mindig a sejt duzzadásával kezdődik, ami ismét kétféle lehet, úgymint cseppek és homogén. Az elsónél nyilván különböző fizikai és kémiai tulajdonságú anyagok duzzasztják a sejt plazmáját, minek következtében ezek az anyagok a különben egynemű sejtplazmából cseppek alakjában kiválnak.

Ha nagyon sok ilyen csepp van egy-egy sejtben, akkor ezek a cseppek egymáshoz nyomódnak és a méhek lépjéhez hasonló szerkezetet tüntetnek fel, amely szerkezet rácsszerkezetet utánoz és úgy jön létre, hogy a kemico-fizikailag egymásnak idegen cseppek nem keverednek, hanem a cseppek különböző felszín-feszültség által fenntartott falai egymáshoz nyomódnak. Az ilyen sejtekben a bomlás addig fokozódik, míg a sejt egész plazmája cseppeken elfajulván a sejt a belső feszültségnek nem tud ellentállani és szétesik.

A mikroglia cseppeken elfajulása mellett igen sokszor megfigyelhettem az egynemű duzzadást. Ilyenkor a sejt homogén módon addig duzzad, míg a sejt elveszíti éles konturjait, lassanként alakatlan tömeggé alakul át s végül kenőcs-szerű állományt látunk magunk előtt, amely állományt az apoláris glia takarít el.

Az eddigiekben a mikroglia elváltozásokat magukban irtam le, tekintet nélkül arra, hogy van-e bizonyos állandó viszonylat idegsejtmegbetegedés és mikrogliaelváltozás között, mint aminő állandó viszonylat az idegsejtmegbetegedés és az apoláris glia elváltozásai között az idegsejt «heveny duzzadása» és «súlyos sejtmegbetegedése» esetén előfordul.

Thermosztátban hevített nyulak idegrendszerében figyeltem meg ezeket az elváltozásokat és megállapíthattam, hogy amíg az idegsejt megbetegedése a «heveny duzzadás»-on keresztül a «súlyos sejtmegbetegedés»-ig halad, kísérő mikrogliasejtje sajátosan passzív viselkedik, amennyiben atrofizálódik már akkor, amikor az idegsejt még a «heveny duzzadás» képét mutatja s ez a degeneratív atrofia nem módosul akkor sem, mikor az idegsejt már a «súlyos sejtmegbetegedés» stádiumába jutott. A mikroglia ebből a passzivitásából megállapítható, hogy kísérletben a mikroglia atropiája nem az idegsejt megbetegedésére valló reakció jele, mert hiszen akkor a két folyamat között valamilyes parallelizmust látnánk, hanem ettől független folyamat, amelyet kizárólag az állatot ért ártalomra vezethetünk vissza. Kísérletben tehát a mikroglia úgynevezett sajátmegbetegedését hoztam létre. A mikroglia eme sajátmegbetegedésének jellemző és érdekes következménye, hogy a beteg mikroglia ese-

teimben sehol sem végez neuronophágiás tevékenységet. A mikroglíanak ezt a sajátmegbetegedését volt alkalmam észlelni B-avitaminózis eseteimben is, ahol az idegsejtek és a mikroglia megbetegedésének egymástól való függetlenségét élesen megvilágította a két sejtféleség megbetegedésének egymástól különböző helyen való súlyosbodása. Egy esetemben például az agykéreg I., II., III. és IV-ik rétegében az idegsejtek úgyszólván épek voltak, s csak a mélyebb rétegekben mutattak súlyosabb elváltozást, ezzel szemben a mikroglia a kéreg egész mélységében egyöntetűen volt beteg. Egy másik B-avitaminózis esetemben a leg súlyosabb idegsejtelváltozást a kisagy kérgében találtam, míg a nagyagyban ezek csak kisebbfokúak voltak. Ugyanebben az esetben azonban a mikroglia az állat egész idegrendszerében egyöntetűen volt beteg. Mint ismeretes a gliarendszer sajátmegbetegedésének fogalmát SCHAFFER KÁROLY vezette be a kórszövettanba s terjesztette a M. Tudományos Akadémia elé 1916-ban. Az én leleteim ennek az elvnek a gliarendszer legújabbán megismert tagjára, a mikrogliaira való kiterjesztését jelentik.

Abból a célból, hogy mikroglia működéséről felvilágosítást nyerjek, megfigyeltem a mikroglia viselkedését összetettebb kórfolyamatoknál, úgymint veszettségénél és herpeses agyvelőgyulladásnál. A mikroglia működését különböző szerzők három irányban keresték. úgymint a CAJAL-féle gliaplexus sűrítése, a lebontás és eltakarítás és az anyagcseretermékek kicserélése tekintetében. Vizsgálataim mind a három lehetőségre választ adnak. Tény az, hogy a mikroglia valóban sűríti a gliaplexust, de ez a működés csupán esetleges és nem essentialis feladata ennek a sejtféleségnek. Ha ugyanis a gliaplexus sűrítése essentialis feladata lenne a mikroglíanak, akkor a mikroglia a gliaplexus helyreállításában tevételesen is résztvenne olyankor, amikor az idegrendszer állományában hiányok keletkeznek. De ezt a feladatot, csak nagyobbfokú hipertrofiás és hiperplaziás tevékenység útján tölthetné be, már pedig — a mint kimutattam — a mikroglíanak ez a képessége nincs meg. A mikroglíanak a lebontás és eltakarítás körüli szerepét kétségessé teszi az a tény, hogy egyrészt a neuronophágiában nem vesz részt, másrészt megbetegedve, mindig ugyanazon a helyen esik szét, mint ahol eredede-

tileg fekiúdt, tehát nem vándorol. Mint harmadik lehetőség marad fenn a mikroglíanak a szerepe az anyagcseretermékek kicserélésében. Ezt illetőleg megállapíthattam, hogy a mikroglia duzzad már akkor, mikor az idegsejt még aránylag épnek tűnik fel a Nissl-képbén. A mikroglíanak ez a kezdeti duzzadása tovább haladva kiváltja az apoláris elemek proliferációját, amelyek a még csak kevésbé beteg idegsejt és a már súlyosan beteg mikroglia köré felsorakoznak. Ha a mikroglia duzzadása tovább halad az elfolyósodás felé, a felsorakozott apoláris elemek megkezdik a pusztulófélben levő mikroglia lebontását és eltakarítását mikroglionofágia útján. A kórfolyamat következő lépése az, hogy a mikrogliajától megfosztott idegsejt maga is tovább pusztul s megkezdődik a már jelenlevő apoláris elemek által a neuronofágia. Az apoláris elemek ilyen módon sokszor mikroglionofágiát és neuronofágiát egyszerre végeznek. Ezt az egész folyamatot a következőképen értelmezem: a mikroglia-duzzadásnak a fellépte, még mielőtt az idegsejt durvább elváltozásokat szenvedett volna, annak a jele, hogy az idegsejt megbetegedése a legkezdetibb stádiumban van még, amikor jóllehet struktúrája még épnek látszik, de belőle már pathológiás anyagcseretermékek lépnek ki. Ezeket a pathológiás anyagcseretermékeket veszi fel magába a mikroglia, miáltal teste szivacszerűen felduzzad. A mikroglia tehát mint egy szűrő, vagy zsili-prendszer működik, amely az idegsejt pathológiás anyagcseretermékeit magába veszi, ezáltal egyrészt megszabadítja ezektől az idegsejtet, másrészt megakadályozza, hogy ezek a szövetbe kijussanak s ezzel a késleltetéssel időt enged az apoláris elemeknek, hogy felszaporodva elkezdhessék lebontó tevékenységüket.

Ezek szerint a mikroglia működése szervesen kapcsolódik be a gliarendszer működésébe, és ez egyszersmind a gliarendszer legelső és legérzékenyebb tagja. Mihelyt az idegsejt kémizmusá pathológiásan változik, aktiválódik a mikroglia és duzzadásra különösen alkalmas testével magábaveszi a pathológiás anyagcseretermékeket. Ha az ártalom tovább hat, a duzzadt mikroglia — valószínűleg kémiai ingerként hatva — aktiválja az apoláris elemeket, amelyek felszaporodva és felsorakozva megkezdik a mikroglionofágiát, majd később a neuronofágiát. Ez a folyamat akti-

válja a makroglia, amely az előbbieket által keletkezett hiányt — bár kisebb értékű szövetrel — pótolja s ezzel a lebontás, eltakarítás és szövetpótlás munkája befejeződött.

A gliarendszer eme hármastagozódású működéséből az apoláris és makroglia működése ismeretes volt, s munkám főeredményeül azt a megállapítást tekintem, hogy a lebontás folyamatát megelőzi a mikroglia elváltozása, és ez az elváltozás célszerű duzzadásból áll s ilyen módon a mikroglia — bár késleltetés útján — de szervesen kapcsolódik be a gliarendszer másik két tagjának munkájába.

(A M. T. Akadémia III. osztálya 1927. évi december hó 5.-én tartott üléséből.)

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HISTOPATHOLOGIE DER MIKROGLIA.

Von L. MEDUNA.

Auf Grund von Beobachtungen an experimentellem Material (Lyssa, herpetische Encephalitis, *B*-Avitaminose Hyperthermie, Inanition) kommt Verfasser hinsichtlich der Funktion der Mikroglia zu folgender Auffassung: Sobald der Chemismus der Ganglienzellen ohne merkliche histologische Veränderung pathologisch sich ändert, fängt die Mikroglia an zu schwellen und nimmt die pathologischen Stoffwechselprodukte in sich auf. Dauert die Einwirkung der Noxe weiter fort, so werden nun offenbar durch chemischen Reiz seitens der Mikroglia die apolaren Gliaelemente aktiviert, welche nun anfänglich gliophagisch, später auch neuronophagisch tätig sind. Ganz zuletzt wird die Makroglia aktiviert, welche die durch Zerfall entstandene Gewebslücke mittels Sklerose ersetzt. Somit vollzieht sich hier eine dreifache Arbeit: 1. Abbau durch Mikroglia, 2. Transport des Gewebsdetritus durch apolare Glia, 3. Ersatz durch Makroglia.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 5. Dez. 1927.)

NÖVÉNYFÖLDRAJZI TANULMÁNYÚT SZICILIA SZIGETÉN 1926 MÁJUS 2—9.

Báró ANDREÁNSZKY GÁBOR-tól.

Észak felől *Palermó*hoz közeledve az ember meglátja a várost a körülötte elterülő kisebb síkok és az azt három oldalról körülvevő, 1000 méterig emelkedő hegyeket, amelyek közül a jobboldalt emelkedő *Monte Pellegrino* 600 m magas mészkőtömege izoláltságával és jellegzetes alakjával tűnik ki.

A város tereit és szélesebb utait leginkább Platanusok és pálmák szegélyezik, a Conca d'Oro síkján narancsligetek terülnek el, a hegyek szelidebb lejtői olajfával vannak beültetve, különben azonban fátlan az egész vidék, erdőt látni nem lehet. A Korzika szigetére oly jellemző dús macehiák Sziciliának legalább ezen a részén teljesen hiányoznak. A művelhető területek a legmesszebbmenőleg ki vannak használva mezőgazdasági termelésre, egyébként a sziklák kivételével minden terület erős legeltetés alatt áll.

A *Monte Pellegrino* még a középkor végén bokrokkal volt fedve, ma távolról teljesen kopárnak látszik. Közel érve hozzá azonban kisebb, *Pinus laricio*-val beültetett ligeteket venni észre a hegyoldal alsó szakaszán, a laposabb részek pedig elég dús növényzettel vannak borítva. Legújabbban nagyobb területeket ültettek be különböző, részben tűlevelű, részben lombos fakkal, amely területeken, miután azok be vannak kerítve, térdig érő növényzet kapott lábra. Itt díszlik legszebben a lakosság kedvenc növénye, a «ginestra» (*Spartium junceum*). Az egész hegyet a mediterrán partvidéki flóra jellemzi. A csúcs alatt a tenger felé eső csaknem függőleges sziklafalak mutatják

a legdúsabb vegetációt. Itt *Asphodeline lutea*-n kívül egy egész sor cserje és félcserje tanyázik: *Scabiosa cretica*, *Artemisia arborescens*, *Euphorbia dendroïdes*, *Silene fruticosa*, *Iberis semperflorens*. Igen sok itt az *Allium subhirsutum*, amely úgy látszik, éppúgy formáció-alkotó Szicília mediterrán régióiban, mint az *Allium pendulinum* Korzikában.

Palermónak és egész Sziciliának kertjeire és köztereire elsősorban jellemző, hogy a zöld *gyep csaknem teljesen hiányzik*; csak nagyon jól öntözhető helyeken találjuk azt meg. Ez a jelenség a klíma száraz voltában leli magyarázatát. A gyp szerepét *tarka virágszőnyegek veszik át*. A kertek fődíszei a pálmák és melegebb tájakról importált lombos fák. Ezek a lombos fák azonban nem adnak annyi árnyékot, hogy alattuk napfényt kedvelő növények, úgy cserjék, mint fűvek, ne tenyészhesenek jól. A palermói botanikus kertnek alig vannak szabad térségei, az egész terület tele van ültetve pálmákkal, fákkal és bokrokkal, míg az egyes növénycsoportok a fák alatt, árnyékban vannak elhelyezve. Némely növénycsoportból és genusból (például *Mesembryanthemum*) szép gyűjtemény van együtt; ezek azonban a rossz elrendezés és cédulázás miatt nem érvényesülnek. Említésre méltó néhány *Archontophoenix Cunninghamii* és a vizinövények medencéje melletti hatalmas *Ficus magnolioides*. Az élősövények Palermó kertjeiben leginkább *Hibiscus rosa-sinensis*-ből állanak.

Május 3-án egy, Monrealetól északra körülbelül 600 m-ig emelkedő hegyhátat néztem meg. A hegy lába olajfával van beültetve, azután egy sűrű *Opuntia* és *Agave* mező következik. Ezen utóbbi növények felfelé egyre gyérebbek lesznek, fönt csak egy-egy nyomorék *Opuntia* található, de mindenfelé gyakori kiaszott gyökérmaradványa, jeléül annak, hogy azelőtt az egész szikár hegyoldal be volt vele növe. Itt közelálló az a feltevés, hogy ennek oka Szicília klímájának szárazabbá válásában keresendő. Az tény, hogy szicília a római birodalom fénykorában Rómának magtárja volt, ma pedig száraz esztendőben a szigeten gyakori az éhínség. Csak azt nehéz elképzelni, hogy nevezett növények, amelyek egyenesen száraz klímára vannak berendezkedve, ne bírnák ki e sziget éghajlatát.

Az egész hegyoldal Monreale fölött kopár, csak a következő bokrok találhatók néhol: *Calycotome infesta*, *Erica multiflora*, *Teucrium fruticans*. A fűnemű növényzetnek két vezérnövénye van: *Ampelodesmos tenax* és *Lupisia galactites*. A Boccadifalco felé eső lejtő kevésbé kopár. Itt olajfaligeteket, kaszálókat és zabvetéseket találunk. A vetésekben, mint gyomnövények, feltűnnek: *Allium nigrum* és *Ornithogalum arabicum*. Sziklás helyeken: *Euphorbia Bivonae* és *E. ceratocarpa*.

Május 4-én Girgentibe utaztam. A sziget északi partjai túlnyomóan sziklásak, a sziklák alatti kisebb sík területeken öntözött kertek és narancs-, citromültetvények terülnek el. A köves, de nem sziklás hegyoldalak olajfákkal vannak beültetve. Csak a sziklás területek nincsenek művelés alatt. Termini Imerese után a vonat a sziget belseje felé fordult egy folyton emelkedő völgyben. Ez a völgy, mint egész Szicilia belseje és déli része teljesen fátlan. Néhol egy-egy Eucalyptus sor látható, egyébként a hegyoldalak egészen 1000 m magasságig, különösen a délebbi részekén, mezőgazdaságilag vannak művelve. Csak a nagyon köves és sziklás területek nincsenek bevetve, itt gyöngyelegelők terülnek el. A főtermény a sziget belsejében a Vicia faba, délfele a lankásabb dombokon a búza. A földeket széles, nagy kapával, köves talajon keskenykapával és csákánnyal művelik; minden gabonatóblából itt-ott sziklatömbök bukkannak ki, amelyek miatt ekével csak itt-ott lehet dolgozni. Cammarate-tól délfele a vidék egyre nyiltabbá, a dombok alacsonyabbakká válnak. Girgenti kéntermő vidékén nagy területek teljesen kopárak; itt május 4-ére a nap heve már mindent teljesen kiégetett. Egyetlen takarmánynövény a *Hedysarum coronarium*, amely itt vadon is előfordul.

Girgenti városa egy magaslaton fekszik, ahonnan a térszín menedékesen lejt délfele a tengerig. A görög templomok környéke szikár legelő, amelyen gyakori az állatok taposása által elkorcsosult *Chamaerops humilis*. Egyéb növények itt: *Phlomis fruticosa*, *Atractylis cancellata* stb. Lejebb az Acragas patak medrének jobbára sós növényzete következik (*Rumex lunaria*), majd ezen alul, csaknem sík területen szép búzatóblák, le egészen addig, ameddig a tenger hullámverése ér. A tengerpart

maga homokos, de két emeletre tagolódik; az alsó, közvetlen parti sáv, amelyet a tenger hullámai állandóan érnek, gyér növényzetű. A másik valamivel magasabban fekszik és térdigérő növényzettel van fedve, amelynek főalkotói: *Ononis breviflora*, *O. ramosissima*, *O. serrata*, *O. variegata* és *Euphorbia paralias*. A tenger itt teljesen nyílt, árapály és erős hullámverés éri a partokat; a hullámok állandóan szállítanak állati és növényi maradványokat és természetesen magvakat is; az ember mintegy látja egyes fajoknak terjedését. Így magyarázható meg, hogy egyes növényfajok, amelyek Északafrika partjain széles elterjedéssel bírnak, Szicília déli partjain is előfordulnak, észak felé azonban tovább nem terjednek. Például *Carduncellus pinnatus*, *Anchusa aggregata*.

A tengerparttól Girgenti felé tekintve karakterisztikus délmediterrán tájat lát az ember. Elöl a két emeletre oszló tengerparti dűnéket, ezek mögött a fátlan, lassan emelkedő síkot sárguló búzatábláival, valamint kisebb legelőivel, köztük néhány házat, annak kis kertjét és szőlejét, a síkot szelő mély, ilyenkor azonban jobbára kiszáradt folyómedreket s a magas háttérben a jelenlegi várost befoglaló, de kelet felé messzeterjedő, romokban heverő régi falak által körülvelt Agrigentum maradványait, köztük elsősorban egy kimagasló homokkőterasz tetején sárga homokkőből épült görög templomokat és itt-ott pálmákkal és falakkal körülvelt villákat.

Girgentitől az út Catania felé mezőgazdaságilag művelt dombvidéken, majd hegyvidéken visz végig, rendesen hegycsúcsokra és hegyoldalakra épült városokkal és falvakkal. Később leereszkedik a vonat a Dittaino folyó völgyébe, amely kiszélesedve lassan síksággá lesz és teljes területében művelve van. Itt, május 5-én, arattak. Cataniához közelebb érve, egyre gyakoribbakká válnak a narancsültetvények és egyre jobban kibontakozik az északi látóhatáron széles alaphól lassan kicsúcsosodó Etna.

Cataniából Taormina felé a vonat narancsligetek és szőlők között állandóan lánván halad. Jobbra a sziklás tengerpart, balra sűrűen egymásra következő falvak és városok, a háttérben a hatalmas tűzhányóval. Taorminánál május 6-án végig haladtam a

különböző emeleteken a tengerparttól a 884 m magas Monte Venere mészkőcsúcsáig. A tengerből kiemelkedő sziklákról az itt endemikus *Centaurea tauromenitana*, *Dianthus rupicolus*, lóg-nak le. A kevésbé sziklás, törmelékes helyeken *Ferula nodiflora*, *Allium arvense* nő, ahol pedig a calcitot csillámpala váltja fel, mindenütt fellép a *Campanula dichotoma*. Feljebb a város felett, Mola felé *Antirrhinum siculum*, *Linaria triphylla*, *Phlomis fruticosa*, nedvesebb helyeken *Thalictrum calabricum*, néhány tölgy és gesztenye nő, míg 400 m felett árnyas, meredek helyeken macchia fedi a hegyoldalt. Ennek alkotói: *Spartium*, *Calycotome*, *Euphorbia dendroides*, *Pistacia terebinthus*, *Teucrium fruticans*, *Phlomis fruticosa* stb. Nagyon sok itt egyébként a *Hedera Helix*. Ez a macchia 2-3 m magasságra is megnő, de távolról sem olyan színes, mint a korzikai, bár sok a hasonlatosság. A *Cistus villosus* és *salvifolius* itt alárendelt szerepet játszanak. 500 méteren felül a bokrok alacsonyodnak, majd egy egészen nyílt, de azért igen gazdag formáció kíséri fel egészen a csúcsig. Sok itt az *Orchidaceae*, *Asphodelus microcarpus*, *Asphodeline lutea*, *Iris sisirymchium* és egy egész sor fűnemű növény.

Május 8-án az Etnára indultam. A hegy nem volt tiszta, sőt csúcsa reggeltől kezdve nem látszott, de azért reméltem, hogy délutánra kiderül. Nicolosi-ig az utat autón szokás megtenni; az út rendkívül sűrűen lakott vidéken. gyümölcsösök és szépen kezelt szőlők közt halad. A talaj, sőt maga az úttest is, láva. Nicolositól az Etna felé vezető út kocsival már nem járható s hamarosan ráér az 1886. évi lávára, amely úgyszólván teljesen kopár, csak itt-ott egy-egy *Sedum* nő rajta, míg a belőle kiálló sziklákon, amelyek régebbi ömlésű lávából vannak, néhány *Genista aetnensis* lakik. Ez a táj tart körülbelül hat kilométeren keresztül 700 m tszf. magasságtól egészen körülbelül 1100 m-ig. E felett ismét elszórtan házakat, körülöttük gyümölcsösöket találunk, természetesen sokkal régibb, már elmállott lává. 1300 m magasságban néhány igen szép gyümölcsöst láttam, amely leginkább, akkor teljes virágban álló almafákból állott. Ezenfelül van az úgynevezett «regione boscosa», azaz erdőrégió, amely olyan helyeken, ahol újabb lávaömlések fák növényét meg nem

gátolják, ritkás gesztenyeerdőből áll. Ezt néhol 3—4 m magas *Genista aetnensis*-állabok váltják fel. A talajt leginkább *Vicia pseudocracca* fedi. Az erdőövet 1600 m táján egy cserjékkel tarkított nyílt formáció követi. Cserjék itt: 1700 m-ig *Genista aetnensis*, 1600-tól egészen a vegetáció határáig *Astragalus siculus*, 1700—2200 m-ig *Berberis aetnensis* és *Juniperus hemisphaerica*. Legjellemzőbb lágyszárú növény a tüskés cserjék oltalmában növekvő *Viola gracilis* (1700—2200 m-ig). 2200 m felett már igen kevés növény él. 2600 m-nél már csak *Astragalus siculus*, *Tanacetum vulgare*, *Robertsia taraxacoides* és *Senecio aetnensis*. Mindezek ottlétemkor még csak éppen, hogy zöldelni kezdtek. Egyéb botanikai megfigyelést ott tenni nem tudtam.

A térszin Nicolositól egész a gesztenyés felső határáig alig észrevehetően emelkedik; mindenesetre megszakítják a terület egyhangúságát a parazita vulkánok meredekebb kúpjaikkal. 1600 m felett a hegyoldal már meredekebb; az ember ott, ahol nincsenek újabbkori lávaömlések, vulkánikus törmeléken és hamun jár. Az út az 1910. évi kitörésű lávafolyam s az akkor keletkezett kráter mellett visz. Ez a legújabb láva az Etnának ezen a táján. Ez ma még teljesen terméketlen. Az 1900 előtti kitörések zuzmókkal, a még régebbiek virágos növényekkel is vannak fedve. 2450 m táján az ember ismét laposabb helyre ér s akkor elhalad egy, alulról a főkráternek vélt kúp, a Montagnola mellett. Innen kezdve ottlétemkor részben a vulkánikus hamu mélysége, részben az akkor dühöngő szélvihar s a ritka levegő megnehezítették a továbbjutást. Itt már gyakran bebukolt a felhő. Végére néhány hőmezőn haladva keresztül elértem az obszervatóriumot. Körülötte növényi életnek nyoma sem volt. A hőmérséklet rendkívül alacsony volt, lassan lesülyedt —2°-ra. Napnyugtakor néhány percre fellebbent a köd s akkor látni lehetett a mélyen alattuk elterülő városokat, kelet felé pedig a tengert, amelyre egy óriási háromszögletű árny vetődött, az Etna árnyéka.

Egész éjjel dühöngött a szélvihar úgy, hogy vezetőm lehetetlennek ítélte napkeltére a kráterhez való fölkapaszkodást. Azonban hajnali 4 órakor kissé alábbhagyott a szél s a keményre fagyott lán, törmeléken és hőmezőkön lassan fölfelé

indultunk a félhomályban. Mélyen lábunk alatt a még teljesen sötétségben elterülő völgyek, a villanyfényben úszó városokkal. Az ég teljesen tiszta. Nyugat felől kerülve kúszunk fel a kúpra, de a krátertől 50 lépésnyire megint olyan erővel tört ki a vihar, hogy már csak hason csúszva érhattünk fel a kráter peremére s tekinthettünk be a mélységbe. Itt voltaképpen csak felfelé törő gőzt lehetett látni és erős kénzagot érezni. Ekkor jött fel a kráter tulsó peremén a nap s lassan láthatóvá vált Szicilia északi partja és a Lipari-szigetek néhány vulkánikus kúpja. A sziget nyugati és déli dombvidéke összeolvadt az éggel a nagy messzeségben.

Lefelé haladva a Valle del Bove mellett mentünk el s itt körülbelül 2900 m magasságban találtam a *Senecio aetnensis* sarjait, mint az első növényt. Majd egymásután előkerült az Etna többi karakterisztikus növénye is.

Növényföldrajzi szempontból tekintve az Etnát, mindjárt feltűnik nekünk, hogy úgyszólván teljesen hiányzik róla a havasi flóra, nagy magassága dacára; a rajta élő endemizmusok és egyéb típusok nem viselik magukon az alpin jelleget; ezek vagy a sík vidékkel közös fajok, vagy olyanok, amelyek máshol alhavasi, sőt hegyi tájon fordulnak elő, mint például *Berberis aetnensis* (Korzika, Szardínia, Dalmácia), *Juniperus hemisphaerica* (Kalábria), *Viola gracilis* (a Földközi tengert környező hegyek hegyitáján). Az Etnának hegyi levegője sincs; mindenesetre megvan a levegő ritkasága és a hőmérséklet alacsonysága, de ettől eltekintve semmi sem tanuskodik arról, hogy az ember hegyvidéken van. A hegyi dús vegetáció okozta üdeség itt teljesen hiányzik. Ennek elsősorban oka kell, hogy legyen az erdőknek csaknem teljes hiánya. A középkorban még őserdők borították az egész hegyet, ma már csak gyér gesztenyéseket találunk rajta s csak az északi lejtőn maradt meg némi fenyőerdő. Az erdők pusztulásának oka részben a hegy vulkánikus működése, részben a földművelés térfoglalása, amely, különösen a hegy lejtőjének alsó részein, termőfölddé alakította át az erdőket.

Ha Sziciliát Korzikkával hasonlítjuk össze, úgy elsősorban szemünkbe ötlük az, hogy Sziciliában dominál a mediterrán jelképe a szigetnek, a korzikai mediterrán-montán és montán jel-

leggel szemben. Korzikában a hegyek nem messze a tengertől felemelkednek a montán régiókba, csak a tengerparton egy keskeny szegélyt engedve át a tisztán mediterrán formációknak; emellett Szicília talaja távolról sem annyira köves, mint Korzikáé és így síkja és dombvidéke teljes egészében mezőgazdasági művelés alatt áll, míg Korzikában a rendkívül kevés síkot nagyrészt, a dombvidéket pedig túlnyomóan, macchiák fedik. Feljebb, a montán régióban, amely Sziciliában körülbelül 1000, Korzikában 800 m magasságban kezdődik, Korzika még sok helyen erdővel van borítva, míg Sziciliában az Etna északi lejtőjén kívül csak a Nebrodokban, Gangi környékén lehet még erdőt találni.

Szicília déli partvidéke már egészen elüt a többi partvidéktől. A part egyenes, nem szaggatott, sík s vagy igen lassan, vagy terrasserűen emelkedik és megy át a dombvidékbe. Az itteni növényzet már tekintélyes részben az Északafrikával való rokonság bélyegét viseli magán.

Ezenkívül rendkívül fontossággal bír az a körülmény, hogy Sziciliában csak az Etnán és néha a Nebrodokban hull hó, a vegetáció ennek folytán az egész szigeten úgyszólván egész éven át fejlődik, míg Korzika belsejének növényzete télen át magas hótakaró alatt hosszú álmot alszik.

Korzikában erősen ki van fejlődve az alpin és szubalpin növényzet, Sziciliában csak a szubalpin van némileg képviselve, mert hegyei az Etna kivételével nem nyúlnak fel a havasi régiókba, az Etna pedig, mint láttuk, havasi flórát fel nem mutat. Míg Korzika flórája az északmediterrán tengerpart, Középeurópa, az Appenninek, Pireneusok hegyvidékének elemeiből és endemizmusokból tevődik össze, addig Sziciliára elsősorban a déli Appenninekkel és Északafrikával való szoros rokonság jellemző.

Ezek voltak azok a benyomások, amelyeket rövid utamon szereztem és amelyeket a gyűjtött növények vizsgálata megerősített. Részletes növényföldrajzi vonatkozások megállapítása természetesen ily rövid idő alatt és ilyen kis anyag alapján nem lehetett a céloom.

A gyűjtött növények jegyzéke.

A Monte Pellegrino déli lejtője, mészkőtörmelék, 50—300 m, május 2.

| | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Paronychia argentea</i> LAM. | <i>Malva althæoides</i> CAV. |
| <i>Silene sericea</i> ALL. | <i>Convolvulus cantabricus</i> L. |
| « <i>vespertina</i> RETZ. | <i>Micromeria fasciculata</i> (RAF.) |
| <i>Sedum hexapetalum</i> POIR. | f. <i>hirsuta</i> Guss. |
| <i>Medicago rugosa</i> DESV. | <i>Plantago coronopus</i> L. |
| <i>Lotus tetragonolobus</i> L. | <i>Campanula erinus</i> L. |

A Monte Pellegrino plateauja, 4—500 m, köves legelők, május 2.

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Aegilops ovata</i> L. | <i>Ferula ferulago</i> L. |
| <i>Ornithogalum montanum</i> TEN. | « <i>glauca</i> L. |
| <i>Iris sisyrinchium</i> L. | <i>Echium parviflorum</i> MOENCH. |
| <i>Biscutella lyrata</i> L. | <i>Linaria reflexa</i> (L.) DESF. |
| <i>Alyssum maritimum</i> (L.) LAM. | <i>Sideritis romana</i> J. |
| <i>Medicago minima</i> (L.) DESV. | <i>Salvia verbenaca</i> L. |
| var. <i>recta</i> (W.) FI. et PAOL. | <i>Plantago psyllium</i> L. |
| f. <i>mollissima</i> (W.) FI. et PAOL. | « <i>lagopus</i> L. |
| « <i>hispidula</i> GAERTN. | <i>Fedia cornucopiæ</i> (L.) GAERTN. |
| f. <i>terebellum</i> (W.) FI. et PAOL. | <i>Campanula erinus</i> L. |
| <i>Lotus tetragonolobus</i> L. | <i>Bellis annua</i> L. |
| <i>Vicia lathyroides</i> L. | f. <i>monocephala</i> NICOTRA. |
| <i>Athamantia sicula</i> J. | <i>Evax pygmaea</i> (L.) PERS. |

Scorzonera deliciosa Guss.

A Monte Pellegrino csúcsának tenger felé eső mészkőszikláí, 5—600 m, május 2.

| | |
|--|---|
| <i>Phleum echinatum</i> HOST. | <i>Scandix pecten Veneris</i> L. |
| <i>Melica minuta</i> L. | <i>Scrophularia peregrina</i> L. |
| f. <i>pyramidata</i> (LAM.) FI. et PAOL. | <i>Orobanche nana</i> NOË. |
| <i>Carex Linkii</i> SCHUHR. | <i>Prasium majus</i> L. |
| <i>Biarum tenuifolium</i> (L.) SCHOTT. | <i>Galium corrudæfolium</i> VILL. |
| <i>Allium subhirsutum</i> L. | « <i>vaillantia</i> WEB. |
| <i>Asphodeline lutea</i> (L.) RCHB. | <i>Scabiosa cretica</i> L. |
| <i>Silene fruticosa</i> L. | « <i>maritima</i> L. |
| <i>Iberis semperflorens</i> L. | f. <i>grandiflora</i> (SCOP) FI. et PAOL. |
| <i>Reseda alba</i> L. | <i>Senecio leucanthemifolius</i> POIR. |
| <i>Vicia hirta</i> L. | f. <i>vernus</i> (BRV.) FI. et PAOL. |
| <i>Lathyrus articulatus</i> L. | <i>Calendula fulgida</i> RAF. |
| <i>Euphorbia dendroides</i> L. | <i>Artemisia arborescens</i> L. |
| <i>Tordylium apulum</i> L. | <i>Hypochaeris achyrophorus</i> L. |

 f. *glauca* (PRESL) FI. et PAOL.

Vicia leucantha Brv. **var. uniflora nova** var.

Differt a tipo pedunculis unifloris et gracilioribus.

Habitat in rupibus calcareis montis Pellegrino in Sicilia.

Szikár, köves hegyoldal Monreale fölött 4–500 m, május 3.

| | |
|--|---|
| <i>Andropogon distachyus</i> L. | <i>Fumana thymifolia</i> (L.) HALÁCSY. |
| « <i>hirtus</i> L. | <i>Erica multiflora</i> L. |
| <i>Briza maxima</i> L. | <i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.)KRAUSE. |
| <i>Ampelodesmos tenax</i> (VAHL.) LK. | f. <i>subsimplex</i> MORIS. |
| <i>Catapodium loliaceum</i> (HUDS.) LK. | <i>Convolvulus siculus</i> L. |
| <i>Ornithogalum narbonense</i> L. | « <i>althæoides</i> L. |
| <i>Asphodelus fistulosus</i> L. | « <i>cantabricus</i> L. |
| <i>Iris alata</i> POIR. | <i>Bartschia trixago</i> L. |
| <i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) RICH. | <i>Teucrium fruticans</i> L. |
| <i>Rumex bucephalophorus</i> L. | <i>Micromeria græca</i> (L.) BENTH. |
| <i>Dianthus caryophyllus</i> L. | « <i>Juliana</i> (L.) BENTH. |
| f. <i>siculus</i> (PRESL.) FR. et PAOL. | <i>Salvia verbenaca</i> L. |
| <i>Sedum rubens</i> L. | « <i>viridis</i> L. |
| <i>Calycotome infesta</i> GUSS. | <i>Plantago Bellardi</i> ALL. |
| <i>Anthyllis tetraphylla</i> L. | <i>Galium corrudæfolium</i> VILL. |
| « <i>vulneraria</i> L. | <i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. |
| var. <i>rubriflora</i> DC. | <i>Asteriscus spinosus</i> (L.) GR. et GOD. |
| <i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L. | <i>Lupsia galactites</i> (L.) O. Ktze. |
| <i>Malva althæoides</i> L. | <i>Scolymus grandiflorus</i> DESF. |
| <i>Polygala monspeliaca</i> L. | <i>Geropogon glaber</i> L. |
| « <i>Preslii</i> SPR. | <i>Centaurea nicæensis</i> ALL. |
| <i>Linum strictum</i> L. | <i>Phagnalon rupestris</i> (L.) DC. |
| « <i>decumbens</i> DESF. | var. <i>Tenorii</i> (PRESL.) FR. et PAOL. |

Boccadifalco felett olajfaligetek és vetések, itt-ott néhány sziklás hely-
lyel, 2–400 m, május 3.

| | |
|--|-----------------------------------|
| <i>Arum italicum</i> MILL. | <i>Lavatera trimestris</i> L. |
| <i>Ornithogalum arabicum</i> L. | <i>Hypericum montanum</i> L. |
| <i>Allium nigrum</i> L. | <i>Euphorbia Bivonæ</i> STEUD. |
| « <i>roseum</i> L. | « <i>ceratocarpa</i> TEN. |
| <i>Iris sisyrinchium</i> L. | <i>Bupleurum subovatum</i> LK. |
| <i>Gladiolus bysantinus</i> MILL. | <i>Convolvulus tricolor</i> L. |
| <i>Serapias longipetala</i> (TEN.) POLL. | <i>Cerintho aspera</i> ROTH. |
| <i>Lathyrus membranaceus</i> PRESL. | <i>Acanthus mollis</i> L. |
| <i>Oxalis cernua</i> TUMB. | <i>Centranthus ruber</i> (L.) DC. |

Girgenti, szikár legelők a görög templomok környékén, május 4.

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Triticum villosum</i> (L.) M. B. | <i>Silene sericea</i> ALL. |
| <i>Osyris alba</i> L. | <i>Cotyledon horizontalis</i> Guss. |

| | |
|---------------------------------------|--|
| <i>Medicago turbinata</i> (L.) WILLD. | <i>Convolvulus tricolor</i> L. |
| <i>f. aculeata</i> (GAERTN.) MORIS. | <i>Sideritis romana</i> L. |
| <i>Hedysarum coronarium</i> L. | <i>Micromeria nervosa</i> (DESF.) BENTH. |
| <i>Lavatera agrigentina</i> TIN. | « <i>græca</i> (L.) BENTH. |
| « <i>trimestris</i> L. | var. <i>congesta</i> BRIQ. |
| <i>Eryngium triquetrum</i> VAHL. | <i>Scabiosa maritima</i> L. |
| <i>Bupleurum Fontanesii</i> GUSS. | <i>Filago germanica</i> L. |
| <i>Kundmannia sicula</i> (L.) DC. | var. <i>spathulata</i> (PRESL.) FI. |
| <i>Ptychotis ammoides</i> (L.) KOCH. | et PAOL. |
| <i>Daucus muricatus</i> L. | <i>Atractylis cancellata</i> L. |
| Ugyanitt homokkősziklákon. | |
| <i>Chamærops humilis</i> L. | <i>Phlomis fruticosa</i> L. |
| <i>Ruta bracteosa</i> DC. | <i>Prasium majus</i> L. |
| <i>Satureja nepeta</i> (L.) SCHEFLE. | |

Az *Acragas* patak melléke és medre, részben sós, részben agyagos, füves területek, Girgentitől délre, május 4.

| | |
|--------------------------------------|--|
| <i>Phalaris paradoxa</i> L. | <i>Melilotus sulcata</i> DESF. |
| <i>Scirpus maritimus</i> L. | « <i>segetalis</i> (BROT.) SER. |
| <i>Scirpus holoschænus</i> L. | <i>Medicago hispida</i> GAERTN. |
| <i>Rumex lunaria</i> L. | <i>f. nigra</i> (W.) FI. et PAOL. |
| <i>Beta maritima</i> L. | « <i>ciliaris</i> (L.) KROCH. |
| <i>Suaeda fruticosa</i> (L.) FORSK. | <i>Lotus ornithopodioides</i> L. |
| <i>Silene gallica</i> L. | <i>Ononis breviflora</i> DC. |
| <i>Diplotaxis erucoides</i> (L.) DC. | <i>Bartschia trixago</i> L. <i>f. breviflora</i> |
| <i>Tamarix africana</i> POIR. | (W.) FI. et PAOL. |
| <i>Lythrum Græfferi</i> TEN. | <i>Plantago coronopus</i> L. |

Búzavetéseken, utak mellett Girgenti és a tenger közt, május 4.

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Elymus europæus</i> L. | <i>Eryngium triquetrum</i> VAHL. |
| <i>Trifolium angustifolium</i> L. | <i>Ammi crinitum</i> GUSS. |
| <i>Daucus gingidium</i> L. | |

Tengerparti homokon, az árapály területén; a part alsó emelete nyílt formáció, május 4.

| | |
|--|---|
| <i>Stipa tortilis</i> DESF. | <i>Matthiola tricuspida</i> (L.) R. BR. |
| <i>Heleochloa explicata</i> (Lk.) HACK. | <i>Cakile maritima</i> Scop. |
| <i>Ammophila pallida</i> (PRESL.) FRITSCH. | <i>Daucus maritimus</i> L. |
| <i>Galilea mucronata</i> (L.) PARL. | <i>Galium vaillantia</i> WEB. |
| <i>Frankenia pulverulenta</i> L. | <i>Crucianella maritima</i> L. |
| <i>Paronychia argentea</i> LAM. | <i>Centaurea sphærocephala</i> L. |
| <i>Silene sericea</i> ALL. | <i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) W. |

Tengerparti homokon, az árapály területén túl; a part felső emelete, zárt fornáció, május 4.

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Scleropoa maritima</i> (L.) SWEET. | <i>Ononis serrata</i> FORSK. |
| <i>Lepturus incurvatus</i> (L.) TRIN. | « <i>variegata</i> L. |
| <i>Silene nicænsis</i> ALL. | <i>Erodium laciniatum</i> W. |
| <i>Lotus cytisoides</i> L. | <i>Euphorbia paralias</i> L. |
| <i>Ononis ramosissima</i> DESF. | <i>Anchusa aggregata</i> LERM. |

Sziklafalal Taormina város alatt, mészkő: május 6.

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Silene Tenoreana</i> COLLA. | <i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC. |
| <i>Dianthus rupicolus</i> BIV. | <i>Scabiosa cretica</i> L. |
| <i>Centaurea tauromenitana</i> Guss. | |

Törmelékes görgeteg Taormina alatt, mészkő, 50—200 m, május 6.

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Allium subhirsutum</i> L. | <i>Ferula nodiflora</i> L. |
| « <i>arvense</i> Guss. | <i>Micromeria græca</i> (L.) BENTH. |
| <i>Campanula dichotoma</i> L. | |

Mészkősziklák Taormina város felett, 2—300 m, május 6.

| | |
|--|-------------------------------------|
| <i>Silene Tenoreana</i> COLLA. | <i>Linaria triphylla</i> (L.) Mill. |
| <i>Lotus cytisoides</i> L. | <i>Teucrium fruticans</i> L. |
| <i>Anchusa italica</i> RETZ. | <i>Phlomis fruticosa</i> L. |
| <i>Antirrhinum siculum</i> UCRIA. | <i>Galium corradæfolium</i> VILL. |
| f. <i>glaberrimum</i> Guss. | <i>Sonchus tenerrimus</i> L. |
| <i>Hypochæris ætnensis</i> (L.) CES P. et G. | |

Ugyanitt palatalajon.

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Cynosorus echinatus</i> L. | <i>Vicia melanops</i> S. et S. |
| <i>Lathyrus articulatus</i> L. | <i>Cistus salvifolius</i> L. |
| f. <i>tenuifolius</i> (DESF.) ROUY. | <i>Campanula dichotoma</i> L. |
| <i>Vicia bithynica</i> L. f. <i>major</i> ARK. | <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L. |

A Monte Venere oldalán nedves, forrásos helyeken, körülbelül 400 m palatalaj; május 6.

| | |
|---|----------------------------------|
| <i>Selaginella denticulata</i> (L.) SPRING. | <i>Calycotome infesta</i> Guss. |
| <i>Silene italica</i> L. | <i>Euphorbia characias</i> L. |
| <i>Thalictrum calabricum</i> SPR. | <i>Anagallis cœrulea</i> SCHREB. |
| <i>Spartium junceum</i> L. | <i>Cerinthe aspera</i> ROTH. |
| <i>Hypochæris achyrophorus</i> L. | |

A Monte Venere oldalán macchiás területek, mészkő, 4—600 m, május 6-án.

| | |
|---|--------------------------------|
| <i>Athyrium filix femina</i> (L.) ROTH. | <i>Spartium junceum</i> L. |
| <i>Pteris aquilina</i> L. | <i>Anthyllis vulneraria</i> L. |
| <i>Ruscus aculeatus</i> L. | <i>Ruta bracteosa</i> DC. |

Pistacia terebinthus L. *Teucrium fruticans* L.
Cyclamen repandum SIBTH. et SM. *Rosmarinus europæus* L.

A Monte Venere felsőbb szakasza, 6—800 m, mészkőtalajon, május 6.

| | |
|--|--|
| <i>Allium roseum</i> L. | <i>Onobrychis caput galli</i> L. |
| f. <i>carneum</i> TARG. TOZZ. | <i>Hedysarum spinosissimum</i> L. |
| <i>Asphodelus microcarpus</i> VIV. | <i>Cistus villosus</i> L. |
| <i>Gladiolus byzantinus</i> MILL. | <i>Erica arborea</i> L. |
| <i>Ophrys arachnites</i> (L.) LAM. | <i>Achusa italica</i> RETZ. |
| <i>Orchis longiciruris</i> LK. | <i>Scrophularia peregrina</i> L. |
| <i>Aceras anthropophora</i> (L.) R. BR. | <i>Teucrium flavum</i> L. |
| <i>Arenaria leptocladus</i> GUSS. | <i>Marrubium vulgare</i> L. |
| f. <i>multiflora</i> (Losc.) FI et PAOL. | <i>Vaillantia muralis</i> L. |
| <i>Silene gallica</i> L. | <i>Filago germanica</i> L. |
| <i>Arabis rosea</i> DC. | var. <i>spatulata</i> (PRESL.) FI. |
| <i>Sedum dasyphyllum</i> L. | et PAOL. |
| f. <i>glanduliferum</i> (GUSS.) FI. | <i>Scorzonera deliciosa</i> GUSS. |
| et PAOL. | " <i>hirsuta</i> L. f. <i>villosæ-</i> |
| <i>Ononis breviflora</i> SER. | <i>formis</i> FI. et PAOL. |
| <i>Onobrychis æquidentata</i> (S. et S.) | <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) LOWE, sző- |
| D'URV. | rös beccóval. |

A Monte Venere csúcsának gyepes helyein, mészkövön, 800—884 m, május 6.

| | |
|--------------------------------------|---|
| <i>Lagurus ovatus</i> L. | <i>Aceras anthropophora</i> (L.) R. BR. |
| <i>Aira caryophyllea</i> L. | <i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L. |
| <i>Avena barbata</i> BROT. | <i>Lathyrus articulatus</i> L. |
| <i>Vulpia ciliata</i> (PERS.) LK. | <i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) MILL. |
| <i>Haynaldia villosa</i> (L.) SCHUR. | <i>Malva silvestris</i> L. |
| <i>Asphodeline lutea</i> (L.) RCHB. | <i>Linum decumbens</i> DESF. ibolyaszín |
| <i>Iris sisyrinchium</i> L. | virágokkal. |
| <i>Orchis morio</i> L. | <i>Bartschia latifolia</i> (L.) S. et S. |
| " <i>papilionacea</i> L. | <i>Micromeria græca</i> (L.) BENTH. |
| " <i>quadripunctata</i> CYR. | " " var. <i>longiflora</i> |
| " <i>tridentata</i> SCOP. | (TOD). |

Crupina erupinastrum (MORIS) VIS.

Az Etna lejtőjén Nicolosi felett az 1886. évi lánván, 700—1000 m, május 9.

Sedum rubens L. *Sedum dasyphyllum* L.
Spartium junceum L.

E felett a «Regione cultivata» felső és a «Regione boscosa» alsó szakaszán, teljesen elmállott lánván 1000—1400 m május 9.

| | |
|---|---|
| <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) BERNH. | <i>Lupinus linifolius</i> ROTH. |
| <i>Ceterach officinarum</i> W. | <i>Genista ætnensis</i> (BIV.) DC. |
| <i>Asphodeline lutea</i> (L.) RCHB. | <i>Ornithopus compressus</i> L. |
| <i>Orchis papilionacea</i> L. | <i>Vicia pseudoceracea</i> BERT. |
| « <i>tridentata</i> Scop. | <i>Anchusa hybrida</i> TEN. |
| <i>Silene conica</i> L. f. <i>glandulosa</i> CALD. | « <i>undulata</i> L. |
| <i>Isatis tinctoria</i> L. f. <i>caulescens</i> (DC.) | <i>Linaria heterophylla</i> DESF. |
| Fl. et PAOL. | <i>Satureja alpina</i> (L.) SCHEELE. |
| <i>Sedum tenuifolium</i> (S. et S.) STROBL. | <i>Senecio chrysanthemifolius</i> POIR. |

A «Regione boscosa» felső szakasza, bokros terület 1400—1600 m, máj. 9.

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| <i>Pteris aquilina</i> L. | <i>Potentilla argentea</i> L. |
| <i>Orchis sambucina</i> L. | <i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. GRAY. |
| | <i>Bellis perennis</i> L. |

A «Regione deserta» legalsó szakasza, nyílt formáció, itt-ott törpe cserjékkel, elmállott láva, 1600—1800 m, május 9.

| | |
|---|--|
| <i>Bromus tectorum</i> L. | <i>Erysimum canescens</i> ROTH. |
| <i>Scleranthus annuus</i> L. | <i>Viola parvula</i> TIN. |
| <i>Sagina subulata</i> (SW.) PRESL. | f. <i>ætnensis</i> TIN. |
| <i>Arabidopsis Thaliana</i> (L.) HEYNH. | <i>Myosotis pusilla</i> LOIS. f. <i>incrassata</i> |
| <i>Draba verna</i> L. | (GUSS.) Fl. et PAOL. |
| <i>Alyssum foliosum</i> ROUY et CHAUB. | <i>Taraxacum levigatum</i> DC. |

A «Regione deserta» felsőbb szakasza, fel egész a vegetáció határáig, 1800 m-től felfelé, mély vulkánikus hamu, május 9.

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Juniperus hemisphærica</i> PRESL. | <i>Astragalus siculus</i> BIV. |
| <i>Berberis ætnensis</i> R. et S. | <i>Viola gracilis</i> S. et S. |

A gyűjtött növények meghatározásához elsősorban használt művek a következők voltak:

- BRIQUET: Prodrôme de la Flore Corse. I. (1910.), II. 1. (1913.)
 « *Spicilegium corsicum*, ou Cat. des plantes réc. en Corse par M. Emile Burnat en 1904. (1905.)
- CESATI, PASSERINI, GIBELLI: Compendio della Flora Italiana. (1867.)
- FIORI e PAOLETTI: Flora analitica d'Italia. I—IV. (1896—1908.)
- GUSSONE: Floræ Siculæ Synopsis. (1842.)
- STROBL: Flora der Nebroden mit Bezug auf die Flora ganz Siziliens. (Aus Flora 1848.)

Ezenkívül kisebb cikkek Szicilia flórájáról és néhány genus monografiája.

*

Összehasonlításra a budapesti Tud. Egyetem Növényrendszertani intézetének és egyes kétes esetekben a Magyar Nemzeti Múzeum herbáriumát használtam fel, melyért nevezett intézetek igazgató urainak ezúton is hálás köszönetet mondok.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 március 12.-én tartott üléséből.)

PFLANZENGEOGRAPHISCHE STUDIENREISE AUF DER INSEL SICILIEN 2—9. MAI 1926.

Von Br. GABRIEL ADREÁNSZKY.

Die Umgebung Palermos ist abgesehen von den Kulturformationen baumlos; auch fehlen die dichten Macchien. Der Monte Pellegrino, der im Mittelalter noch mit Gebüsch bedeckt war, ist jetzt kahl. An den für weidende Tiere unerreichtbaren Felsen sehen wir eine Menge von Sträuchern und Halbsträuchern, sonst ist alles stark abgeweidet.

Die Gärten von Palermo sind sehr arm an Rasen wegen der Trockenheit der Luft. Der Botanische Garten ist dort sehr dicht mit Bäumen und Palmen bepflanzt, so dass die Stauden und Kräuter meistens im Schatten verwirrt und überfüllt wachsen.

Am 3 Mai sah ich einen kahlen Bergrücken bei Monreale an, mit *Ampelodesmos tenax* und *Lapsia galactites*.

Der grösste Teil Siciliens ist bebaut, in den nördlichen Gebirgen mit Oliven, im Süden mit Getreide und Saubohnen; die einzige Futterpflanze ist *Hedysarum coronarium*. Nur auf Felsen und sehr steinigem Boden finden wir spontane Vegetation.

Girgentis Umgebung war am 4 Mai schon ziemlich ausgedorrt. Der Strand, in zwei Etagen, gleicht schon dem Meeresstrande Nordafrikas.

Von Girgenti reiste ich über Catania nach Taormina, wo ich zwei Endemismen: *Centaurea tauromenitana* und *Dianthus rupicolus* fand. Am Monte Venere beobachtete ich eine Macchienzone und eine höhere Region, mit *Asphodelus microcarpus*, *Asphodeline lutea* und mit vielen Orchideen.

Am 8 und 9 Mai bestieg ich den Ätna. Wegen der frühen Jahreszeit waren die oberen Regionen noch vegetationslos, nur *Viola gracilis* blühte bis ca. 2200 M. Der Ätna besitzt eigentlich keine Alpenflora und auch keine Bergluft; zwar ist die Niedrigkeit der Temperatur und des Luftdruckes vorhanden. Es fehlen jedoch die Wälder der unteren Regionen.

Siciliens Flora im Vergleich mit der Korsikas besitzt einen viel südlicheren Charakter und gehört fast ganz der unteren mediterranen Zone an, während die Flora Korsikas von einer schmalen Küstenzone abgesehen eher mediterran-montan erscheint.

(Aus der Sitzung der 3. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. März 1928.)

AZ NO SÁVOS SZÍNKÉP ÚGYNEVEZETT HARMADIK POZITÍV CSOPORTJÁHOZ TARTOZÓ SÁVOK VONALAINAK ZEEMAN-JELENSÉGÉRŐL

POGÁNY BÉLA I. tagtól és SCHMID REZSŐ vendégtől.

A sávos színeképek vonalainak ZEEMAN-jelenségével foglalkozó kísérleti vizsgálatok száma elenyészően csekély és tényleg az ösmert szerkezetű sávos színeképek csekély töredékének vonalairól tudjuk csak, hogyan viselkednek mágneses térben? A helyzet jellemzésére megemlíthető, hogy az amerikai National Research Council által kiküldött Committee on Radiation in Gases által a sávos színeképekről 1926 decemberében kiadott 360 oldalas jelentés mindössze 15 oldalt szentel az idevonatkozó vizsgálatok ismertetésének és ez azzal kezdődik, hogy¹ «The observations which have been made on the ZEEMAN effect for band lines are rather bewildering». Azóta két szép dolgozat jelent meg e tárgykörből, E. C. KEMBLE, R. S. MULLIKEN és F. H. CRAWFORD² dolgozata az ANGSTROM CO sávok és WILLIAM W. WATSON és B. PERKINS jr.³ dolgozata az AgH , AlH , $ZuII$ és $MgII$ sávok ZEEMAN-jelenségéről.

A sávok vonalai általában kevésbé érzékenyek a mágneses térrel szemben, mint az atómvonalak és úgy az elmélet, mint az eddigi tapasztalat szerint is oly nagyságrendű mágneses fel-

¹ Bulletin of the Nat. Res. Council. Vol. 11. Number 57. Molecular spectra in Gases. 337. l.

² KEMBLE, MULLIKEN, CRAWFORD: Phys. Rev. Vol. 30. 1927. 438. l.

³ WATSON, PERKINS: Phys. Rev. Vol. 30. 1927. 592. l.

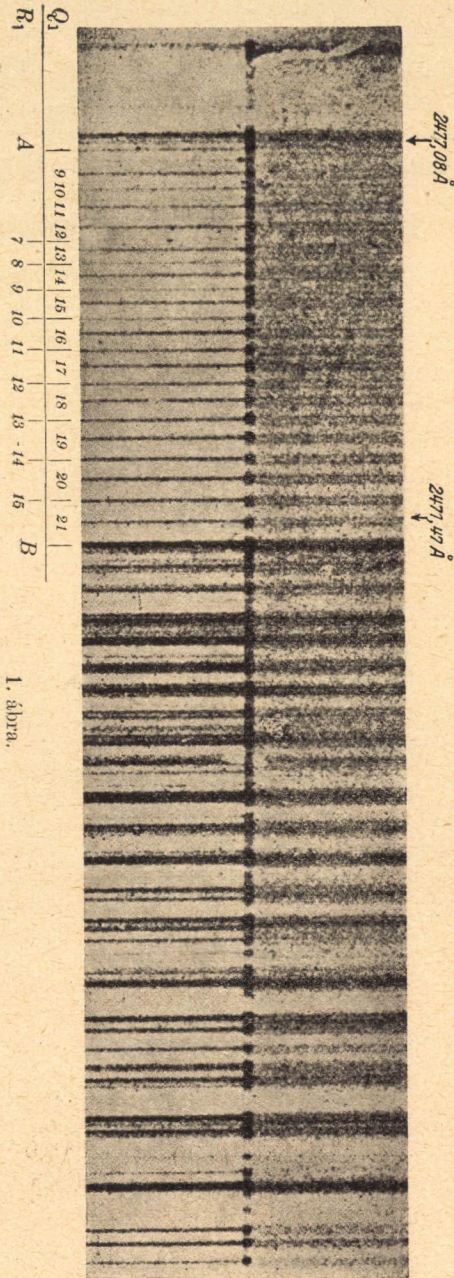
bontások, mint amilyenek a szorosabb értelemben vett vonalás színekpek vonalainál észlelhetők, a sávok vonalainál általában csakis a rotációs kvantumszám kicsiny értékei mellett, vagyis a sávok zérushelyeinek közelében várhatók. A zérushely azonban rendszerint közel van a sávok fejéhez, hol a vonalak igen közel esnek egymáshoz, azonkívül a zérushely környezetében lévő vonalak fényerőssége igen csekély, mert a zérushelytől kiindulva növekedik a fényerősség a különböző ágakban. Innen származnak az experimentális nehézségek, melyek a sávok ZEEMAN-jelenségének megfigyelése elé tornyosulnak. Hogy ezek mily nagyok, annak illusztrálására felemlítem, hogy a fenti szerzők 36—42 órai expozícióval nyerték csak felvételeiket.

Az NO -sávok harmadik pozitív csoportjának (γ -sávok) azok a vonalai, melyek az 1 indexű és 2 indexű ágak zérushelyei közé esnek, alkalmasnak mutatkoztak a ZEEMAN-jelenség vizsgálatára. Ezek közül ugyanis a Q_1 és R_1 -vonalak kétszer olyan fényerősek, mint a P_1 és R'_1 -vonalak, mert az előbbieket tulajdonképpen összeeső Q_1 és P'_1 , illetőleg R_1 és Q'_1 -vonalak.

Az expozíció idejének alkalmas megválasztásával elérhető tehát, hogy a Q_1 és R_1 -vonalak egész a zérushelyig követhetők legyenek, viszont a gyengébb P_1 és R'_1 vonalak jelenléte az észlelést ne zavarja.

A színekpek előállítására a HILGER-féle FI Quarz spektrographot használtuk. Hogy e készüléknek lehetőleg mennél nagyobb felbontóképességű vidékén dolgozhassunk, a γ -sávok közül a rövidebb hullámhosszúságú (0, 2) és (0, 1) sávokat választottuk ki. A (0, 2) sáv 1 indexű ágainak zérushelye körülbelül 2478 Å-nél, a (0, 1) sáv 1 indexű ágainak zérushelye körülbelül 2368 Å-nél van. Az előbbi helyén a színekpeknek 2.65 Å, az utóbbi helyén 2.27 Å esett 1 mm-re a fényképező lemezen.

Fényforrásul levegővel telt kvarcsőben létesített elektromos kisülést használtunk. Egy GAEBE-szivattyú állandóan szívta keresztül a kvarcsőben az atmoszferikus levegőt. A gáznyomás a csőben néhány mm Hg volt. A kisülést 5000—7000 Voltos egyenárammal, 100, usque 200 Milliampère áramerősség mellett létesítettük. A sávok ekkor oly fényerővel jelentkeztek, hogy 5, usque 20 perces expozíciós idővel dolgozhattunk. A kvarc-



1. ábra.

csövek átmérője mintegy 15 mm volt; a csövek a közepén anynyira össze lettek lapítva, hogy jól elfértek az elektromágnes 7 mm-es interferikumában. Elektromágnesünk HANS BOAS-féle. Léghűtésre van berendezve. A mágnesező tekercsei egy skatulyában vannak egymástól levegőrésszel elválasztva és egy a mágnes aljába beépített ventilátor, melyet elektromotor hajt, hűti őket. A mágnes állandóan táplálható 20—25 Ampèrrel komolyabb felmelegedés nélkül. A mágnespólusok homloklapfelületei 1 centiméter átmérőjű körök voltak. A kvarc-csövet úgy állítottuk a pólusok közé, hogy a cső tengelye merőleges volt a mágneses térerősségre. A megfigyelés iránya merőleges volt úgy a kvarc-cső tengelyére, mint pedig a mágneses térerősségre. Mágneses erőterben ceteris paribus rövidebb expozíciós idővel lehetett dolgozni, mert a kislülés, mely mágneses tér nélkül az egész csövet betölti, mágneses térben

összehúzódik egy a térerősségre merőleges síkú keskeny rétegre, mely a réteg síkjában fekvő megfigyelési irányokban a dolog természete szerint nagyobb fényerővel sugároz.

A mágneses tér erősségét egy HARTMANN és BRAUN-féle 5 mm átmérőjű bizmutspirális ellenállás-változása alapján határoztuk meg. A hosszú nyélre erősített spirálist felülről annyira dugtuk be a kvarccsőbe, hogy a spirális éppen a mágneses homlokfelületeinek közepmagasságába kerüljön. Az említett viszonyok mellett 20 Ampèrrel mintegy 26,000 GAUSS-erősségű mágneses teret létesíthettünk.

Az ábrában látható felül a (0, 2) sáv eleje 26000 GAUSS erősségű mágneses térben körülbelül 30-szoros nagyításban. A kép alsó fele a mágneses tér nélküli spektrumot mutatja. *A*-nál van az 1 indexű ágak zérushelye, *B*-nél a P_2 -ág megfordulásának helye. Közül láthatók a $Q_1(21) - Q_1(6)$ és az $R_1(15) - R_1(7)$ vonalak. A mágneses térben e vonalak mint dublettek mutatkoznak. Lehetséges és valószínű, hogy bonyolultabb szerkezetű vonalcsoportokról van szó, melyeknek azonban az alkalmazott mérsékelt felbontás mellett csak intenzitásbeli súlypontjaik figyelhetők meg. A mágneses felbomlásra nem volt befolyással, ha nicolprizma közbeiktatásával csak az erővonalakkal párhuzamosan vagy csak rájuk merőlegesen rezgő elektromos vektorú fényt engedtünk a spektrographba.

Felvételeinket egy ZEISS-gyártmányú ABBE-féle komparatoron mértük ki. A mágneses dublettek jóval a *B*-ponton túl követhetők a nagyobb frekvenciák felé. A mérés céljaira csak olyan izolált vonalakat választottunk ki, melyek szomszédjai már oly távol vannak, hogy a mágneses dublettösszetévként nem fedik egymást. A dublettösszetévként átlagos távolsága a legkisebb a (0, 2) sávban, mintegy 0.040 mm. Ez a távolság a komparatoron mintegy $\pm 5\%$ pontossággal volt mérhető.

Az 1. táblázatban található a (0,) sáv vonalainak dublett-távolságai hullámszámban, cm^{-1} -ben kifejezve.

1. Táblázat.

| m | Q_1 | R_1 | R'_1 | Q_2 | R_2 | R_2 |
|-----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 6 | 1.68 | — | | | | |
| 7 | 1.76 | — | | | | |
| 8 | 1.84 | — | | | | |
| 9 | 1.72 | — | | | | |
| 10 | 1.89 | 1.55 | | | | |
| 11 | 1.64 | 1.68 | — | 1.38 | | |
| 12 | 1.72 | 1.72 | — | 1.80 | | |
| 13 | 1.59 | 1.68 | — | — | | |
| 14 | — | 1.64 | — | — | | |
| 15 | 1.51 | 1.64 | — | — | | |
| 16 | 1.74 | — | — | — | — | — |
| 17 | 1.69 | — | — | — | — | 1.72 |
| 18 | 1.55 | — | — | 1.59 | 1.42 | — |
| 19 | 1.51 | 1.55 | — | — | 1.51 | — |
| 20 | 1.51 | 1.76 | — | 1.09 | — | — |
| 21 | 1.51 | — | — | — | 1.64 | — |
| 22 | — | — | — | — | — | — |
| 23 | — | — | 1.55 | — | — | — |
| 24 | — | 1.47 | — | 1.09 | — | — |
| 25 | — | 1.22 | — | — | — | — |
| 26 | — | — | | | | |
| 27 | — | — | | | | |
| 28 | — | — | | | | |
| 29 | 1.38 | 1.30 | | | | |
| 30 | 1.34 | — | | | | |
| 31 | 1.38 | | | | | |
| 32 | 1.38 | | | | | |

A táblázat első oszlopában található az m folyószám, mely az m^* rotációs kvantumszámtól $\pm \frac{1}{2}$ -el különbözik. A különböző ágak vonalainak az m folyószám különböző értékeihez tartozó hullámhosszúságai MARIA GUILLERY¹ dolgozatában található. Mint a táblázatból látható, a dublettösszetevők távolsága a rotációs kvantumszám növekedésével általában csökken.

Összehasonlításként számítsuk ki 26000 GAUSS-ra a normális ZEEMAN-triplet felbontását, vagyis két szélső összetevőjének $d\nu$

¹ M. GUILLERY: Zeitschrift f. Phys. 42. k. 1927. 131. l.

távolságát hullámszámokban, cm^{-1} -ben. Az ösmert összefüggés¹ szerint:

$$d\nu = -\frac{d\lambda}{\lambda^2} = 9.5 \times 10^{-5} \times H \text{ cm}^{-1},$$

tehát $H = 2.6 \times 10^4$ GAUSS térerősségre

$$d\nu = 2.47 \text{ cm}^{-1},$$

ami $\lambda = 0.247 \times 10^{-4}$ cm hullámhosszúságnál mintegy

$$d\lambda = 0.15 \times 10^{-8} \text{ cm} = 0.15 \text{ \AA}-\text{nak}$$

felel meg.

A (0, 1) sáv első vonalain észlelt dublett-távolságok a 2. táblázatban vannak összeállítva.

2. Táblázat.

| A vonal megnevezése | Felbontás cm^{-1} -ben |
|------------------------|------------------------------------|
| $Q_1(11) R_1(5)$ | 1.98 |
| $Q_1(12) R_1(6)$ | 1.90 |
| $Q_1(13) R_1(7)$ | 1.98 |
| $Q_1(14) R_1(8)$ | 1.80 |
| $Q_1(15) R_1(9)$ | 1.88 |
| $Q_1(16) R_1(10)$ | 1.66 |
| $Q_1(17) R_1(11)$ | 1.74 |
| $Q_1(18) R_1(12)$ | 1.78 |
| $Q_1(19) R_1(13)$ | 1.57 |
| $Q_1(20) R_1(14)$ | 1.78 |

m kicsiny értékei mellett, vagyis a zérushely közelében a $Q_1(m)$ és $R_1(m-6)$ vonalak egybeesnek² és m növekedésével fokozatosan szétválnak. Ennek következtében m bizonyos értékétől kezdve a mágneses dublettösszetévők egymás mellé kerülve összefolynak és a mágneses felbontás nem észlelhető. Egyéb-ként m növekedésével a felbontás itt is csökkenni látszik.

¹ F. PASCHEN: Phys. Zeitschrift 8. k. 522. l.

² Lásd erre vonatkozólag SCHMID R. cikkét: Zeitschrift f. Physik 49. k. 428 l. 1928.

A (0, 0) sávnak is mintegy 8 vonalán észlelhető volt a felbontás. Még nagyobbak adódtak, mint a (0, 1) sávban. Például az $R_1(10)$ és $Q_1(16)$ vonalak felbontása mintegy 2.4 cm^{-1} volt, ugyancsak 26,000 GAUSS erősségű térben.

Ami a felbontás nagyságának a térerősségtől való függését illeti, 12,000 GAUSS erősségű térben még semmi nyoma a felbontásnak, viszont 17,000 GAUSS-nál alig kisebb, mint 26000 GAUSS-nál.

E sávok emissziójának megfelelő elektronátmenet egy $^2S \rightarrow ^2P_i$ átmenet. Hasonló szerkezetűek a Z_nH -sávok, melyeknek a $^2P_1 \rightarrow ^2S$ elektronátmenet felel meg. Ezeknek ZEEMANN-jelenségét tanulmányozták W. W. WATSON és B. PERKINS jr.¹ és a ZEEMAN-jelenség, melyet a Z_nH -sávokon észleltek, főbb vonásaiban egyezést mutat az általunk észlelt felbontási típussal. Ez várható, ha meggondoljuk, hogy a ZEEMAN-jelenség típusát az elektronenergianívóknak megfelelő «term»-ek mágneses felbontásai szabják meg. Ily módon a ZEEMAN-jelenség hathatós segéd-eszköz a molekulák elektronenergianívóinak identifikálásánál. A sávok vonalainak ZEEMAN-jelenségére vonatkozólag részletes elmélet eddig csak oly molekulákra nézve van,² melyeknek mágneses momentuma mereven hozzá van kötve az atómmagokat összekötő tengelyhez. Igen nagy megközelítésben így viselkedik a molekula például egy $^1S \rightarrow ^1P$ átmenetnél. A KEMBLE által kifejtett elméleti várakozást a CO ÅNGSTRÖM-sávokon észlelt ZEEMAN-jelenség szépen igazolta.

Az általunk észlelt ZEEMAN-jelenség — a közelítőleg normális felbontású dublett — felléptének lehetőségére I. H. VAN VLECK mutatott rá³ és úgy magyarázza, hogy a molekula mágneses momentuma vagy a kezdő- vagy a véghelyzetben egy GOUDSMIT—UHLENBECK-féle pörgettyüelektrontól származik, mely nagyon lazán van hozzákötve az atómmagokat összekötő tengelyhez. Már aránylag nem nagy mágneses erők ezt a laza kötést szétrombolják és a pörgettyüelektron szabadon orientálódik a mágneses térrel párhuzamosan vagy antipárhuzamosan.

¹ W. W. WATSON és B. PERKINS jr. l. c.

² Lásd KEMBLE, MULLIKEN, CRAWFORD l. c.

³ I. H. VAN VLECK: Phys. Rev. 28. k. 1926. 1006. l.

A laza kötés a kezdő állapotban várható, mely az általunk észlelt $NO-\gamma$ -sávoknál egy 2S állapot.

Vizsgálatainkat nagyobb felbontóképességgel és regisztráló mikrophotométerrel folytatni fogjuk.

Örömmel ragadjuk meg az alkalmat, hogy a Természettudományi Kongresszus végrehajtó Bizottságának a vizsgálatokhoz használt eszközökért e helyen is leghálásabb köszönetünket fejezzük ki.

Budapest, Műegyetemi kísérleti fizikai intézet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 április 23.-án tartott üléséből.)

ÜBER DEN EINFLUSS DES MAGNETFELDES
AUF DIE BANDENLINIEN DER DRITTEN POSITIVEN
STICKSTOFFGRUPPE (γ -BANDEN).

Von B. POGÁNY k. Mitglied der Akademie und R. SCHMID.

Mit Hilfe eines Hilgerschen Quarzspektrographen $E1$ von der Auflösungskraft $2.27-2.65 \text{ \AA}$ pro Plattenmillimeter wurden die γ -Banden im Magnetfelde photographiert.

Es ergaben sich Dublette, deren Aufspaltungen bei Annäherung an die Nullstellen gegen die normale Aufspaltung $d\nu = 2.47 \text{ cm}^{-1}$ zu konvergieren scheinen.

Die Arbeit ist vollinhaltlich erschienen in der Zeitschrift für Physik Bd. 49. p. 162. 1928.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 23. April 1928.)

AZ NO SÁVOS SZÍNKÉP HARMADIK POZITÍV CSOPORTJÁNAK SÁVJAIRÓL (γ -SÁVOK).

SCHMID REZSŐ-től.

A kérdéses sávok a kétatomú NO molekula emisszióját képezik. Egy molekula E energianívóját általában három kvantumszám jellemzi: az elektronkonfigurációt megszabó e , a molekulát alkotó atómmagoknak az őket összekötő egyenes mentén végbemenő vibrációját meghatározó n és végül a molekulának a magokat összekötő tengelyre a súlypontban merőleges tengely körül végbemenő rotációját meghatározó m kvantumszám: $E(e, n, m)$. Egy sáv vonal tehát létrejön, ha a molekula az E' ($e' n', m'$) kezdeti állapotból átmege az E'' (e'', n'', m'') végállapotba. A kérdéses γ -sávok emissziójának megfelelő elektronátmenet egy ${}^2S \rightarrow {}^2P_i$ átmenet. A γ -sávok rendszerét kisebb diszperzióval már DESLANDRES, BAIR és LEIFSON és újabban abszorpcióban M. LAMBREY¹ tanulmányozták. BAIR és LEIFSON vizsgálatai alapján az egyes sávokhoz hozzárendelhető volt az $n' n''$ vibrációs számoknak egy értékpárja, amint az az alábbi táblázatban látható.

| $n'' \backslash n'$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0 | 2268 S | 2369 S | 2477 G | 2594 G | 2721 G |
| 1 | 2154 S | 2244 S | 2330 | 2446 | 2558 G |
| 2 | 2060 | 2134 | 2222 | 2316 S | 2417 |
| 3 | 1961 | 2035 | 2115 | 2198 | 2289 S |
| 4 | — | 1953 | 2021 | 2099 | 2181 |

¹ M. LAMBREY: Compt. Rendues, 183. 382. 1. 1927.

A táblázatba írt számok a sávok fejeinek hullámhosszúságait jelentik $\overset{\circ}{A}$ -egységekben mérve.

GUILLERY MÁRIA¹ azután nagy diszperzióval megvizsgálta a (0, 2), (0, 3), (0, 4), (1, 4) sávokat, melyek a táblázatban vastag betűvel vannak szedve és G betűvel megjelölve. E sávok vonalainak frekvenciái között talált kombinációs összefüggések alapján e sávok szerkezetét a következő formulákkal írta le:

$$\left. \begin{aligned} Q_i(m) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^*) = \nu_0 + B(m - \frac{1}{2})^2 - b_i m^2, \\ P'_i(m+1) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^* + 1) = \nu_0 + B(m + \frac{1}{2})^2 - b_i(m+1)^2, \\ P_i(m) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^* + 1) = \nu_0 + B(m - \frac{1}{2})^2 - b_i(m+1)^2, \\ R_i(m) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^* - 1) = \nu_0 + B(m - \frac{1}{2})^2 - b_i(m-1)^2, \\ Q'_i(m+1) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^*) = \nu_0 + B(m + \frac{1}{2})^2 - b_i m^2, \\ R'_i(m+1) &= \nu_0 + F(m^*) - f_i(m^* - 1) = \nu_0 + B(m + \frac{1}{2})^2 - b_i(m-1)^2, \end{aligned} \right\} (1)$$

hol $i = 1, 2$ és a kezdőhelyzetben

$$m^* + \frac{1}{2} = m,$$

lévén m mint folyószám egész és a véghelyzetben

$$m^* = m.$$

Jelen dolgozat e munka folytatása, amennyiben sikerült kimérni és sorozatba szedni a (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), (2, 3) és (3, 4) sávok vonalait, melyek a táblázatban vastagon szedve S betűvel vannak jelölve.

A GUILLERY által kimért sávok a rendszer legfényerősebb sávjai, melyeknek egyes ágait GUILLERY 3 és 4 órai expozíciókkal körülbelül $m = 45$ -ig tudta követni. A vizsgálat kiterjesztése azáltal vált lehetségessé, hogy sikerült egy olyan fényforrást szerkeszteni, mellyel az említett fényzегényebb sávok is a HILGER-féle E_1 kvarespektrográfban 5, usque 30 perc alatt kiexponálhatók voltak.

Fényforrásul egy 8—15 mm átmérőjű kvarc-cső szolgált, melyen néhány mm Hg -nyomás mellett állandóan atmoszférikus levegő áramlott keresztül. Az emisszió gerjesztése mintegy 5—7000 Volt egyenáramú feszültséggel és 150—200 Milliampère

¹ M. GUILLERY: Zeitschrift f. Phys. Bd 42. 1927. 121. 1.

áramerősséggel történt. A megvizsgált sávok a spektrográf úgynevezett harmadik pozíciójában fotografálhatók.

E harmadik pozícióban $2\cdot3 \sim 1\cdot9 \text{ \AA}$ esik egy mm-ére a fényképező lemeznek. A felvételeket egy ZEISS-ABBE komparátorral mértem ki. A sávok fotografálása alkalmával a rés felső fele le volt fődve; a lefödött helyre a vasív spektrumát vettem föl. A használt vaselektrodok anyaga HILGER féle spektroszkópiailag tiszta vas volt; az ív két 5 mm átmérőjű Fe pálcá között égett (levegőben) és mindig körülbelül 6 mm hosszú volt. A hullámhosszméréshez használt Fe -vonalak hullámhosszúságait részben KAYSER: Handb. d. Spektroskopie VI. kötetéből, részben pedig a HILGER-laboratórium adataiból vettem. Ezek a Fe -vonalak hullámhosszai csupán $0\cdot01 \text{ \AA}$ -ig vannak megadva, míg GUILLERY, aki nem dolgozott a spektrumnak 2400 \AA -n túli ibolya vidékén, a BURNS-tól származó és $0\cdot01 \text{ \AA}$ -ig megadott Fe -normáliákat használhatta. (Kívánatos volna BURNS-féle nemzetközileg normáliáknak elfogadott méréseket kiterjeszteni a spektrum távolabbi ibolyántúli részére is.) Egy sávonal helyét a spektrumban több személy, több különböző felvételen, több Fe -színeképvonalhoz viszonyítva határozta meg, többszörös interpolációval. Az ily módon egy-egy sávonalra nyert hullámhosszúságok $0\cdot03 \text{ \AA}$ -ön belül mindig egyeztek.

Ez a $0\cdot03 \text{ \AA}$ intervallum a spektrumnak $2400 \sim 2100 \text{ \AA}$ ibolyántúli vidékén átlagban $0\cdot6$ -ot jelent $\frac{1}{\lambda} = \nu$ -ben (a hullám-számban) kifejezve.

Az Fe -színeképvonalakhoz való hozzámérés révén a sávonaloknak levegőben mért hullámhosszai voltak meghatározhatók, melyekből azután a KAYSER-től származó táblázatok segítségével a vákuumra redukált hullámszámokat kerestem ki.

A mérések eredményeit a Zeitschrift für Physik 49. kötetében a 428—462. oldalakon közölt táblázatok tartalmazzák.

Az általam kimért sávonalak az I—VII. táblázatokban vannak, sorozatokba rendezve, föltüntetve. (λ rovatban a levegőben mért hullámhosszak \AA egységekben, ν rovatban a vákuumra redukált hullámhosszak reciprokjai cm^{-1} -egységekben.) Az I. táblázatok a GUILLERY által $m =$ körülbelül 40 -ig kimért $(0, 2)$ sáv

vonalaikat tartalmazzák folytatólag körülbelül $m = 60$ -ig. (A továbbiakban a GUILLERY-től származó adatokat G -vel, a részben tőle, részben tőlem meghatározott számadatokból összetevődött mennyiségeket (G) -vel jelöltem meg.) A táblázatokban szereplő m folyószám megkülönböztetendő a tulajdonképpeni m^* rotációs kvantumszámtól (l. (1)-ben).

Egy adott n' és n'' vibrációs számú sáv különböző P, Q, R, R' rész-sorozatainak különböző m -ekhez tartozó vonalaikat alkalmas módon kombinálva, lehetséges a kezdő- és véghelyzeteket jellemző rotációs-spektrális-termeknek differenciáit, mint az m folyószám függvényeit meghatározni.

Jelentse $F'(m)$ a kezdő, $f(m)$ a véghelyzetek rotációs termjeit. Az (1) alatti formulák szerint egy n', n'' számpárhoz tartozó sáv kezdőállapotát jellemző $F'(m)$ termje egyszerű, ellenben a végállapotra vonatkozó $f(m)$ kettős; ($f_1(m)$ és $f_2(m)$). Ennek alapján jól magyarázható az, hogy a γ sávok mindegyike két fejjel, két nullavonallal bír, melyek mindegyikéből hat-hat sorozat ($P, Q, R, P' Q' R'$) látszik kiindulni. (1)-ből következik még, hogy $F''(m) = F'(m+1)$, ami megköveteli, hogy bármely m -re $P' = Q$ és $Q' = R$. E jelenség kifejezésre jut azután a Q és R (ill. Q_1, R_1, Q_2, R_2) sorozatok kétszeres intenzitásában. Méréseimben az igen fényerős (0, 0) és (0, 1) sávok összes (egyenként tehát 8) rész-sorozatát feldolgoztam; a sokkal gyöngébb (1, 0), (1, 1), (2, 3), (3, 4) sávokban azonban csupán a fényerős Q_1, R_1, Q_2, R_2 sorozatokra szorítkoztam.

Mint a VIII-IX. táblázatok mutatják, a $\Delta F(m)$ differenciák természetesen megegyeznek azonos kezdőhelyzetű sávoknak úgy 1, mint 2 indexű sorozataiban. Pl. (0, 0), (0, 1), (0, 2), illetőleg (1, 0), (1, 1), (1, 4). Hasonlóképp megegyeznek a $\Delta f(m)$ differenciák a közös végállapotú sávokban külön az 1 és külön a 2 indexű sorozatokban. Pl. (0, 0) és (1, 0); (0, 1) és (1, 1); (0, 3) \sim (2, 3); (0, 4) \sim (1, 4) \sim (3, 4).

A rotációs termekből következtetés vonható a tehetetlenségi nyomatékokra (I), illetőleg azokból az atómmagok távolságaira (r_0) különböző kezdő- és vég-helyzetekben.

Mint ismeretes, fennállanak az alábbi összefüggések:

$$F(m^*) = B(m^*)^2, \quad f_i(m^*) = b_i(m^*)^2 \quad (2)$$

ahol:

$$B = \frac{h}{8\pi^2 I'}, \quad b_i = \frac{h}{8\pi^2 I_i''},$$

továbbá:

$$I' = \mu r_0'; \quad I_i'' = \mu r_{0i}'' ,$$

ha B, I', r_0' a kezdő és b_i, I_i'', r_{0i}'' a végállapotokra vonatkoznak és

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2},$$

ahol M_1 , illetőleg M_2 a mi esetünkben a N , illetőleg O atomok tömegei.

2)-ből következik, hogy a $2B$, illetőleg a $2b_i$ mennyiségek mint a $\Delta F(m)$, ill. a $\Delta f_i(m)$ differenciák differenciái nyerhetők. Felmérve a $\Delta F(m)$, ill. a $\Delta f_i(m)$ differenciákat, mint m függvényeit, $2B$, ill. $2b_i$, mint $\Delta F(m)$, ill. $\Delta f_i(m)$ vonalaknak az m tengelyhez való hajlásai mutatkoznak.

Mint az adatokból meggyőződhetünk, nagy m -eknél ez a hajlás mindinkább fokozódik. GUILLERY, aki általában $m=40$ -ig jutott, e jelenségre nagyobb gondot nem fordított. Hogy már most saját adataim az övéivel egybevetethők legyenek, a B , ill. b_i értékek kiszámításánál az $m=40$ -en túli tagokat nem vettem figyelembe. A rendelkezésre álló adatokból a legkisebb négyzetek elvén kiszámított B , ill. b_i mennyiségek, továbbá az I' , ill. I_i'' tehetetlenségi nyomatékok és az r_0' , ill. r_{0i}'' magtávolságok, mint az n' , ill. n'' kezdeti, ill. véghelyzeti vibrációs számok függvényei a X. és XI. táblázatban vannak feltüntetve. (10^{-40} gm cm^2 , ill. 10^{-8} cm egységekben kifejezve.)

Egy és ugyanazon sáv 1 és 2 indexű megfelelő sorozatainak azonos m -hez tartozó tagjait kombinálva, az elektronterm felbontását nyerjük, mint az m folyószám függvényét. Mint a XII. táblázatból kitűnik, a különböző sávokban igen hasonló az eredmény. Extrapolálva a X. táblázat adatait az $m=0$ helyre, a nullavonalak felbontásai nyerhetők. Látható, hogy a $\Delta\nu_0$ az n' , ill. n'' -től igen kevésé függ.

A XIII. táblázat mutatja, hogy, ha kombináljuk például a $(0, 0)$ sáv $R_1(m)$ vonalát a $(1, 0)$ sáv $R_1(m)$ vonalával, azonos

eredményt nyerünk, mint a $(0, 1) R_1(m) \sim (1, 1) R_1(m)$, ill. $(0, 4) R_1(m) \sim (1, 4) R_1(m)$ kombináció esetében. Vagy például, hogy $(0, 0) R_1(m) \sim (0, 1) R_1(m)$ azonos $(1, 0) R_1(m) \sim (1, 1) R_1(m)$ -el stb. Ez eredmény megnyugtathat a felől, hogy a különböző sávokban az m hozzárendelése az egyes sorozatok vonalaihoz helyes volt.

Mindezeknek a kombinációknak segítségül vételével megkísértem a különböző sávok kettős nullavonalainak helyét extrapolálás útján meghatározni. A nyert eredmények a XIV. táblázatban }-al vannak ellátva. A *-al jelölt számok a γ -sávokra megállapított nullavonal formulából:

$$\nu_0 = 44076 + n' (2345 \cdot 1 - 14 \cdot 4 n') - n'' (1888 - 13 \cdot 8 n'')$$

számíthatók ki n' és n'' megfelelő értékei mellett és csupán a nullavonalpárok egyikére, a kisebb hullámszámúra, vagyis nagyobb hullámhosszúságúra (a }-al jelöltek közül a felsőre) vonatkoznak.

Örömmel ragadom meg az alkalmat, hogy a Széchenyi Tudományos Társaságnak és a Természettudományi Kongresszus Végrehajtó Bizottságának a vizsgálatokhoz használt eszközökért e helyen is hálás köszönetet mondjak.

A leghálásabb köszönettel fordulok azonban dr. POGÁNY BÉLA műgyet. ny. r. tanár úrhoz, intézeti főnökömhöz, aki a munkálatok szellemi vezetését végezve tette egyedül lehetővé e dolgozat megjelenését.

Budapest, Műgyetemi kísérleti fizikai intézet.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 április hó 23.-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE BANDEN DER DRITTEN POSITIVEN STICKSTOFFGRUPPE ($NO - \gamma$ BANDEN).

Von. R. SCHMID.

Das Spektrum der γ -Banden wurde in einer Vakuumröhre erzeugt, photographiert und analysiert.

Die Arbeit wurde vollinhaltlich abgedruckt in d. Ztschft. f. Physik, Bd. 49. p. 428, 1928.

(Vorgelegt der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften,
in der Sitzung v. 23. April 1928.)

A PARATYPHUS-BACILLUSOK SYSTEMATIKÁJA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SUIPESTIFER-CSOPORTRA.

MANNINGER REZSŐ levelező tag székfoglalója.

A bakteriumok ama nagy csoportján belül, melyet a tágabb értelemben vett paratyphus- vagy paratyphusenteritis-csoportnak szokás nevezni, a *Bacillus paratyphi A* Brion-Kayser és a *Bacillus enteritidis* Gärtner felismerése sohasem okozott lényeges nehézségeket. Annál inkább változott azonban az idők folyamán a felfogás a csoport többi tagjainak rendszertani helyzetéről. Ennek a látszatra csak bakteriologiai-systematikai problémának mélyreható következményei voltak járványtani szempontból, tehát gyakorlati téren is. A nehézségek azoknál a fajoknál mutatkoztak, melyeket UHLENHUTH ajánlatára a tágabb értelemben vett úgynevezett paratyphus-*B*-csoportba szokás összefoglalni.

A kutatók régebben, a múlt század két utolsó évtizedében, az idesorolt bakteriumokat, tekintet nélkül rendszertani összetartozásukra, egyfelől aszerint csoportosították, hogy minő állatfajoknál voltak kimutathatók, mint fertőző betegségek kórokozói (*Bacillus suipestifer* Salmon-Smith, *Bacillus typhi murium* Löffler, *Bacillus psittacosis* Nocard stb.), másfelől, amennyiben embereknél okoztak megbetegedést (húsmérgezést), az illető helység neve után jelölték meg, melyben történetesen a megbetegedést megállapították (*Bacillus enteritidis* Breslau seu breslaviensis Flügge-Kaensche, *Bacillus Aertryck de Nobèle* stb.). Ez az eljárás tudományos szempontból helytelen volt ugyan, mert rendszertanilag mai tudásunk szerint egy fajba tartozó mikroorganizmusok külön-külön fajokba tartozóknak minősítették, gyakorlati szempontból azonban azért nem származtak belőle különös hát-

rányok, mert ez az eljárás azt a kétségtelenül helyes tapasztalatot juttatta kifejezésre, hogy az ide tartozó állatbetegségek okozói legfeljebb hevenyés gastroenteritisben nyilvánuló megbetegedést idézhetnek elő az emberben, nem okozhatnak ellenben a typhushoz hasonló kórképet.

Megváltozott azonban a helyzet, midőn a század fordulóján SCHOTTMÜLLER megállapította, hogy az emberben nemcsak a typhus okozója, a jól definiálható *Bacillus typhi* Eberth-Gaffky, idézhet elő typhusos kórképet, hanem a *Bacillus paratyphi B* Schottmüller (és a fentebb már említett *Bacillus paratyphi A*) is. Minthogy pedig a *Bacillus paratyphi B* nemcsak biochemiai magatartásában, hanem receptorkészülékében is feltűnően hasonlított a paratyphus-*B*-csoportnak fentebb említett, részben állati, részben emberi megbetegedéseket okozó tagjaihoz, hajlandóság mutatkozott a szóban forgó mikroorganizmusok azonosítására tekintet nélkül járványtani szerepükre. A tudományos alapot erre megadta azután UHLENHUTH-nak és munkatársainak az a megállapítása, hogy a paratyphus-*B*-csoportba utalt mikroorganizmusok (*Bacillus paratyphi B*, *Bacillus suipestifer*, *Bacillus breslaviensis*, *Bacillus typhi murium* stb.) között sem biochemiai, sem serologiai módszerekkel nem lehet lényeges különbséget kimutatni. Ennek a megállapításnak az lett a következménye, hogy azokat az emberi és állati fertőző betegségeket, melyek okozóját a paratyphus-*B*-csoport valamelyik tagjában ismerték fel, mintegy két évtizeden keresztül oktani szempontból egységesen ítélték meg és ennél fogva nemcsak az emberben előforduló állati eredetű húsmérgezéseket, hanem az azelőtt külön-külön betegségként felfogott állati járványokat is paratyphus-*B*-nek minősítették. SCHOTTMÜLLER-nek eredetileg klinikai paratyphus *B* fogalma ilyen módon bakteriologiai fogalommá változott.

Arra a nagy visszaesésre, melyet ez az álláspont a korábbi felfogáshoz képest a gyakorlati hygiene terén is előidézett, PFEILER és különösen BITTER, valamint nyomukban mások, ismételten felhívták a figyelmet. Különösen serologiai módszerekkel kimutatták ugyanis, hogy 1. a *Bacillus suipestifer* nem azonos a *Bacillus paratyphi B*-vel (PFEILER) és hogy 2. a *Bacillus*

paratyphi *B* kizárólag emberben okoz megbetegedést és nem azonos a vele azelőtt azonosított, elsősorban állatpathogen bakteriumokkal (BITTER és követői).

Ez volt a helyzet akkor, mikor ezelőtt nyolc évvel összehasonlító vizsgálatokat kezdtem végezni azon a 70 paratyphus-förzsön, melyeket 1912 óta nagyrészt magam tenyésztettem ki beteg emberekből és különböző fajú emlős állatokból és madarakból, részben pedig más kutatók engedtek át összehasonlítás céljából. E vizsgálataim egy részéről, melyek során egyelőre a paratyphus-bacillusok serologiai úton való osztályozására törekedtem, más helyütt 1924-ben már beszámoltam.¹ E kísérleteim során, melyeket monovalens agglutináló vérsavók felhasználásával a CASTELLANI-féle absorptiós módszer szerint hajtottam végre, a következő megállapításra jutottam.

A tágabb értelemben vett paratyphuscsoportban meg kell mindenekelőtt különböztetnünk két kizárólag embermegbetegítő fajt, a *Bacillus paratyphi A*-t és a *Bacillus paratyphi B*-t. Járványtani szempontból tehát fontos, hogy e szerint a paratyphus *A* és a paratyphus *B* nem származik át beteg állatról az emberre és viszont. Ezzel szemben az a *Bacillus paratyphi B*-től jól megkülönböztethető két bakteriumfaj (a *Bacillus breslaviensis* seu *Bacillus Aertryck* és a *Bacillus enteritidis* Gärtner), melybe különféle fertőző állatbetegségeket okozó mikroorganizmusok (*Bacillus typhi murium* Löffler, *Bacillus psittacosis*, *Bacillus Danysz*, *Bacillus Dunbar* stb.) is tartoznak, tulajdonképpen eredetileg állatokra (növényevőkre, sertésre, rágcsálókra és madarakra) veszélyes bakteriumok, melyek azonban bizonyos körülmények között beteg állat nyers vagy félig elkészített húsának elfogyasztása esetén emberekben is előidézhethetnek, emberről emberre azonban rendszerint át nem terjedő betegséget (hús-mérgezést). Végül elkülöníthető a *Bacillus paratyphi B*-től a *Bacillus suipestifer* is, mely főleg sertésekben okoz megbetegedéseket, de megbetegítheti az embert is.

Ez a rendszer, melynek felállítása a vázolt módon lehetővé vált, nagyjában megegyezett azzal, melyhez ugyancsak a Cas-

¹ Centralblatt f. Bakteriologie. I. Orig. 1924. 93. 371.

TELLANI-féle módszer alkalmazásával MANTEUFEL és BEGER, ZELLER és mások, legújabban részben UHLENHUTH és SEIFFERT,¹ valamint EDWARDS és RETTGER² is, jutottak. Lényegesen különbözik azonban ez a rendszer, nevezetesen a *Bacillus suipestifer* illetőleg, a BITTER és HOLTZ,³ valamint JANUSCHKE⁴ és mások vallotta nézettől, mely szerint az emberben talált suipestifer-jellegű bakteriumok eltérnek a sertésben találtaktól, sőt a sertésben betegséget okozók is két fajt alkotnak (*Bacillus suipestifer* Salmon-Smith és *Bacillus suipestifer* Voldagsen seu *Bacillus typhi suis* Glässer).

Ez az ellentét, melynek tisztázása a gyakorlati közegészségügy szempontjából is fontos, arra késztetett, hogy kísérleteimet a közben 107 törzsre felszaporodott gyűjteményemen folytassam. De erre késztetett az is, hogy annakidején egyfelől nem sikerült elhelyeznem rendszeremben a *Bacillus abortivoequinus* Good-Cobbet néven ismert mikroorganizmusokat, másfelől nem volt alkalmam anyag hiányában személyes tapasztalatokat szerezni a *Bacillus suipestifer* Voldagsen tulajdonságairól.

Az utolsó négy év folyamán végrehajtott e kísérleteim során több szempontot tartottam szem előtt. Vizsgálatokat végeztem ugyanis egyfelől újból serologiai különbségek megállapítására, másfelől azonban egyúttal tenyészetbeli különbségek kimutatására is törekedtem.

Serologiai irányú kísérleteimet ezúttal is házinyulakból való, magam készítette monovalens agglutináló serumokkal hajtottam végre a CASTELLANI-féle módszer szerint. Azért választottam újból ezt a módszert, mert megbízhatóbbnak találtam a WEIL és FELIX ajánlotta receptoranalýisnál, mely gyakran igen bizonytalan eredményeket szolgáltatott. Kísérleteim eredménye a feldolgozott paratyphusfajokat illetőleg igazolta 1924-ben elfoglalt álláspontom helyességét. Ezúttal is kiderült ugyanis, hogy a *Bacillus paratyphi* A és a *Bacillus enteritidis* GÄRTNER recep-

¹ Deutsche med. Wochenschr. 1926. 649.

² Journ. of Bacteriol. 1927. 13. 73.

³ Arch. f. Tierheilkunde. 1923. 50. 119.

⁴ Prager Archiv f. Tiermedizin. 1927. 7. 143.

torkészüléke annyira különbözik a felsorolt többi fajokétól, hogy megkülönböztetésük a paratyphus-B-csoport tagjaitól homolog serummal már az egyszerű agglutinációs próbával, tehát a CASTELLANI-féle módszer alkalmazása nélkül is, lehetséges. Bonyolultabbnak bizonyult azonban ezúttal is a paratyphus-B-csoport tagjainak elkülönítése, de sikerült újból annak felismerése alapján, hogy az e csoportba tartozó bakteriumfajok receptorkészülékükben különböznek egymástól. A Bacillus paratyphi B-nek ugyanis háromféle receptora van, melyek közül az egyik, a főreceptor, specifikus olyan értelemben, hogy sem a Bacillus breslaviensisnek, sem a Bacillus suipestifernek nincs ilyen receptora. Van azonban a Bacillus paratyphi B-nek, törzsenként különböző mennyiségben, kétféle mellékreceptora is, melyek közül az egyik hatás tekintetében azonos a Bacillus breslaviensisnek, a másik pedig a Bacillus suipestifernek főreceptorával. Ez a megállapítás érthetővé teszi, hogy miért nem sikerült régebben a receptoranalysis módszereinek mellőzésével végzett kísérletek idejében a szóban forgó fajokat egymástól megkülönböztetni. A Bacillus breslaviensisnek, szemben a Bacillus paratyphi B-vel, már csak kétféle receptora van és pedig főreceptorán kívül mindössze egy mellékreceptora, mely azonos a Bacillus suipestifer receptorával. Végül a Bacillus suipestifernek csak egyetlenegy receptora van, mely azonban, mint láttuk, azonos úgy a Bacillus paratyphi B, mint pedig a Bacillus breslaviensis egy-egy mellékreceptorával. A paratyphus-B-csoporton belül tehát az odatartozó három bakteriumfaj közül a Bacillus paratyphi B-nek van a legbonyolultabb, a Bacillus suipestifernek pedig a legegyszerűbb receptorkészüléke. Ezért, ha UHLENHUTH nyomán arra az álláspontra akarunk helyezkedni, hogy a paratyphus-B-csoportba tartozó fajok törzspejlődésileg közös őstől származnak, a közölt vizsgálatok eredményét úgy fejezhetjük ki, hogy a Bacillus breslaviensis a Bacillus paratyphi B-nek, a Bacillus suipestifer pedig a Bacillus breslaviensisnek ezidőszerint már jól rögzített minusvariánsa.

Vizsgálataim során különös súlyt helyeztem a Bacillus suipestifer receptorkészülékének vizsgálatára, mert — mint említettem — egyesek hajlandók az emberi megbetegedéseket okozó

suipestifertörzseket külön fajnak felfogni, amire nézetük szerint a receptorkészülékben mutatkozó némi eltérés is jogot ad. E tekintetben hangsúlyoznom kell, hogy bár két hazai törzsön kívül az anatóliai és a wolhyniai epidemiából származó törzseket is módomban volt megvizsgálni, semmi eltérést nem találtam a sertésekből és az emberekből származó törzsek receptorkészülékében. De nemcsak saját vizsgálataim eredménye, hanem az irodalomban talált adatok kritikai mérlegelése is annak kimondására késztet, hogy azok az itt-ott járványszerűen jelentkező, emberi megbetegedésekből származó törzsek, melyeket az utolsó 15 év alatt, részben mint úgynevezett Glässer- és Voldagsenbacillusokat,¹ részben külön fajokként (Bacillus Erzindjan,² Bacillus paratyphi β ,³ Bacillus septicopyaemicus hominis,⁴ Bacillus paratyphi C⁵ és Bacillus paratyphi N,⁶) a legkülönbözőbb országokban (Németországban, Törökországban, Albániában, Japánban stb.) leírtak, mind a Bacillus suipestifer-fajba tartoznak. Vizsgálataim ezenkívül PFEILER⁷ felfogásával ellentétben azt is kimutatták, hogy az eddig külön fajként feltüntetett Bacillus suipestifer Voldagsen is teljesen megegyezik receptorkészülékét illetőleg a Bacillus suipestiferrel. E tekintetben nem akadtam eltérésekre a németországi és a hazai származású törzsek között sem. A felsorolt törzseket tehát, tekintet nélkül eredetükre, egy fajba kell sorolnunk, melyeket a botanikában elfogadott eljárás szerint legrégibb binominalisan képezett elnevezése szerint Bacillus suipestifer Salmon-Smith-nek kell hívunk, amin nem változtat sem az, hogy a Bacillus suipestifer elnevezés nem jól

¹ BERNHARDT: Zschr. f. Hygiene. 1913. 73. 65. — NEUKIRCH: Zschr. f. Hygiene. 1918. 85. 103.

² NEUKIRCH: L. c.

³ WEIL és SAXL: Wiener klin. Wschr. 1917. 519. — WEIL: Wiener klin. Wschr. 1917. 1061.

⁴ MALYSCHEN: Zentralblatt f. Bakteriol. I. Ref. 1924. 76. 257.

⁵ MAC ADAM: Lancet. 1919. 189. — HIRSZFELD: Lancet. 1919. 296. — ANDREWS és NEAVE: Brit. Journ. of exp. Pathol. 1921. 157. — BITTER és HOLTZ: L. c.

⁶ IWASCHENTZOFF: Arch. f. Schiff- u. Tropenhygiene. 1926. 30. 1.

⁷ Tierärztl. Rundschau. 1920—1921.

fér össze a mikroba emberi betegséget okozó mivoltával, sem az, hogy mai ismeretünk szerint nem okozója a sertéspestisnek, melytől pedig nevét nyerte.

Annak, hogy a *Bacillus suipestifer* emberi betegséget okozó mivoltát régebben nem ismerték fel, több jól érthető oka van. Egyik oka az, hogy a háború folyamán és azután, midőn először észleltek *Bacillus suipestifer* okozta megbetegedéseket nagyobb számban embereknél, a *Bacillus suipestifer*nek, mint a *Bacillus paratyphi B*-től különálló fajnak megállapítása még nem ment át a köztudatba és azért minden vizsgáló, aki a *Bacillus paratyphi B*-hez hasonló, de attól némiképp eltérő bakteriumokat beteg emberből kitenyésztett, vagy új bakteriumfajnak írta le azokat, vagy legfeljebb a *Bacillus suipestifer* rokonának tekintette. De nehézségekbe ütközött a *Bacillus suipestifer*nek, mint emberpathogen mikroorganizmusnak felismerése kétségtelenül azért is, mert főleg OSTERTAG¹ nyomán átment a köztudatba az a felfogás, hogy a *Bacillus suipestifer* nem okoz megbetegedést az emberben. OSTERTAG ezt a felfogását arra a tapasztalatra alapította, hogy még sohasem mutatkozott emberben a húsmérgezés kategóriájába tartozó megbetegedés sertéspestisben beteg állatok hújának elfogyasztása után. Ez a tapasztalat valóban helytálló, kétségtelen azonban, hogy nem értékesíthető annak a kérdésnek eldöntésére, hogy a *Bacillus suipestifer* előidézhete megbetegedést az emberben, mert megállapításaim szerint² a régebben vallott felfogással ellentétben a *Bacillus suipestifer*nek nincsen része a sertéspestis folyamán jelentkező bélfekélyek keletkezésében, viszont azokban ez esetekben, amidőn akár mint másodlagos kórokozó a sertéspestishez társulva, akár elsölegesen vérfertőzést idéz elő sertéspestisben,³ erre vonatkozó tiltó rendszabályok miatt kulturállamokban nem szokott kereskedésbeli forgalomba kerülni hús és ezért Európában nagyobb számú megbetegedés emberek között a *Bacillus suipestifer* hatására ez okból nem is fordulhat elő gyakran.

¹ Handbuch der Fleischschau, 5. kiadás. Stuttgart 1913.

² Zentralblatt f. Bakteriologie. I. Orig. 1924. 93. 371.

³ Deutsche tierärztl. Wschr. 1925. 844.

Többen, így főleg BITTER és HOLTZ¹ végül azért sem hajlandók az emberből származó suipestifer-törzseket a sertésekből származókkal azonosítani, mert Kisászsiában és Konstantinápolyban a NEUKIRCH² észlelte járvány a mohamedán lakosság körében tört ki, mely tudvalevőleg nem él sertéshússal és ennél fogva nézetük szerint az illető egyének szervezetébe ilyen úton nem is kerülhettek suipestifer-bacillusok. Ez az érv mindenesetre van olyan fontos, hogy közelebbről foglalkozunk vele az emberi suipestiferjárványokra vonatkozólag az irodalomban található epidemiológiai adatok kritikai megvilágítása kapcsán.

Nyilvánvaló, hogy BITTER és HOLTZ érve önmagában szintén nem elegendő a Bacillus suipestifer embermegbetegítő képességének tagadására, mert lényegében azt az egyelőre sem nem bizonyítható, sem nem cáfolható álláspontot tételezi fel, hogy a Bacillus suipestifer különlegesen a sertés szervezetéhez kötött mikroorganizmus. Kétségtelen, hogy a Bacillus suipestiferre vonatkozó eddigi ismereteink legnagyobbrészt mint a sertésből lakójára vonatkoznak, ez azonban egyáltalában nem zárja ki annak lehetőségét, hogy a Bacillus suipestifer bizonyos körülmények között más gazdában s így az emberben is meg találja mint facultative pathogen bakterium életfeltételeit. Erre vonatkozólag nincsenek ugyan egyelőre konkrét bizonyítékaink, hiszen vizsgálatokat ebben az irányban tudomásom szerint senki sem végzett, kizárnunk azonban ennek lehetőségét már csak azért sem lehet, mert összehasonlító járványtani megfontolások nagyon is amellet szólnak, hogy legalább is bizonyos országokban előfordulhat a Bacillus suipestifer, mint az emberből facultative pathogen lakója. Ha ugyanis az eddig közelebbről leírt emberjárványok történetét vizsgáljuk, melyek előidézésében a Bacillus suipestifernek szerepe volt, akkor azt látjuk, hogy azok lényegükben hasonló körülmények között jöttek létre, mint ahogyan sertések között üt fel fejüket a Bacillus suipestifer megindította járványok. Közös úgy az ember-, mint a sertésjárványoknál az, hogy kimutatható behurcolás nélkül oly individuumok megbetegedésével kezdődnek,

¹ L. c. — ² L. c.

melyek ellenállóképességét akár a kedvezőtlen hygienés viszonyok, akár előrement betegségek csökkentették. Különösképen a *Bacillus suipestifer* okozta emberi megbetegedésekre megállapítható, hogy például Kisásziában és Konstantinápolyban főleg olyan egyének betegedtek meg (NEUKIRCH),¹ akik malaria tropica vagy tertiana, kiütéses typhus vagy visszatérő láz következtében legyengültek és hasonlóképen Oroszországban az 1920—1923. években Moszkva környékén részben az éhínség következtében elgyengült, részben olyan egyéneknél okozott a *Bacillus suipestifer* megbetegedést, akik visszatérő lázban voltak betegek (MALYSCHEN,² BÜRGER és DUKELSKAJA,³ SOKOLOFF,⁴ IWASCHENZOFF,⁵ MATROSOFF⁶), azután pedig a lakosság helyzetének javulásával egyúttal a járvány okozta veszteségek is csökkentek (SÜTTERLIN⁷). Ezek a tapasztalatok azt a benyomást keltik, hogy az illető egyéneknél elősködhett a *Bacillus suipestifer*, mint látszólag ártalmatlan saprophyta, mely azután — éppúgy, mint ahogy az a sertésekre vonatkozólag már tisztázva van — a szervezet ellenállóképességének gyengülése révén relatív virulentiára tett szert. Könnyen megeshetik természetesen ilyen körülmények között, hogy később a beteg emberről nem fertőzött egyénre is áterjedhet a fertőző anyag, esetleg ragályfogó anyagok, például élelem közvetítésével, mint ahogy NEUKIRCH-nek⁸ csakugyan az volt a benyomása, hogy a kisázsiai járvány folyamán a betegség terjesztésében az élelmiszereknek volt szerepük. E megfontolások mindenesetre kívánatosá teszik a *Bacillus suipestifer* előfordulásának vizsgálatát látszatra egészséges emberek emésztőcsövében.

Bizonyos különben, hogy a fentebb ismertetett OSTERTAG-féle felfogás revizióra szorul azért is, mert vannak, bár egyelőre

¹ I. c.

² I. c.

³ Centralblatt f. Bakteriolog. I. Ref. 1924. 77. 491.

⁴ Beitr. z. klin. Chirurgie. 1925. 133. 321.

⁵ I. c.

⁶ Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. 1926. 156. 336

⁷ Centralblatt f. Bakteriolog. I. Orig. 1923. 90. 419.

⁸ I. c.

még csak csekély számban, feljegyzések, melyekből a kellő határozottsággal megállapítható, hogy a *Bacillus suispestifer*rel azonosnak minősíthető bakteriumok húsmérgezősszerűen jelentkező megbetegedéseket okoztak emberekben, akik fertőzött sertéshúst vagy más élelmicikkeket fogyasztottak el. Nyilván idetartoznak azok a húsmérgezési esetek, melyekről M. MÜLLER,¹ GEISSLER,² KAUNITZ és TRAWINSKY³, JANUSCHKE⁴ és mások számoltak be és nem lehetetlen, hogy idetartozik BERNHARDT⁵ esete is, a legújabb irodalmi adatok alapján pedig megállapítható, hogy előfordultak emberek között *suispestifer* bacillusok okozta megbetegedések ilyenekkel fertőzött sertéshúsból készült puddingnak (KRUMWIEDE, PROOST és COOPER⁶), sertéshúsnak (SCOTT,⁷ PIEPER⁸), sajtnak (SAVAGE és WHITE⁹), fagylaltnak (BRAUN és MÜNDEL,¹⁰ SCHNITZER¹¹), valamint egyéb élelmiszereknek (AOKI¹²) elfogyasztása után.

Eszerint tehát az eddigelé ismeretessé vált járványtani tapasztalatok nincsenek ellenmondásban a fentebb serologiai vizsgálatok eredményéből leszűrt megállapítással, mely szerint az emberből származó *Bacillus suispestifer* azonos a sertésből kitenyészthetővel. Úgy látszik különben, hogy erre az álláspontra helyezkedik újabban SAVAGE és WHITE¹³ is.

Vizsgálataim további eredménye a *Bacillus abortivo-equinus* rendszertani helyének tisztázása volt. Régebb kísérleteim folyamán nem volt módomban serologiai eljárással eredményesen megvizsgálni a rendelkezésemre álló törzseket, mert azok akkor,

¹ Zschr. f. Fleisch und Milchhyg. 1914. 24. 363.

² Zschr. f. Medizinalbeamte. 1913. 760.

³ Wiener klin. Wschr. 1917. 1098.

⁴ Zentralblatt f. Bakteriolog. I. Orig. 1922. 88. 512.

⁵ L. c.

⁶ Journ. of med. Research. 1922. 43. 53.

⁷ Journ. of Hygiene. 1926. 25. 406.

⁸ Zentralblatt f. Bakteriolog. I. Orig. 1926. 99. 385.

⁹ Brit. med. Journ. 1925. 373.

¹⁰ Klin. Wschr. 1927. 1286.

¹¹ Münch. med. Wschr. 1927. 1011.

¹² Zschr. f. Immunitätsforsch. 1927. 50. 126.

¹³ Med. Research Council Series No. 91. London 1925.

nem rég kerülven ki az állati szervezetből, a reájuk jellemző száraz, kellőképen nem emulgeálható telepekben nőttek. Mint-hogy ezért tenyészeitekből nem tudtam stabilis suspensiókat előállítani, különböző eredetű agglutináló serumoknak hozzá-keverése után jelentkezett serumonként különböző erősségű reactio. Azóta a törzsek továbbtenyésztése mesterséges talajokon számos generáción át a tenyészet minőségének lényeges meg-változását eredményezte, úgyhogy ezidőszerint már stabilis sus-pensiók állíthatók elő, melyek az agglutinációs próba kifogás-talan végrehajtását lehetővé teszik. Ezirányú vizsgálataim a CASTELLANI-féle módszer alkalmazásával arra az eredményre ve-zettek, hogy a *Bacillus abortivo-equinus* receptorkészüléke minő-legesen megegyezik a *Bacillus breslaviensis*ével, mennyiségi szempontból azonban mégis különbség mutatható ki a kétféle törzsek között annyiban, hogy a *Bacillus abortivo-equinus*nál a főreceptor mennyisége mintegy 20—40 %-kal kisebb mértékben van kifejlődve. Ezek alapján feljogosítva érzem magam annak megállapítására, hogy a *Bacillus abortivo-equinus*, ha nem is azonos a *Bacillus breslaviensis*szel, ennek azonban minden-esetre variétásaként fogható fel.

*

A következőkben beszámolok azokról a kísérleteimről, me-lyeket a fentiek szerint megbízható serologiai módszerrel osztályozott paratyphus-törzseimben abban az irányban végeztem, hogy lehet-e a paratyphus-féleségeket erjesztőképességük alapján osztályozni. A paratyphus-csoport tagjainak felismerésére már kereken harminc év óta szokás különféle szénhidratokat és több-értékű alkoholokat felhasználni, abból az alapgondolatból ki-indulva, hogy a különböző fajokba tartozó, morphologiailag azon-ban megegyező mikroorganizmusok nem egyformán támadják meg ezeket a vegyületeket. Minthogy egyelőre a paratyphus-bacillusok szénhidrat- és alkoholbontásának chemismusa köze-lebbről nem ismeretes, az erjedési folyamat bekövetkezésére mindössze abból szokás következtetni, hogy az illető vegyülete-ket tartalmazó tenyésztőtálajban, például húslevesben, megindul-e sav-, vagy sav- és gázképződés. Az eddig több oldalról végzett

vizsgálatok nem vezettek minden irányban eléggé egyöntetű eredményekre, részben talán azért, mert nem egy vizsgáló törzssanyaga nem volt kellőképpen meghatározva.

Saját vizsgálataim során felhasználtam úgyszólván mindazokat a szénhidratokat és alkoholokat, melyeket más vizsgálok rendszertani kérdések tisztázására vagy diagnostikai célokra ajánlottak. Vizsgálataim eredményét az I. sz. táblázatban foglaltam össze. Ebbe a táblázatba felvettem a *Bacillus typhi* és a *Bacillus coli* erjesztőképességének megállapítására irányuló kísérleteim eredményét is, mert a cukor- és alkoholerjesztés meghatározását nemcsak a paratyphus-csoport egyes tagjainak egymástól, hanem a *Bacillus typhi*től és a *Bacillus colitól* való megkülönböztetésére is ajánlották.

I. Táblázat.

| Bakteriumfaj | Törzsek száma | Pentose | | | Monohexose | | | Disaccharid | | | Többértékű alkohol | |
|----------------------------------|---------------|------------|--------|------------|------------|----------|---------|-------------|-------------|--------|--------------------|--|
| | | arabi-nose | xylose | galak-tose | gly-kose | man-nose | lactose | mal-tose | saccha-rose | dulcít | mannit | |
| <i>B. typhi</i> | 7 | S O | S O | S O | S O | S O | O O | S O | O O | O O | S O | |
| <i>B. paratyphi A</i> | 8 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| <i>B. paratyphi B</i> | 11 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| « | 3 | O O | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| <i>B. breslaviensis</i> | 26 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| <i>B. suipestifer</i> | 42 | O O | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| « | 2 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| « | 3 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | O O | |
| « | 2 | S O | S O | S O | S O | S O | O O | S O | O O | S O | S O | |
| <i>B. enteriditis</i> GÄRTNER | 10 | S G | S G | S G | S G | S G | O O | S G | O O | S G | S G | |
| <i>B. coli</i> | 12 | S G | S G | S G | S G | S G | S G | S G | S G | S G | S G | |

Jelmagyarázat. Az egyes függőleges oszlopokban feltüntetett jelek közül az első a savtermelésre, a második a gáztermelésre vonatkozik. A O jelenti a sav- vagy a gáztermelés hiányát, S savtermelést, G gáztermelést, S' és G' azt jelenti, hogy a sav- vagy gáztermelés igen kisfokú, vagy csak késedelmesen, az első hét leforgása után jelentkezik, avagy párhuzamos kísérletben az egyik csőben kimutatható, a másikban ellenben nem.

A táblázat adataiból a következő szabályszerűség derül ki: Minden paratyphus-faj megegyezik egymással abban, hogy nem erjeszti el sem a lactoset, sem a saccharoset, viszont, néhány suipestifer-törzstől eltekintve, melyek a szerzők úgynevezett Voldagsen- (Glässer-) varietásának felelnek meg, minden faj elbontja sav- és gázfejlődés közepette a xyloset, a galactoset, a glycoset, a mannoset, a maltoset, a dulcitol és a mannitol. Az eddig szóba került szénhidrátok és alkoholok felhasználásával ennél fogva nem lehet a paratyphus-csoportba tartozó fajokat egymástól elkülöníteni. Jelentősége e vegyületek némelyikének csak annyiban van, hogy velük szemben a paratyphus-csoport bakteriumaitól morfológiai alapon meg nem különböztethető *Bacillus typhi* és *Bacillus coli* másképp viselkednek, mint a paratyphus-bacillusok. Ezek a lactose, melyet csak a *Bacillus coli* erjeszt el és a dulcitol, melyet csak a *Bacillus typhi* hagy érintetlenül. Bizonyos mértékben ezenkívül fel lehet használni a *Bacillus typhine* úgy a paratyphus-bacillustól, mint pedig a *Bacillus colitól* való megkülönböztetésére a glycoset, a galactoset, a mannoset, a maltoset és a mannitol, mert a *Bacillus typhi* gázt sohasem termel belőlük, csak savat, alkalomadtán azonban mégis előfordulhat tévedés, mert a *Bacillus suipestifer* egyes törzsei, legalább is időnként, szintén így viselkedhetnek. Különösképpen kell hangsúlyoznom, hogy tapasztalataim szerint az *arabinose sem alkalmas arra, hogy a paratyphus-fajok között legalább a Bacillus suipestifernek a többitől való elkülönítésére felhasználtassék*. Ez azért fontos, mert JORDAN¹ nyomán, aki már 1917-ben ajánlotta e célra az arabinoset, különösen az amerikai irodalomban, eltekintve EDWARDS és RETTGER² nem régen megjelent közleményétől, általános a vélemény, hogy a *Bacillus suipestifer* a többi paratyphus-féleségtől, elsősorban a *Bacillus paratyphi B-től*, sarkalatosan különbözik abban, hogy az arabinoset nem bontja el. Annyi mindenesetre saját vizsgálataimból is következik, hogy nagy általánosságban csakugyan van különbség az arabinose elerjesztése szempontjából a Bacil-

¹ Journ. of inf. Diseases. 1917. 21. 467.

² Journ. of Bacteriol. 1927. 13. 73.

lus suipestifer és más paratyphus-fajok között. Ez a különbség azonban systematikai szempontból nem értékesíthető, mert ha nem is nagyon gyakran, mégis előfordulnak kivételek a szabály alól.

Kísérleteim eredményéből eszerint következik, hogy *a szénhidrat- és alkoholerjesztés vizsgálata nem alkalmas arra, hogy a paratyphuscsoporton belül systematikai kérdések megoldására szolgáljon*. Mindamellett a kérdésnek van bizonyos tekintetben gyakorlati jelentősége a diagnostika szempontjából azért, mert egyes vegyületek felhasználásával mód nyílik arra, hogy a paratyphus-csoport fajait a *Bacillus typhi*től és a *Bacillus coliti*től elkülönítsük. E célra azonban — mint láttuk — felesleges számos vegyület felhasználása, mert a lactose és a dulcitol elerjedésének vizsgálata erre teljesen elegendő. Bizonyos azonban, hogy a szénhidrat- és alkoholerjesztés vizsgálatának alárendelt a jelentősége a serologiai vizsgálatéhoz képest; *megnyugtató eredményt a paratyphus-bacillusok meghatározásánál az előadottak szerint csak az agglutinációs próbától lehet várni*.

*

Több oldalról ismételten megnyilvánult a törekvés abban az irányban, hogy a paratyphus-csoport tagjai coloniáik morfológiája és lakmuszos tejsavóban való viselkedésük alapján osztályoztassanak. Erre irányuló kísérleteket magam is végeztem, ezek eredményéről azonban ezúttal csak annyit óhajtok megjegyezni, hogy a szóban forgó tulajdonságok vizsgálata legfeljebb serologiai módszerekkel is megoldható részletkérdések tisztázására alkalmas, nem elégséges azonban a paratyphus-fajok rendszertanának kiépítésére. Ez irányú tapasztalataimról egyébként, minthogy más vonatkozásban (a bakteriophagiás jelenségek értelmezése, valamint a bakteriumok anyagforgalmának és savtűrőképességének ismerete szempontjából) némi figyelmet érdemelnek, más alkalommal óhajtok részletesebben beszámolni.

*

Székfoglalóban tárgyalt vizsgálataim eredményét a II. sz. táblázatban szemléltetően összefoglaltam. A táblázat feltünteteti a paratyphus-csoportba tartozó bakteriumfajok rendszerét és (a *Bacillus typhi* és a *Bacillus coli* figyelembevételével) meghatározásuk módját az előfordulásukra vonatkozó adatokkal együtt.

II. Táblázat.

| Bakteriumfaj | Előfordulás | Agglutinációs próba módja homolog serummal | Erjedési próba eredménye | |
|---|--|---|--------------------------------|-------------|
| | | | luk- tose | dul- cit |
| <i>B. typhi</i> EBERTH- GAFFKY | <i>Ember</i> (typhus abdom.) | egyszerű aggl. | O O | O O |
| <i>B. paratyphi A</i> BRION- KAYSER | <i>Ember</i> (paratyphus A) | egyszerű aggl. | O O | S G |
| <i>B. paratyphi B</i> SCHOTTMÜLLER | <i>Ember</i> (paratyphus B) | CASTELLANI- féle módszer | O O | S G |
| <i>B. breslaviensis</i> FLÜGGE-KAENSCHÉ (<i>B. Aertryck</i> DE NOBÉLE) | <i>Ember</i> (húsmérgezés) <i>Állatok</i> : juh, szarvas- marha, rágcsálók (<i>B. ty-</i> <i>phi murium</i> LÖFFLER), madarak (<i>B. psittacosis</i> NOCARD), ló (<i>B. abortivo-</i> <i>equinus</i> GOOD-CORBETT). | CASTELLANI- féle módszer | O O | S G |
| <i>B. suipestifer</i> SALMON- SMITH (<i>B. suipestifer</i> Voldagsen DAMMAN- STEDFEDER) | <i>Ember</i> (húsmérgezés, paratyphus β , paratyphus C, paratyphus N_1) <i>Állatok</i> : sertés | CASTELLANI- féle módszer | O O | S/G |
| <i>B. enteritidis</i> GÄRTNER | <i>Ember</i> (húsmérgezés) <i>Állatok</i> : szarvasmarha, ló, sertés, patkány | egyszerű aggl. | O O | S G |
| <i>B. coli</i> ESCHERICH | <i>Ember</i> <i>Minden állatfaj</i> | — | S G | S G |

Szükségét éreztem ilyen meghatározó táblázat szerkesztésének, mert a paratyphus-bacillusok fogalmi körét számos vizsgáló önkényesen, a kérdés történeti fejlődésének figyelembe vétele nélkül, tágítja, aminek az a következménye, hogy újabban (pél-

dául JANUSCHKE,¹ STANDFUSS²) több olyan bakteriumfajt is ide soroznak, melyek a paratyphus-bacillusokkal nincsenek semmiféle rendszertani vonatkozásban sem (*Bacillus gallinarum* Klein, *Bacillus paratyphi apis* Bahr stb.).

¹ L. c.

² Bakteriologische Fleischschau, Berlin, 1928.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 április hó 23.-án tartott üléséből.)

ZUR SYSTEMATIK DER PARATYPHUSBAZILLEN, MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER SUIPESTIFERGRUPPE.

Von R. MANNINGER, k. Mitglied der Akademie.

Der Verfasser versuchte durch serologische und biochemische Untersuchungen an 107 Stämmen von Paratyphusbazillen ein System der Paratyphusbazillenarten aufzubauen. Es gelang ihm, die Sonderstellung von *Bacillus paratyphi A* und *Bacillus enteritidis* Gärtner ohne Schwierigkeiten auf Grund des Ausfalls der Agglutinationsprobe mit homologen monovalenten Kaninchenimmunisern nachzuweisen. Es liessen sich ferner innerhalb der sog. Paratyphus *B* Gruppe noch drei Arten (*Bacillus paratyphi B*, *Bacillus breslaviensis*, *Bacillus suipestifer*) unterscheiden, doch war hierzu die Anwendung der CASTELLANISCHEN Methode der Rezeptorenabsättigung erforderlich.

Nach den mitgeteilten Versuchsergebnissen sind serologisch, nämlich in Hinsicht des Rezeptorenapparates keine Unterschiede zwischen *Suipestifer*bazillen tierischen Ursprungs (*Bacillus Suipestifer* Salmon-Smith und *Bacillus suipestifer* Voldagsen) und solchen vom Menschen (*Bacillus paratyphi* β , G , N_1) vorhanden und darum ist der Verfasser der Ansicht, daß Wechselbeziehungen zwischen den *Suipestifer*erkrankungen von Mensch und Schwein vorausgesetzt werden müssen. In dieser Richtung lassen sich auch die Literaturangaben über die Epidemiologie der menschlichen *Suipestifer*erkrankungen im Lichte der vergleichenden Pathologie deuten.

Der Rezeptorenapparat von *Bacillus abortivo-equinus* stimmt qualitativ mit jenem von *Bacillus breslaviensis* überein, bloss

quantitativ lässt sich insofern ein Unterschied feststellen, als der Hauptrezeptor des *Bacillus abortivo-equinus* etwas schwächer entwickelt ist.

Auf biochemischem Wege, nämlich durch die Untersuchung der Vergärungsfähigkeit verschiedenen Kohlenhydraten und höheren Alkoholen gegenüber, lassen sich innerhalb der Paratyphusgruppe keine hinreichenden Unterschiede feststellen, die eine Arzinteilung zuliessen. Die Bestimmung von Paratyphusarten hat deshalb durch serologische Untersuchung, durch die Agglutinationsprobe, nötigenfalls unter Zuhilfenahme des CASTELLANISCHEN Verfahrens, zu erfolgen. Die Prüfung der Vergärungsfähigkeit hat jedoch bei Verwendung von Laktose und Dulzit insoferne praktische Bedeutung, als sie die Abgrenzung der verschiedenen Paratyphusarten vom *Bacillus coli* und *Bacillus typhi* ermöglicht. Laktose wird nämlich von Typhus- und Paratyphusbazillen überhaupt nicht, dagegen vom *Bacillus coli* in Säure und Gas vergoren, während Dulzit nur vom *Bacillus typhi* unbeeinflusst bleibt.

(Aus der Sitzung vom 23. April 1928 der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.)

WÖHLER FRIGYES EMLÉKÉNEK.

KONEK FRIGYES 1. tagtól.

Mai felszólalásomnak célja nem az, hogy emlékbeszédet mondjak WÖHLER FRIGYES-ről, a göttingeni egyetem híres neves kémia professzoráról, aki korszakot alkotó felfedezésével a hűgyanynak szintetikus előállításával nevét örökre beveste a természettudományok történetébe: mert hiszen a folyó év semmi összefüggésben nincsen sem születése (1800), sem pedig elhalálása (1882) keltével. Ha mégis ünneplik az idén WÖHLERT, mint a természettudományok nagy reformátorát, ha az egész világ természettudományi tantermei és folyóiratai az ő nevét visszhangozzák: ennek okát abban kell keresnünk, hogy az idén lesz száz éve, hogy WÖHLER egész tudományos munkásságának legfontosabb eredményével, a karbamid, vagy hűgyany mesterséges előállításával először a nyilvánosság elé lépett. Az 1828-ik év — mint az első, az élő szervezetten kívül végrehajtott organikus szintézis kelte — az idők folyamán valóságos fogalomná lett minden természettudós fejében. És mégis úgy látszik, hogy a legújabb irodalom és WÖHLER életének, tudományos munkáinak beható tanulmányozása után, ezt az időpontot meg kell változtatnunk és a karbamid szintézist négy évvel korábbi időpontra, azaz 1824-re tenni; sőt úgy látszik, hogy eddig egyedül állott elsőségi dicsőségét is meg kell osztania egy növényi sav, az oxalsavéval. A «Deutsche Chemische Gesellschaft» egyik legutóbbi ülésén felolvasták WARREN W., az amerikai Clark egyetem (Worcester, Mass. U. S. A.) professzorának idevonatkozó beható tanulmányát: «Wöhler első organikus szintézisének teljes története» címen, amelyben szerző szintén arra a konklü-

zióra jut, hogy az első organikus szintézis ideje nem 1828, hanem 1824; tárgya pedig nem huygany, hanem oxalsav volt. Szerző ez állításait ellenőrizendő, összehasonlítotam őket WÖHLER hiteles életrajzi adataival (v. ö. A. W. HOFMANN: Nekrolog Wöhlers Ber. 15. 3127; E. v. MEYER: Geschichte der Chemie; stb.) és a valóságnak megfelelőeknek találtam őket. Minthogy nálunk is már több helyen megemlékeztek WÖHLER-ről (Természettudományi Közlöny, Mérnök és Építészegylet vegyészmérnöki szakosztálya és a Magyar Kémikusok Egyesületének legutóbbi ülésein) és az első organikus szintézis tárgyául a huyganyt, idejéül pedig az 1828-ik évet jelölték meg: szükségét látom annak, hogy a hazai természettudományi körök figyelmét is felhívjam erre a körülményre; illetőleg közöljem velük azokat a helyesbített adatokat, amelyekhez jutunk, ha gondos tanulmány tárgyává tesszük a WÖHLER-re, életére, tudományos munkásságára és főleg világhírű karbamidszintézisére vonatkozó szakirodalmat.

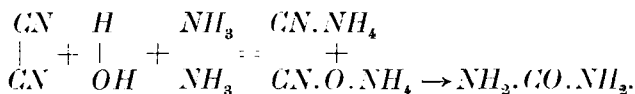
Poggendorff's Annalen-nek 12. kötetében (1828) a 253. lapon ugyanis azt olvashatjuk (majdnem szószertint idézve), hogy «egy korábbi kisebb megjegyzésemben, amely ezen Annalesek III. kötetében jelent meg, megemlítettem, hogy ha cyan hat folyékony ammoniákra, más egyéb termékeken kívül *oxalsav* és egy kristályosítható fehér anyag is keletkezik, mely utóbbi semmi esetre sem cyansavas ammoniak; ennek dacára azonban mindig keletkezik, valahányszor az ember megkísérli az úgynevezett kettős szétbontással a cyansavat ammoniakkal összekötni. Az a körülmény, hogy ez anyagok egyesülésük alkalmával természetüket megváltoztatni látszottak, minek folytán egy új test keletkezett volna: figyelmemet újból ráterelte e tárgyra és ez a vizsgálat azt a váratlan eredményt adta, hogy a cyansav és ammoniak egyesülésénél *huygany* keletkezik; egy azért is oly különös tény, mivel első példája egy szerves — még pedig állati anyagnak — szervetlen anyagokból való mesterséges előállításának».

WÖHLER eme keresetlen szavaiból azt kell következtetnünk, hogy a karbamidnak ilyen módon való előállítása egyúttal az első organikus szintézis volt, amelyet minden — még a leg-

kisebb — organikus kémiai tankönyv és bevezető lapjain körülbelül ilyen szavakkal szokott aposztrofálni: a szerves vegyületek mesterséges előállíthatóságának első példája WÖHLER hugyany szintézise volt; aki ezt az anyagot 1828-ban ammoniumcyanatból kapta. Ha ugyanis ennek a sónak vizes oldatát vízfürdön besűrítjük, hugyany válik ki. Egész addig az időpontig, amelyen WÖHLER korszakalkotó felfedezését tette, úgy a hugyanynak, mint a többi szerves vegyület képződését az életműködéstől elválaszthatatlannak tartották; ő volt az első, aki megmutatta, hogy egy ilyen szintézis az «életerő» igénybevétele nélkül is megvalósítható. Nincs az az organikus kémikus, aki ma még kételkedhetnék abban, hogy ez a szintézis határkövet jelent, amelynél tudományának új korszaka kezdődik. Ha gondosabban vizsgáljuk azonban WÖHLER-nek fent idézett — 1828-ból való — szavait, a következő pontok ragadják meg figyelmünket: hogy 1. éppen WÖHLER, akinek egész tudományos és annyira termékeny munkássága csaknem kizárólag anorganikus kémiai téren mozgott — csak az alumíniumról, a bórról, a silíciumról és a titánról végzett klasszikus munkáit említem — volt az, aki karbamidszintézisével megteremtette az organikus szintézist és így akaratlanul is megindítója lett annak az óriási fejlődésnek, amelyet ez a tudományág az utolsó száz év alatt tett. A 2. pont, amely méltán felkeltheti érdeklődésünket WÖHLER-nek arra való ráutalása, hogy ő a hugyanyszintézist már egy *korábbi publikációjában is ismertette*; amiről azonnal meggyőződhetünk, ha átlapozzuk WÖHLER életének történetét. Ott ugyanis azt olvashatjuk, hogy ő, miután 1823-ban — tehát 23 éves korában — megszerezte Heidelbergben az orvosi doktori oklevelet, csakhamar lemondott a gyakorló orvosi pályáról és eltökélte magában, hogy egész életét a kémia művelésének fogja szentelni. E célból elhagyta Németországot és belépett BERZELIUS-nak — aki akkor a kémikusok világának egyeduralkodója volt — stockholmi laboratóriumába. Rövid egy évi svédországi tartózkodása alatt végezte el itt a cyanvegyületekre vonatkozó klasszikus kutatásait, amelyek először svéd nyelven 1824-ben jelentek meg a svéd Tudományos Akadémia közleményeiben. (Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1824. 328.) Ezt a munká-

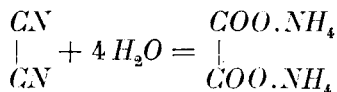
ját WÖHLER Németországba visszatérve német nyelvre is lefordította és megjelentette a Poggendorff's Annalen 3. kötetében 1825-ben. A természettudományok történetében csaknem páratlan érdekességű ténnyel állunk itt szemben: a tanítvány-WÖHLER — a mester BERZELIUS — laboratóriumában elvégzi azokat a munkákat, amelyek őt a karbamid szintézisének felfedezésére vezetik; ezzel megdönti a tanítvány mesterének egyik legnagyobb büszkeségét, az «életerő», a «vis vitalis» féltve őrzött hypotézisét és leoldozza azokat a nehéz bilincseket, amelyek az organikus kémiát szabad röptében és fejlődésében eddig akadályozták. Amilyen kegyetlen sorscsapás volt ez a mesterre, BERZELIUS-ra — akinek később le kellett mondania kedvelt hypothéziséről, amely mintegy kínai falat helyezett szerves és szervetlen világ, organikus és anorganikus szintézis közé és meg kellett hajolnia a felvirradó új irányzat előtt — épp oly áldásos és üdvös volt ez a felfedezés az epigonokra, a mai emberiségre nézve! Rendkívül érdekesek WÖHLER publikációja bevezető fejezetének ama szavai, amelyek a cyannak ammoniákkal szemben való magatartását tárgyalják, miért is idézem őket: «Ha cyangázt liquid-ammonniákba vezetünk, akkor keletkezik 1. kéksavas ammoniák, 2. igen sok abból a sötétbarnás szénszerű anyagból, amely cyanvegyületek szétbomlásánál oly gyakran szokott képződni és ma még csak kevéssé lett megvizsgálva, 3. «oxalsavas ammoniák», 4. egy sajátságos kristályos anyag, amely azonban nem cyansavas ammoniáknak látszik lenni. A barnás, szénszerű anyag részint magától ülepszik, részint hevítés- és a folyadék bepárlása közben. Az oxalsavat mézsvízzel különítjük el, a csapadékot szén-savas kálival kezeljük, az oxalsavat ólomcukorral és az oxalsavas ólmot pedig kénhydrogénnel bontjuk el, miáltal savanyú oldatot kapunk, amely bepárolva kristályos oxalsavat hagy hátra.» Rövid pár sorba alig lehetne több organikus kémiát összesajtolni, mint amennyit WÖHLER egyetlen egy kísérletének ilyen egyszerű leírásába bele tudott kondenzálni. Egy ilyen bonyolult reakciónak ennyire kimerítő magyarázata csak azt bizonyítja, hogy kémiai tudása, felfogása és érzéke milyen magas fokon állott. Ma, száz évvel később és mai ismereteinkkel a reakció lefolyását talán még kimerítőbben és úgy magyarázhatnók, ha azt mond-

jük: hogy a cyan ammoniak jelenlétében hydrolites bomlást vagy hasadást szenved, amelynél ammoniumcyanid — és cyanat keletkezik; ez utóbbi «intramolekuláris atomáthelyeződés» folytán tovább huyyanná alakult át:



Amit ma minden organikus laboratóriumban dolgozó diák tud, hogy a WÖHLER-féle huyyany szintézist legegyszerűbben úgy végezzük, hogy a cyankáliumot először is VOLLHARD szerint permanganattal cyansavas káliummá oxydáljuk és ezt a söt kénsavas ammoniákkal cserebomoltatjuk, mikor is a keletkezett cyansavas ammonium a vízfürdőn bepárolva atomáthelyeződést szenved és átalakul carbamiddé, amely a besűrített folyadékból szép kristályokban kiválik: az WÖHLER idejében még teljesen ismeretlen dolog volt. Semmi esetre sem tételezhetjük fel, hogy öneki már tudomása lehetett volna arról, hogy a cyansavas ammoniumból egyszerű atomáthelyeződéssel huyyany keletkezik. Valószínűnek kell tartanunk, hogy miután sikerült neki a reakciójánál kapott «sajátságos anyagot» a természetes huyyanyal identifikálni, maga is sokáig kételkedett megfigyelésének helyességében — hiszen egy szerves, állati eredetű anyagnak a laboratóriumban — szervesetlen anyagokból — való előállítása annyira ellenkezett korának felfogásával — és kísérleteit három éven keresztül szakadatlanul megismételte, míg végül felfedezésével a nyilvánosság elé merészkedett. Valóban utánzásra méltó óvatosság!

De ezzel még nincs vége az emlékezetes reakció történetének. A cyan ugyanis molekulájának széthasítása nélkül el is szappanosítható, amikor oxalsav, illetőleg oxalsavas sók keletkeznek:



és erre a magatartására vezetendő vissza az oxalsav keletkezése. Ma ez egy egyszerű tény, amelyet minden kis tankönyv fel-

sorol; azért nevezzük is a cyanat az oxalsav nitriljének. WÖHLER helyesen ismerte fel az oxalsav keletkezését; tiszta kristályos állapotban el is különítette és identifikálta. Más szavakkal ez azt jelenti, hogy WÖHLER volt az első, aki ezzel a megfigyelésével egy szerves — még pedig növényi eredetű — vegyületnek szintézisét megvalósította. És ez a 3. pont, amely méltán felkeltetheti érdeklődésünket WÖHLER eredeti értekezésében. Úgy látszik azonban, hogy ő maga vajmi kevés jelentőséget tulajdonított felfedezésének, mert fent idézett, 1828-ból való publikációjában csak futólag emlékszik meg róla; és részben ennek kell tulajdonítani, hogy kora nem tudta megbecsülni WÖHLER-nek ezt a korszakalkotó felfedezését. Ma természetesen el kell ismernünk, hogy az oxalsavnak a laboratóriumban, a szervesen cyangázból való előállítására éppen olyan döntő bizonyíték a mellett, hogy a szerves vegyületek előállításához nem feltétlen szükséges az «életerő», mint amilyen döntő bizonyíték volt a hugyanszintézis. Hogy az oxalsav szintézissel annyira mostohán bántak, ennek okát talán abban kell keresnünk, hogy az akkori időkben — bár kezdetben szerves savnak deklarálták az oxalsavat — de később, még WÖHLER életében az a nézet kerekedett felül, hogy az oxalsav a szerves savak közé sorolandó, mivel legtöbb sója hidrogénmentes. Berzelius maga is osztotta ezt a nézetet és így nem lehet csodálkozni azon, ha a tanítvány is csatlakozott mesterének felfogásához. De az akkori idők felfogása az oxalsavat illetőleg, mit sem változtathat azon a tényen, hogy az első organikus szintézis (melyet minden kétségen kívül annak kell elismernünk) tárgya nem — ahogy eddig hittük és tanítottuk — a hugyany, hanem az oxalsav volt.

Az itt felsorolt tényeket összegezve, arra a meggyőződésre kell jutnunk, hogy az az elismerés, amellyel az utókor eddig WÖHLER-nek nagyszerű felfedezését — hogy organikus vegyületek előállításához az «életerő» nem feltétlen szükséges — honorálta, nem ütötte meg azt a mértéket, amelyet valósággal és igazság szerint meg kellett volna ütnie, hanem az elismerés felével adós maradt. WÖHLER életrajzi adataiból és publikációiból világosan kitűnik, hogy az általa már 1824-ben tanulmányozott cyanrekeció mindjárt két szerves vegyület szintézisét

eredményezte, úgy mint 1. az oxalsavét, amelyet ő már 1824-ben elkülönített és identifikált és 2. a huyanyét, amelynek identifikálása csak 1828-ban — tehát 4 évvel később — publikáltatott, bár a szintézise az oxalsavéval egyidejűleg és egyszerre lett megvalósítva. WÖHLER volt tehát az első, aki egy növényi és egy állati eredetű szerves vegyületet — amelyek egy és ugyanazon reakció folyamán egyszerre keletkeznek — szintetikus úton előállított. A történeti igazság szempontjából is célszerű volna, ha ezt a tényt tudomásul vennék mindazok, akik kémiát tanítanak, vagy kémiai tankönyveket írnak.

(A M. Tud. Akad. III. osztályának 1928 április hó 23.-án tartott üléséből.)

DEM ANDENKEN FRIEDRICH WÖHLER'S.

Von korr. Mitgl. FRITZ v. KONEK.

Die Grosstat WÖHLER'S, die Synthese des Harnstoffs aus cyansaurem Ammonium, welche ihrem Entdecker die Bezeichnung eines Vaters der organischen Synthese brachte, wird auch heute noch in der chemischen Welt — Lehrbuch und Vortrag — auf das Jahr 1828 verlegt. Angeregt durch eine, in einer der letzten Sitzungen der Deutschen Chemischen Gesellschaft verlesene Abhandlung von WARREN über «Die vollständige Geschichte' von Friedrich Wöhlers erster organischer Synthese» stellte der Vortragende vergleichende Studien in der bezüglichen Originallitteratur (WÖHLER'S Publikationen in den Poggendorffs Annalen, E. v. MEYER: Geschichte der Chemie; A. W. HOFFMANN'S Nekrolog auf WÖHLER, etc.) an und kommt auf Grund dieser zu dem Schlusse, daß tatsächlich die berühmte Harnstoffsynthese bereits 1824 im BERZELIUS'Schen Laboratorium ausgeführt, aber erst 1828 publiziert wurde. Gleichzeitig mit dem Harnstoff erhielt WÖHLER beim Studium der Einwirkung von Cyan auf liquides Ammoniak auch Oxalsäure, deren Bildung, Isolierung und Identifizierung er zuerst 1824 in schwedischer, 1825 in deutscher Sprache bekannt gab. Es ergibt sich hieraus der zwingende Schluss, daß die erste organische Synthese eigentlich die der Oxalsäure und nicht die des Harnstoffs — der Zeitpunkt dieser epochalen Entdeckung aber das Jahr 1824 und nicht 1828 — war. Man wird dieser historischen Tatsache sowohl in den Lehrbüchern als auch im Hörsaal Rechnung tragen müssen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 23. April 1928.)

ÚJABB KÍSÉRLETEK A MESTERSÉGES HELYI ÉRZÉSTELENÍTŐK SZINTÉZISE TERÉN.

(A para-oxybenzoésav néhány új származéka.)

(Előzetes közlemény.)

KONEK FRIGYES I. tagtól.

A salicyl- parakumár-vanillin- és mandula-aromás-, továbbá a glykol- tej- és borkő-alifás savakkal végzett idevonatkozó szintetikus kísérleteim után, amelyeknek célja gyakorlatilag is értékesíthető, helyi érzéstelenítők, más szóval kokainpótló anyagok előállítása volt: kiterjesztettem vizsgálataimat a salicylsavnak másik izomérjére, a paraoxybenzoésavra is.

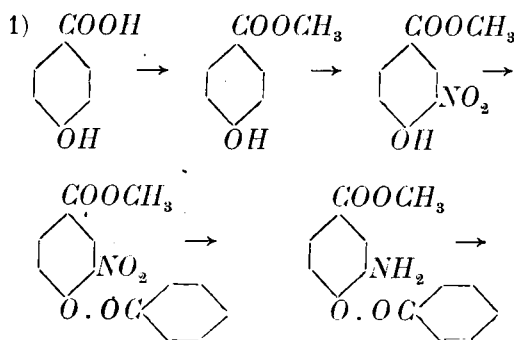
A p-oxybenzoésav, amely régebben a Kolbe-Schmidt-féle technikai salicylsavgyártásnál, mint melléktermék alárendelt mennyiségben mindig képződni szokott, ma már úgy készül, hogy káliumsalicylátot 200—210°-ra hevítünk vagy pedig szén-savat vezetünk el 200—220°-on phenolkálium felett. A modern salicylsavüzem ma már annyira tökéletes, hogy parasav egyáltalán nem képződik. A para- eltérőleg az ortho- vagyis salicyl-savtól, nem mutatja az ez utóbbira annyira karakteristikus vas-kloridreakciót, de megvan benne — bár kisebb mértékben — a baktericid, antiseptikus hatás, miért használják is tápszerek és egyebek konzerválására.

A kísérleteimhez szükséges paraoxybenzoésavat, illetőleg

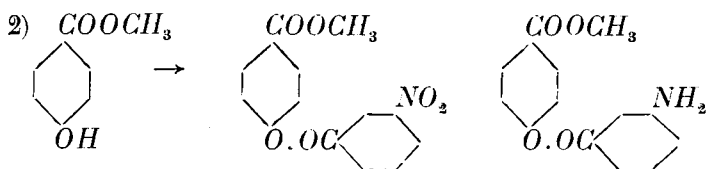
methylesterét a «Chemise Fabrik von Heyden-Radebeul-Dresden» bocsátotta rendelkezésemre, miért is neki e helyen is köszönetet mondok.

Egy «amino-parabenzoyloxybenzoésavmethylester», illetőleg egy «para(-metaminobenzoyl)-oxybenzoésavmethylester» előállítására és fiziológiai hatása azért is érdekelt, mivel például szolgálhatott arra, hogy a benzoylált phenolhydroxylnak eltávolodása a carboxymethylcsoporttól az «ortho»-ból a «para» helyzetbe mennyire befolyásolja az érzéstelenítő hatást. Régebbi kísérleteimből tudjuk, hogy a salicylsavnak analog származéka, az «assymetriás-meta-aminobenzoylsalicylsavmethylester», melyben a benzoylhydroxyl- és carboxymethylcsoportok ortho-helyzetűek, azaz térbelileg közel fekszenek egymáshoz, «szomszédosak», meglehetősen jól érzéstelenít. A természetes alkaloidában ezek a csoportok, amelyek összességükben a lokális anæsthézia hordozói, mai felfogásunk szerint az aromás ortho helyzetnek megfelelő távolságra vannak egymástól. Ha ezt a távolságot a szintetikumban a para helyzetig növeljük, vagyis a ható csoportok messzebb kerülnek el egymástól, mint a kokainban, akkor — mint azt már eddig is két esetben, a vanillin- és még inkább a parakumársav esetében sikerült kísérletileg is beigazolnom — az érzéstelenítő hatás vagy teljesen megszűnik, vagy pedig olyan minimumra csökken, hogy gyakorlati jelentősége többé nincsen. Ez előzmények után, per analogiam következtetve, előre is meg voltam győződve arról, hogy a paraoxybenzoésav fent említett származékai gyakorlati kokainpótlók nem lesznek; és a szintézisüket csak azért hajtottam végre, hogy megbizonyosodjam feltevésem helyességéről. A benzoylált salicylsavmethylester aminoszármazékai főleg azért nem tudtak elterjedni, mivel erősen hatottak a szívre; a paraoxybenzoésav nem váltja ki a szervezetben ezt a kellemetlen «salicylismusnak» mondható hatást és az ortho izomérjétől eltérő ezen magatartása is egyike volt azoknak az okoknak, hogy a szintézist végrehajtsam és a paraxavnak fentemlített származékait előállítsam.

A szintézis menete a következő volt:



illetve:



vagyis a következő fázisokon ment át: úgymint 1) para-oxybenzoésav, p-oxybenzoésavmethylester, p-oxy-m-nitrobenzoésavmethylester, p-benzoyloxy-meta-nitrobenzoésavmethylester és végül p-benzoyloxy-metaminobenzoésavmethylester; 2) para-oxybenzoésavmethylester, p-(meta-nitrobenzoyloxy)-benzoésavmethylester és p-(meta-aminobenzoyl)-oxybenzoésavmethylester.

Paraoxybenzoésavmethylester.

Technikai- (v. HEYDEN) paraoxybenzoésavat feles abszolút methylalkoholban suspendálunk és az elegyet szokott módon száraz sósavgázzal telítjük mindaddig, míg a sav oldatba nem megy és az oldat erős felmelegedése után ismét teljesen ki nem hült. A besűrítésnél a keresett ester szilárd alakban kiválik. Vizes methanolból, vagy más alkalmas organikus oldószerből kristályosítva, szintelen gyémántfényű kristályok alakjában nyerjük, amelyek az irodalom adataival egyezőleg 131° -on olvadnak.

m-Nitro-p-oxybenzoésavmethylester.

A paraoxybenzoésavmethylester nitrálását AUWERS és RÖHRIG előírása szerint (Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. 30. 991) 1 a 6-hoz hígított salétromsavval, forró vízfürdőn való körülbelül egy órai hevítéssel végeztem. A reakció befejezése után az elegyet feles hideg vízbe öntjük és miután megszilárdult, lenucsoljuk és vízzel addig mossuk, míg a szűrlet már nem mutat salétromsavreakciót. A nyers terméket, miután levegőn kiterítve megszáritottuk, forró könnyű benzinnél kristályosítjuk. Az így előállított és tisztított nitroester 76—77°-on olvad. (AUWERS és RÖHRIG — l. c. — szerint az olvadáspont 75—76°.)

m-Nitro-p-benzoyloxybenzoésavmethylester.

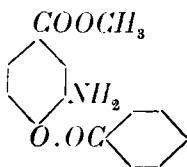
Benzoylchlorid a nitrooxysavesterre már körülbelül 120°-nál hat. Sok próbálgatás után legjobbnak találtam a következő eljárást: egy molekula nitroestert 1·5 molekula benzoylkloriddal olajfürdőben 150—160°-ra hevítünk néhány óráig mindaddig, míg a sósavgáznak a léghütőcsővön keresztül való távozása csaknem teljesen megszűnik. Ha ezt az időt és temperaturát nem tartjuk be, a nyers termék mindig változatlan phenolt fog még tartalmazni, ami a tisztítást és a további műveleteket rendkívül megnehezíti. A reakció befejezése után a lombik tartalmát hideg vízbe öntjük és addig gyúrjuk, dagasztjuk, míg az az olajos állapothól a szilárdba át nem megy; a feles benzoylchlorid gyorsabb elbontása céljából nátriumbicarbonátot használhatunk. Miután ez megtörtént — vagyis a klorid könnyefakasztó szaga csaknem egészen megszűnt — és a termék megszilárdult, lenucsoljuk, vízzel jól kimossuk és levegőn megszáritjuk. A száraz anyagot lehet benzinnél — amelyben nehezebben oldódik — vagy metanólnál — amelyben könnyen oldódik — kristályosítani. Ha teljesen tiszta terméket akarunk ez utóbbi oldószer ajánlatosabb, bár sok marad az anyalúgokban vissza. Így tisztítva az új vegyület hosszú, selyemfényű, rosettákba esomósodott, nagyon gyengén sárga árnyalatú tükben kristályosodik, amelyek 90—91°-on olvadnak. A benzoylált oxynitrosavester tisztaságáról

leegyszerűbben úgy győződhetünk meg, ha egy-két kristályát nátronlúggal megnedvesítjük; ha tökéletes volt a benzoylálás, vagyis a fenolhydroxyl teljesen esterifikáltatott a benzoylgyök által, akkor a kristályok szintelenek maradnak; ha ellenben a reakció nem volt tökéletes, vagyis a kristályok még változatlan fenolt is tartalmaznak, akkor nátronlúggal sárga, sőt vörös színeződést is kapunk, (az orthonitrophenol jellegzetes reakciója) jeléül annak, hogy vagy kevés volt a klorid, vagy alacsony a temperatura, vagy túlrövid az idő. Hogy az új vegyület tényleg benzoylester — tulajdonképp kettős benzoylester — arról könnyen meggyőződhetünk, ha néhány kristályát koncentrált kénsavban pár csepp alkohollal melegítjük, mikor is a benzoééter karakteristikus, fűszeres szagát érezzük; ez pedig csakis a fenolhydroxylhez kötött benzoylgyöktől származhatik, amely kénsavval onnan könnyen leszakítható és æthylalkohollal újból esterifikálva adja ezt a jellegzetes szagreakciót. Az új vegyület karakterizálására megemlítem még, hogy az, mint a legtöbb benzoééter a szokásos organikus oldószerekben vajmi könnyen oldódik — legkevésbé talán még szénhydrogénekben; — vízben természetesen oldhatatlan. Megkíséréltem az új vegyületet SCHOTTEN-BAUMANN módszerével is előállítani úgy, hogy a nitrooxybenzoéestert feles nátronlúgban (10%-osban) oldva, feles benzoylkloriddal hosszabb ideig ráztam. Az eredetileg skarlátpiros phenolátoldat csakhamar sárgává halványodik, de ezt a színét továbbra is megtartja; újabb benzoylklorid mennyiséggel sem sikerült az oldatot teljesen elszinteleníteni, jeléül annak, hogy ezzel az eljárással alig lehet a phenolhydroxil quantitativ benzoylálását elérni. Ha az erősen sárgaszínű nyers terméket feles vízbe öntjük, az ott napokig félszilárd marad és a levegőn sem keményedik meg egész tömegében. Metylalkoholból bár nem oly tisztán, de azért a másik módszer szerint előállított benzoyltermékkel azonos vegyület kristályait kapjuk.

m-Amino-p-benzoyloxybenzoésavmethylester.

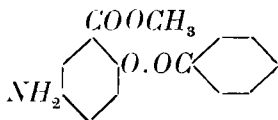
A nitroesternek megfelelő aminoesterré való redukciója szokott módon, vizes sósavval és ónnal nem vihető keresztül, mivel

a vegyület ebben a közegben teljesen oldhatatlan; a koncentrált sósavval való hosszabb melegítést pedig nem bírja ki, hanem benzoésav kiválása közben megbomlik. Miután sikertelenül próbálkoztam meg alumíniumamalgammal is, végül a következő eljárás vezetett célhoz: száraz sósavgázzal telített methyalkoholból és ón granáliákból — a vízfürdön gyengén melegítve — élénk hidrogénáramot fejlesztünk s ebbe a közegbe adagoljuk be lassan és apránként a nitrovegyületet, mely ott azonnal feloldódik és simán redukálódik. A gyengülő gázfejlődést óvatos melegítéssel néha-néha megélénkítjük. Az egész redukálendő anyagmennyiség bevitele után — ha az oldat már kihült — zavarodni kezd és színtelen kristályok alakjában kiválik az új vegyület, amely hosszabb idei állás után az egész folyadékmennyiséget kitölti. Lenucsoljuk, kevés sósavas methanollal kimossuk és hogy a finom ónreszeléktől elkülönítsük, forró methanolból — amelyben nehezen oldódik — kristályosítjuk. Színtelen, páfrány és dendritás csomókba összeállt végtelen finom túalakú kristályokban válik ki az új vegyület, amely legnagyobb csodálkozásomra úgy ón- mint halogénmentesnek bizonyult. Ebben az esetben tehát azzal az anomáliával állunk szemben, hogy a redukciónál kapott bázikus vegyület az erősen sósavas és ónklorür tartalmú közegből nem — ahogy várhatnók — só avagy kettős só alakjában, hanem mint szabad bázis válik ki. Az új vegyület — melynek olvadáspontját 160—161°-nak találtam, — tüzetesebben megvizsgálva, félig-meddig igazolta ezt a furcsa magatartást. Bázikus jellege ugyanis annyira gyenge már, hogy még a legerősebb savakkal sem képez állandó sókat. Füstölgő sósavban feloldódik ugyan, de ha most vizet adunk hozzá, a labilis klorhydrát azonnal dissociál szabad savra és bázisra, mely utóbbi, mint vízben teljesen oldhatatlan anyag, quantitative kiválik. Ha egy pillantást vetünk az új vegyület szerkezeti képletére — felfogásom szerint — nem nehéz megmagyarázni savakkal szemben tanúsított azt a feltűnő magatartását, hogy vagy egyáltalán nem egyesül velük, vagy ha mégis jön létre sóképzés, ez annyira labilis, hogy a só már víz hatására ismét szétesik komponenseire. A szerkezeti képletből ugyanis azt olvashatjuk ki, hogy az amúgy is már gyengén bázikus



aromás aminocsoport tőszomszédságában — «ortho» helyzetben — egy erősen negatív savgyök, a benzoylgyök foglal helyet, amely az amino csoport pozitív jellegét annyira gyengíti vagy közömbösíti, hogy az már nem képes savakkal egyesülni, illetőleg állandó sókat képezni.

Hogy ez a feltevés mennyire helytálló, kitűnik abból, ha összehasonlítjuk ezt az aminoestert az általam régebben (Math. és Természettud. Ért. XIV. (1896) 20.) előállított (a)-m-aminobenzoylsalicylsavmethylesterrel, amely eltérőleg a most szintetizált izomérjétől



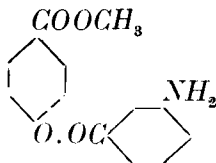
az alkohol-sósavas redukciós közegből nem mint szabad bázis — hanem klorhydrát alakjában válik ki; sósavas vízből

kristályosítható volt és amelynek összetételét annak idején egy kvantitatív klormeghatározással is ellenőriztem. A theoria szerint ezt a különböző magatartást nagyon egyszerűen úgy magyarázhatjuk, hogy a salicylsavszármazék aminocsoportja nincs közvetlen szomszédságban a negatív benzoyl gyökkel, hanem attól térbelileg is jóval messzebb esik, mint az izomér p-oxybenzoésav esetében; más szóval a két gyök — amido és benzoyl — itt «para» helyzetű és ebből folyik azután, hogy a két csoport nem képes egymást annyira befolyásolni, közömbösíteni, mintha «ortho» helyzetben volnának egymáshoz, úgyhogy az amino csoport bázikus jellegét csaknem egészében megőrizte és képes más — természetesen csak erős — savakat sók alakjában megkötni.

Az amino-p-benzoyloxybenzoééternek ez a kellemetlen tulajdonsága, hogy sem anorganikus, sem organikus savakkal állandó, vízben oldható sókat nem ad, illuzóriussá teszi természetesen fiziológiai hatásának tüzetesebb megvizsgálását is. Erre a kérdésre, amelyet egyelőre nyitva kell hagynom, csak kimerítő élettani kísérletek után lehet majd határozott választ adni; az ilyen irányú vizsgálatokhoz szükséges anyagmennyiség egyelőre még nem áll rendelkezésemre.

A bevezetésben 2. alatt felállított szintézis-séma eleve is azért látszott nekem biztatónak és jobb eredményre vezető eljárásnak, mivel az aminocsoportnak áthelyezése a benzoé-

étekből a benzoyl maradékba — a most szerzett tapasztalatok után — garancia volt mintegy arra nézve, hogy egy ilyen szerkezetű, aminogyökös molekula lesz még annyira bázisos jellegű, hogy erős savakkal — például sósavval — állandó, vízben oldható sókat alkothasson. Egy pillantás ugyanis a szerkezeti képletre azt mutatja, hogy ebben az esetben az amino csoport közvetlen közelében nincsenek savas hatású gyökök, amelyek sóképző erejét lényegesen csökkenthetnék; mert a molekula másik részében elhelyezett carboxylcsoport először is térbelileg nagyon messze esik az aminogyöktől, másodsor pedig esterképződés folytán savhatásában teljesen közömbösítve is van. Zavarólag legfeljebb csak az hathatna, hogy az aminocsoport szerepe — viszonyítva a molekula nagyságához — alárendeltté válik és nem képes azt egész tömegében bázikus testté alakítani. Ha ettől eltekintünk és a többi a vegyület strukturájából folyó fontosabb teoretikus következtetéseket méltányoljuk: akkor plausibilisnek kell elfogadnunk, hogy egy amino-p-benzoyloxybenzoé-éter, amely a bázikus csoportot a benzoylmaradékban — még pedig «meta» helyzetben — tartalmazza, inkább képes lesz erős savakkal állandó jellegű sókat képezni, mint az alig bázikus 1. alatt, szintetizált izomérje. A kísérlet ezt a feltevésemet részben legalább igazolta.



Para-(meta-nitrobenzoyl)-oxybenzoésavmethylester.

Meta-nitrobenzoylchlorid és para-oxybenzoésavmethylester már a forró vízfürdőn is reagálnak egymással. Molekuláris arányban hozzuk a két anyagot össze és vízfürdőn addig hevítjük őket, míg a kezdetben erős sósavfejlődés csaknem egészen megszűnik, ami néhány óra múlva rendszeren be szokott következni. A reakcióterméket azután hideg vízbe öntjük és kevés szódabicarbona oldattal addig gyúrjuk, míg az egész tömegében meg nem szilárdul. Hosszabb idei állás után — hogy a kis feleslegben alkalmazott savklorid teljesen elbomoljék — a terméket lenucsoljuk, vízzel jól kimossuk és levegőn kiterítve kiszáritjuk;

majd poritva vákuumban kénsav felett megszabadítjuk az utolsó víznyomoktól is. A nyers termék átkristályosítására legjobban methanol használható, amelyben hidegen alig, forrón is csak nagyon nehezen oldódik. A forrón telített oldatokból az új vegyület szűrés után rögtön kiválik, még pedig rendkívül apró, wawellitszerűen összezsomósodott túalakú kristályokban, amelyek a kapillárisban $119-120^{\circ}$ -nál meglehetősen élesen olvadnak. Színben is eltér a fent leírt izomérjétől, mert kristályai szintelenek, illetőleg tisztán tejfehérek, míg amaz gyengén sárgás árnyalatot mutat, megfelelően annak, hogy származéka az erősen sárgaszínű ortho-nitrophenolnak.

Para-(meta-aminobenzoyl)-oxybenzoésavmethylester- klorhydrát.

A nitrobenzoyloxybenzoééter redukciója a megfelelő aminosvegyületté koncentrált sósavval és ónnal azért nem vihető keresztül, mivel a nitroester vízben teljesen oldhatatlan, ha pedig koncentrált sósavval hosszabb ideig melegítjük, akkor hydrolyzist szenved komponenseire: nitro-benzoésavra és p-oxybenzoéesterre. Tehát ugyanazt az eljárást kellett alkalmaznom, amely izomérjének a redukciójánál bevált. Kellő mennyiségű óngranáliát leöntünk száraz sósavgázzal telített methanollal; gyenge melegítéssel megindítjuk a hidrogénfejlődést és apránként adagoljuk a pezsgő folyadékba a nitroestert, addig várva, míg az teljesen fel nem oldódott. Ha a gázfejlődés gyengül, óvatos melegítéssel vagy új sósavas methylalkohol adaggal segítünk rajta. A művelet vége felé a redukciós termék kristályosan kiválik és — feltéve, hogy helyesen jártunk el — az új vegyület kristályai teljesen megtöltik a folyadékot. Pár órai állás után a kristályokat lenucsoljuk, kevés alkohollal kimossuk és forró æthylalkoholból átkristályosítjuk. Ebből a közegből finom túalakú kristályok alakjában válik ki az új vegyület, amelyek erősen halogéntartalmúak és sótermészetüket avval is elárulják, hogy a kapillárisban 200° -on olvadnak. Vízzel összehozva a sósavas aminosvegyület teljesen disszociál és a szabad bázis csapadék alakjában kiválik, míg a szűrletben a sósav a rendes módon kimutatható.

A nyelvre hozva, érzéstelenítő hatás alig tapasztalható. Szóval a kísérlet igazolta a vegyület strukturájából levont, fentebb részletezett következtetéseimet, amelyek szerint erősebb bázis, mint izomérje — alkoholtól tényleg mint sósavas só válik ki, míg emez még sósavas metylalkoholtól is csak mint szabad bázis izolálható — másrészt azonban a savionokat csak oly lazán köti, hogy sói vízzel azonnal, még pedig teljesen diszociálnak. Hasonlóképp beteljesedett az, amit a physiologiai hatásra vonatkozólag már a bevezetésben is előre jeleztem volt, hogy tudniillik a paraoxybenzoésav analog származékai nem lehetnek oly határozott helyi érzéstelenítők, mint a régebben előállított ortho- vagyis salicylsavsármazékok.

Az új vegyületek elemzési adatait, valamint részletesebb jellemzésüket egy későbbi összefüggő dolgozat keretében fogom közölni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 április 23.-án tartott üléséből.)

NEUERE VERSUCHE AUF DEM GEBIETE DER SYNTHETISCHEN LOKALANÄSTHETIKA.

(Über einige neue Derivate der p-Oxybenzoesäure.)

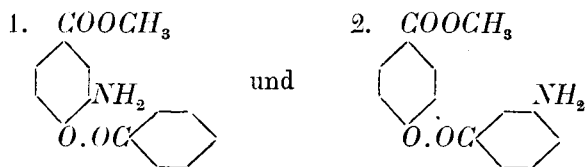
Vorläufige Mitteilung von korresp. Mitgl.

FRITZ v. KONEK.

In weiterem Verfolg und Ergänzung seiner mit aromatischen und alifatischen Oxysäuren ausgeführten synthetischen Versuche hat der Vortragende nun auch ein Isomeres der Salicylsäure, die p-Oxybenzoësäure in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen. Obwohl es auf Grund der bisher gesammelten Erfahrungen wahrscheinlich schien, dass die Aminoderivate des benzoylierten p-Oxybenzoësäuremethylesters, infolge der größeren Entfernung der Benzoyloxy- von der Carboxymethylgruppe — abweichend von den entsprechenden Salicylsäurederivaten — keine lokalanästhetischen Eigenschaften besitzen dürften: wollte sich Vortragender trotz alledem auch durch das Experiment von der Richtigkeit seiner Annahme überzeugen. Der Gang der Synthese war der folgende:

1. p-Oxybenzoësäure \rightarrow p-Oxybenzoesäuremethylester \rightarrow m-Nitro-p-Oxybenzoesäuremethylester \rightarrow m-Nitro-p-benzoyloxybenzoësäuremethylester \rightarrow m-Amino-p-benzoyloxybenzoesäuremethylester, und

2. p-Oxybenzoësäuremethylester \rightarrow p-(m-Nitrobenzoyl)-oxybenzoësäuremethylester \rightarrow p-(m-Aminobenzoyl)-oxybenzoësäuremethylester. Die so erhaltenen neuen Derivate der p-Oxybenzoësäure:



m-Amino-p-benzoyloxy- und p-(m-Aminobenzoyl) oxybenzoösäuremethylester zeigen — abweichend von den entsprechenden Salicylsäurederivaten — keine ausgesprochene lokalanästhetische Wirkung, was der Vortragende dem Umstand zuschreibt, dass die wirksamen Gruppen in diesen synthetischen Produkten in grösserer Entfernung zueinander als im natürlichen Alkaloid zu stehen kommen. In dieser Beziehung sind sie also den entsprechenden Derivaten den Vanillin- und Paracumarsäure an die Seite zu stellen. Die Basizität dieser neuen Aminoster ist dermassen abgeschwächt, dass sie nicht mehr im Stande sind — selbst mit den stärksten Säuren — beständige Salze zu bilden. Vortragender erklärt dieses Verhalten einerseits mit der Grösse des Moleküls — in welchem die Rolle der Aminogruppe naturgemäss zurücktreten muss — andererseits mit der Stellung der basischen Gruppe zu sauren Komplexen. Aus letzterem Grunde folgt zwanglos, warum 2. stärker basisch als 1. ist. Analysen und genaue Beschreibung der neuen Verbindungen behält sich Vortragender für eine spätere, zusammenfassende Arbeit vor.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. April 1928).

TRIÁSZKORÚ FAUNÁK A BÉLI- ES BIHAR- HEGYSÉGBŐL.

KUTASSY ENDRÉ-től.

(A szöveg között 1 szelvénnel.)

A Bihar- és Béli-hegység tanulmányozása már az 1892-ik évben megkezdődött PETHŐ GYULA kutatásaival,¹ aki a Béli-hegység és a Móma geológiai felvételét kezdte meg, majd halála után BÖCKH HUGÓ és PAPP KÁROLY felvételeztek a Béli-hegység területén. A Bihar-hegység geológiai felvételét PRIMICS GYÖRGY kezdte meg, majd SZÁDECZKY kutatásai után mindkét hegység reambuláló felvételét SZONTÁGH TAMÁS, PÁLFY MÓRIC és ROZLOZSNIK PÁL² folytatták. Ennek a rendkívül komplikált területnek geológiai felvétele éveken át eltartott, mindaddig, míg a terület román megszállás alá nem került. Az évek hosszú során át végzett gyűjtések gazdag triászkorú anyagának palaeontológiai feldolgozásával a m. kir. Földtani Intézet igazgatósága engem bizott meg s vizsgálataim eredményeiről a Magyarhoni Földtani Társulat 1927 október 2-iki szakülésén számoltam be,³ ahol a Moma hegység triász kori üledékeinek sztratigráfiájával és facies viszonyaival foglalkoztam. Jelen alkalommal a Kodru- v. Béli-hegység és Bihar-hegységek triászkorú faunájának tárgyalását

¹ PETHŐ GYULA: Vaskóh környékének geológiai viszonyai. (A m. kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1892-ről.)

² SZONTÁGH T., PÁLFY M., ROZLOZSNIK P.: A Kodru Móma mezozoos területe. (A m. k. Földtani Intézet Évi Jelentése 1909-ről.)

³ KUTASSY E.: A Móma-hegység triász üledékeinek sztratigráfiája és kifejlődése. Dr A. KUTASSY: Die Ausbildung der Trias im Moma-Gebirge (Ungarn-Siebenbürgen). (Centralblatt für Mineralogie etc. Jhrg. 1928. Abt. B. No 5.)

tüztem ki feladatamul, ahol főleg PÁLFY és ROZLOZSNIK által begyűjtött gazdag anyag és felvételi jelentéseik tanulmányozása alapján a következő viszonyokat találjuk.

I. Béli- (Kodru-) hegység. Alsó és közép triász.

A Kodru-hegység területén ROZLOZSNIK megállapítása szerint⁴ a felső permnek vett rétegekre települő lemezes kalciteres palák képeznek a triász legalsó tagját, a szittya emeletet, melyekből azonban eddig még kövület nem került ki. A felette települő sűrű dolomitok, amelyekből Borzról a V. Borzuluj tetejéről

Myophoria elegans DUNK.

Pecten (Entolium) cfr. *discites* SCHLOTH.

fajokat határoztam meg, az anizuszi emeletbe tartoznak.

Nevezetes a dolomitra települő sötét mészkőcsoport, melyben palás és márgás agyagok települnek. A palás agyagokból Borzról (Pekoj tető) jó megtartású

Daonella Pichleri MOJS.

fajokat határoztam meg. Ugyanebből a szintből került ki egy új *Nannites* faj, mely külalakjában leginkább a szűkköldökű *N. Bittneri* MOJS. alakra utal, de varrat-vonalaiban teljesen elüt a a nevezett fajtól:

Nannites Lóczyi n. sp.

Ugyanebből a szinttájából, Tárkánykáról a Balanyeszku pataktól délre kibukkanó márga palából

Balioites Eryx MÜNST.

fajt sikerült meghatároznom. *Mind ezek az alakok a ladini emelet felső rétegeire utalnak s kétségtelenül meghatározzák a sötét mészkőcsoport wengeni korát.*

⁴ A Béli-hegység triászkorú és triásznál idősebb rétegei. (A m. k. Földtani Intézet Évi Jelentése 1912-ről.)

Felső triász.

Karni emelet. A sötét mészkő felett cukorszemesés dolomit települ, amely sztratigrafiai helyzete alapján a karni emeletbe tartozik, tekintve, hogy a felette települő kövületekben rendkívül gazdag mészkőcsoport rétegei minden bizonnyal a noricumot képviselik.

Nori emelet. A felső triászkorú világosszürke mészkövek a cukros dolomitra települnek s legszebb feltárásuk a várasfenesi nagy patak völgyének felső részén, a forrás közelében van, ahonnan gazdag kövületanyag került ki. E mészkőcsoportból gyűjtött anyagból a következő alakokat határoztam meg:

Gastropoda: *Neritaria plicatilis* KLIPST.

Trachynerita quadrata STOPP. cfr. var. *elongata* KUT.

Worthenia cfr. *sigaretoides* KITTL.

Lamellibranchiata: *Pleuromya rugosa* AHLB.

“ cfr. *Sandbergeri* PHIL.

“ aff. *fedaiana* SAL.

“ cfr. *carnica* GORT.

Homomya (Arcomia) minima n. sp.

Anodontophora recta GÜMB.

“ aff. *canalensis* CAT.

Nucula cfr. *subobliqua* d ORB.

Macrodon aff. *juttensis* BITTN.

Unicardium cfr. *rectangulare* AHLB.

Lithodomus (?) *hungaricus* n. sp.

Scaldia triadica n. sp.

Leda (an. *Palaeoneilo*) *transylvanica* n. sp.

Astarte cfr. *triasina* ROEM.

Mysidia Bittneri n. sp.

Myophoriopsis varicostatus n. sp.

Schaffhäutlia costata n. sp.

“ *triadica* n. sp.

Cardita Gumbeli PICHL.

Myoconcha recta BROILI n. var. *norica*.

Lima varicostata n. sp.

Megalodon rimosus MÜNST.

« *columbella* HÖRN.

» cfr. *Damesi* HÖRN.

Pinna sp. indet.

A fent felsorolt fajok a *M. columbella* és *Damesi* kivételével a cassiani és marmolatarétegek, valamint a német kagylós mész alakjai közül kerülnek ki, a kisebb vertikális elterjedésű *M. columbella* és *Damesi* azonban már kétségtelenül a nori emeletre utal. A legnagyobb nevezetessége ennek a lelőhelynek az, hogy a törpe kagyló és csiga faunával együtt hatalmas *Lycodus* kagylók fordulnak elő, melyek kivétel nélkül új fajokat képviselnek. Ezek leginkább a *Lycodus cor* SCHAFFH. csoportjába oszthatók be s az eddigi megállapítások szerint a következők:

Lycodus Pálfyi n. sp.

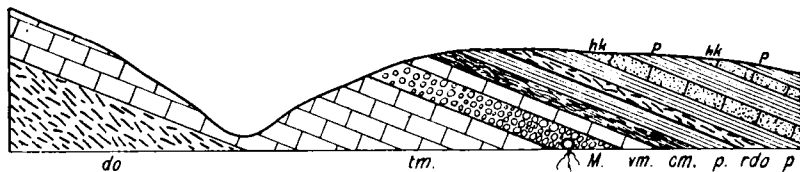
« *Szontághi* n. sp.

« *Rozlozsniki* n. sp.

« *Hugoi* n. sp.

« *Pethői* n. sp.

A *Lycodusok* ilyen nagy tömegben való előfordulása eddigi tudásunk szerint kétségkívül a rheticumra utalna, mivel az eddigi ismeretes három *Lycodus* faj közül mindössze az ezideig



1. ábra. A felsőtriász szelvénye a várasfenesei völgyben. (Pálfy M. szelvénye.)

| | | | | | |
|-----------------|---|-------------------------------|--------|---|--------------------------------|
| Karniai emelet | { | do = cukros dolomit | | | |
| noricumi emelet | { | tm = világos és szürke mészkő | Kempér | { | nori emelet felső része |
| | { | M = lycodusos pad | | { | p = vörös, szürke és zöld pala |
| | { | vm = vörösmészkő | | { | rdo = tömör dolomit |
| | { | cm = csomós mészkő | | { | kh = homokkő |

egyetlen egy példányban ismert *Lycodus hungaricus* HÖRN. faj az, amely valószínűleg a nori emeletbeli földolomitból származik

(a Bakonyból), ellenben e faj lelőhelye kétséges. Hogy az itt tárgyalt lycodusos mészkőrétegek nori emeletbe tartozását kétségtelenebbé tegyem, szükségesnek tartom PÁLFY idevonatkozó szelvényét leközoelni, hogy a következtetést sztratigrafiailag is alátámaszthassuk (l. 1. ábrát).

A mellékelt szelvényben a várasfenesi nagy patak völgyében a legmélyebb tag a fentebb tárgyalt s a ladini emeletbe sorolandó sötét mészkőrétegekre települt cukros dolomit. Erre települ a világos mészkőcsoport, melynek «M»-mel jelölt egyik felső padja tartalmazza nagy tömegben a Lycodusokat.

A lycodusos pad felett egy vékony vörös mészkő és csomós mészkőpad következik, melyben még szintén előfordulnak rossz megtartású Megalodonta kagylók, erre azután szintén konkordáns településsel egy helyenként 40—50 m vastagságú rétegcsoporthoz települ, mely homokkövekből és közbetelepült szürke és zöld palából áll. Ez a homokkőcsoport a keuper kifejlődésnek felel meg, s ha az alpesi, valamint a tátrai viszonyokat használjuk fel az összehasonlítás alapjául, akkor még ez a rétegcsoporthoz is a noricumot képviseli, mivel a rheticum tengeri transzgresszióval kezdődik, s mindenhol a homokos kifejlődésű keuperre települ. Ezt bizonyítja különben az a körülmény is, hogy a lentebb tárgyalandó tárkánykai pikkelyben, a keupperrel æquivalenskorú tengeri kifejlődésű rétegekre rheticumi Lycodusokat tartalmazó rétegek települnek, valamint az a körülmény, hogy a fenesi feltárás közelében, a Jápa-patak völgyében feltárt rétegsorban a keuper felett települő meszes, márgás rétegekből PÁLFY⁵ típusos kösseni faunát irt le. *Így tehát a lycodusos rétegek települése a karni cukros dolomit felett s a keuper alatt kétségtelenné teszi, hogy ezek a rétegek a nori emeletbe, sőt a fauna alapján esetleg a karni és nori rétegek határára helyezhetők.*

A cassiani típusú törpe kagyló és csiga fauna noricumban való előfordulása csak újlag megerősíti a Parona által

⁵ PÁLFY M.: Geológiai jegyzetek a Béli-hegységből. (A m. k. Földtani Intézet Évi Jelentése 1812-ről.)

Tripolisban, valamint Salernóban és Siciliában⁶ általam a Budai-hegységben⁷ és PÁLFY által a Bihar- és Béli-hegységben⁸ eszközölt azon megfigyeléseket, hogy a *cassiani*, *marmolata* stb. rétegek eddig jellemzőnek gondolt törpe alakjai minden lényegesebb változás nélkül előfordulnak a felső triász magasabb szintjeiben is.

Hasonlóan a nori emeletbe kell sorolnunk a köszvényesi patak völgyében előforduló sötétszürke halobiás mészköveket, melyekből PÁLFY⁹ *Spirigera Hoffmanni* BITTN. és *Rhynchonella arpaulica* BITTN. nov. var. fajokat határozott meg, melyeken kívül nekem

Halobia eximia MOJS.

« *distincta* MOJS.

« cfr. *paraceltica* KITTLE.

fajok jelenlétét sikerült megállapítanom, amelyek *kivétel nélkül a nori emeletre utalnak.*

Rhétii emelet. Rhétikumra utaló kövületek az általam feldolgozott anyagban a Béli- (Kodru-) hegységből a Tárkányka (Tarkaica) mellett lévő Lapytstről kerültek ki nagyobb mennyiségben. A tárkánykai pikkelyben a triászrétegekre PÁLFY vizsgálatai szerint a Lapytst keleti oldalán a permikori üledékek tolódtak fel, s erősen gyűrt rétegekben található meg. A triász legmélyebb tagját itt is az anizuszi dolomit és a sötét wengeni mészkő alkotja, melyre a karni emeletre utaló cukros dolomit következik, majd egy mészkőcsoport, melynek egyes padjaiból PÁLFY⁹ *Halorella pedata* BRONN. *H. ancilla* SUESS és *Aulacothyris Zugmayeri* BITTN. brachiopodákat gyűjtött, melyek kétségtel-

⁶ PARONA C. J.: Per la geologia Tripolitania. (Atti della R. Acad. d. Scienze dei Torino Vol. L. 1914.)

⁷ KUTASSY E.: A Buda vidéki triász sztratigráfiaja. (Földtani Közlemény 1925.)

⁸ PÁLFY M.: A kösseni rétegek facies kifejlődései és sztratigráfiai helyzete a Bihar- és Béli-hegységben. (Mathem. és Természettudományi Értesítő 1925.)

⁹ PÁLFY M.: Geológ. jegyzetek a Bihar- és Béli-hegységből. (A m. k. Földtani Intézet Évi Jelentése 1917-ről.)

lenül a nori emeletre utalnak. PÁLFY M. szóbeli közlése szerint ezeknek a mészköveknek a felső részén is megvan a világos mészkőben a megalodontáspad ugyanolyan *Lycodus*sokkal, mint a várasfenesi Nagy-patakban. E fölött a keuper helyettesítője gyanánt sötétszürke, márgás, homokos mészkövek következnek, amelyeknek felsőbb részén ismét előfordulnak a *Lycodus*ok, amelyek *felfogásom szerint már a ractikumot képviselik*, mert a Balanyeszku-patakból gyűjtött anyagban

Lycodus cfr. *cor* SCHAFFH.

Pleurotomaria turbo STOPP.

fajokat határoztam meg. Hasonló viszonyokat látunk a Tátrában is, ahol¹² a Maly Kopienic szelvényének legalsó rheticumi tagja *Lycodus cor*-t tartalmazó mészkövekkel kezdődik. A sötétszínű meszekre világosabb, szintén *Lycodus* átmetszeteket tartalmazó mészkövek, majd pedig gazdag rheticumi faunát tartalmazó mészkövek következnek, melyekből PÁLFY⁸ *Terebratula gregaria* SUSS, *Waldheimia (Zeilleria) austriaca* ZUGM., *Spirigera oxycolpos* EMM., *Rhynchonella subrimosa* SCHAFFH. etc. brachiopodákat említ. Az általam feldolgozott anyagból a Lapyest rheticumból a következő kagylófaunát határoztam meg:

Alectryonia Haidingeriana EMM.

Dymnopsis intusstriata EMM.

Dymnodon Richthofeni BITTN.

Placunopsis Favrii STOPP.

Hinnites cfr. *velatus* GOLDF.

Pecten Massalongi STOPP.

“ (*Glamys*) *valoniensis* DEFR.

“ cfr. *dispar* TERQU.

“ aff. *discites* SCHLOTH.

Pleuronectites cfr. *flagellum* STOPP.

Mysidioptera hungarica n. sp.

Schaffhäutlia cingulata STOPP.

Perna cfr. *exilis* STOPP.

Gervilleia (Angustella) costata n. sp.

Modiola minuta GOLDF.

- Modiola alata* n. sp.
Myoconcha Waageni n. sp.
Myophoria aff. *Haueri* PAR.
Mysidioptera aff. *planata* BROILL.
 „ cfr. *Cainalli* STOPP.
 „ aff. *fassaensis* SAL.
 „ *ornata* SAL. var. *lombardica* BITTN.
Cardinia Listeri Sow.
Nucula expansa WISSM.

A fent felsorolt gazdag fauna facies viszonyait tekintve, brachiopodái alapján kétségtelenül a kösseni faciesre utal, csupán egy tekintetben tér el a tipusos kösseni faciestől, nevezetesen abban, hogy bár egyén számban a brachiopodák uralkodnak, fajilag azonban a kagylók vizsik a főszerepet. Ez az utóbbi körülmény hasznalatossá teszi a tárkánykai kösseni kifejlődést a Tátra kösseni faciesével, ahol GOETEL¹² vizsgálatai szerint 19 faj brachiopodával szemben 37 faj kagyló szerepel a kösseni rétegekben. A facies hasonlóság ellenére azonban a sztratigrafiai helyzet annál elütőbb. Nevezetesen egy tekintet a felsorolt gazdag kagylófaunára, azonnal meggyőző bennünket a tárkánykai kösseni rétegek triászba tartozására vonatkozólag. A rhetikumot tudvalevőleg Franciaországban már a liászhoz számítják, ezzel szemben azonban Németországban és az Alpokban felső triásznak veszik, míg egyesek átmeneti rétegeknek tartják a triász és jura között. A fenti fauna kétségtelenné teszi, hogy a tárkánykai kösseni rétegeket a triászhoz kell számítanunk, annyira uralkodó szerep jut benne a tipusos mélyebb triászbeli *Mysidioptera*, *Myophoria*, *Myoconcha*, *Pecten* és *Gervilleia* stb. fajoknak, hogy e mellett elenyésző csekély a liászbéli *Pecten valoniensis*, *dispar* és *Cardinia Listeri* fajok szerepe, tehát szemben Goetel felfogásával, nem lehet általánosítani azt a tételt, hogy a rhetikumot mint tipusos infraliászt kell felfognunk. Teljes mértékben osztanunk kell ezek alapján PÁLFY felfogását⁸ a rhetikum sztratigrafiai helyzetére vonatkozólag, hogy lényegében mindhárom tábornak igaza volt, amennyiben más-más faciest vizsgálva hasonlították össze a rhetikumot

a jurával vagy triással. *Felfogásom szerint* azonban a *rhétikumot mégis kétségtelenül a felső triász legmagasabb emeletéhez kell számítanunk a brachiopoda fauna alapján*, amennyiben bár a kagylók sorában a különböző faciesekben több-kevesebb számban liásalakok is szerepelnek, mégis *a rhetikum legjellemzőbb és számban uralkodó alakjai mindenhol a brachiopodák sorából kerülnek ki, amelyek a legtipusosabb triász-rokonságot tüntetik fel* s amelyek sorában nem szerepelnek liásbeli alakok.

II. Bihar-hegység és a Királyerdő.

A Bihar-hegység és a Királyerdő geológiai felépítésére és sztratigráfiájára vonatkozólag az első részletesebb adatokat szintén SZONTAGH, PÁLFI és ROZLOZNIK kutatásai nyújtották s vizsgálataik alapján kitűnt, hogy a Bihar-hegység felépítése lényegében hasonló a Béli-hegység felépítéséhez s a rétegek sztratigráfiai helyzetének tisztázását itt is hatalmas áttolódások nehezítik meg. Fentnevezett kutatók gyűjtéséből származó anyag alapján a következő triászszinteket állapíthatjuk meg ezidőszereint a Bihar-hegység területén:

Alsó triász. Werfeni rétegek. Mézged (Meziad) község mellett fekvő Mézged- (Meziaduluj-) pataknak a bal gerincéről egy kőzetpéldány van az általam feldolgozott anyagban (l. PÁLFI 4. ábráját. Irodalom 11. sz.-ban), melynek anyaga szürkéssárga csillámos palás homokkő, amely petrografiai kifejlődését tekintve, hasonló a Móma-hegységben Kalugyer mellett előforduló csillámos dolomitos palákhöz, melyekből tipusos werfeni kőületek kerültek ki. A kőzetpéldányon levő egyetlen kőületet

Gervilleia mytiloides SCHLOTH.

fajnak határoztam, amely a déli Alpok és a Bakony werfeni rétegeiben egyik legjellemzőbb alak. A petrografiai hasonlóság annak ellenére is, hogy a szint bizonyítékául csak egyetlen alakot említhetünk, indokolttá teszi ennek az üledéknek szittyá emeletbe helyezését.

Közép triász. A közép triászt a Bihar-hegység területéről az aranyosfői pikkelyből sikerült kimutatnom, ahol a D. Stanisoara

világos, szürkés tarka hydrozoás-diploporás mészkövéből a következő faunát határoztam meg:

- Teutloporella gigantea* PIA
Mysidioptera Salomoni TOMM.
 " sp. indet.
Pecten (Antijanira) globosa n. sp.
Mygconcha convexa n. sp.
Loxonema arctecostata MÜNST.
 " *Kokeni* KITTL.

A csiszolatokban nagy tömegben található *Teutloporella* algák jelenléte (melyek ezideig a wettersteini és esino mészkövekből ismeretesek), valamint ezen kis fauna többi alakjai is, mind kétségtelenné teszik, hogy a *D. Stanisoara* mészkövei a ladin emelet felső szintjét képviselik.

Ezen a helyen kell megemlékeznünk a Bihar-hegység ú. n. bihari fáciesére tolodott és a Béli-hegység fáciesével közel rokon pikkely sötét mészköveiről, amihez hasonlót már a Kodru-hegység tárgyalásánál is említettem. Ezekből a sötétszürke mészkövekből Kereszély környékéről a Luncei-patak völgyének jobb gerincén, a rétegcsoport felső padjaiból került ki néhány piritesedett ammonita, melyek az

- Arcestes (Proarcestes)* cfr. *esinensis* MOJS.
 " " aff. *Canavarii* TOMM.

fajokat képviselik. E két faj jelenléte kétségtelenül meghatározza a Bihar- és Béli-hegység sötét mészköveinek ladini korát, amit egyébként a települési viszonyok is mindenhol megerősítenek.

Felső triász. Karni emelet. A karni emeletet Biharrosa (Rossia) és Mézged (Meziad) környékén találjuk meg. Biharrosa környékén a wengeni mészköve márgás, palás homokkövek települnek, amelyekből több kövület került ki. Leggyakoribbak itt a Juvavitesek, melyek sorából

- Juvavites* cfr. *compressus* MOJS.
 " *costatus* n. sp.
Dimorphites sp.

alakokat határoztam meg. Ezenkívül egy hatalmas, a *Protrachyceras Archelaus* és *Pr. pseudo-Archelaus* rokonsági körébe tartozó új alak került ki innen:

Protrachyceras Szontaghi n. sp.

Ugyanebből a lelőhelyről származik a KITTL által már leírt *Halobia Szontaghi*¹⁰ is, mely mint lentebb látni fogjuk, Mézgeden több karni *Halobia* társaságában fordult elő. A biharrosai márgás homokkövek karni emeletbe tartozása a Juvavitesek jelenléte alapján kétségtelen, mivel a rendkívül nagy fajszámában szerepelő *Juvavitesek* ezideig még sehol nem ismereteseek a karni emeletnél mélyebb vagy magasabb szintben. Ennek a körülménynek különben nem mond ellent a *Protrachyceras* faj jelenléte sem, mert a *Protrachycerasok* is a ladini emelet felső és a karni emelet alsó részének leggyakoribb alakjai.

Mézged környékén a sötétszürke wengeni mészkőrétegek felett sárga halobiás márgapalák települnek, melyek vékony mészkőpadokkal váltakoznak. A márgarétegekből a V. Meziaduluj bal gerincéről gyűjtött anyagban a következő fajokat állapítottam meg:

Halobia Szontaghi KITTL.

« cfr. *rugosa* GÜMBEL.

« aff. *Mojsisovicsi* GEMM.

A halobiás palák közé települt sötét mészkőből egy a Rossiaról leírt *Protrachyceras Szontaghi* n. sp.-hez teljesen hasonló, de gyenge megtartású ammonita és

Pachyomphalus rectelabiatatus KITTL.

csigafaj került ki. A *Halobia Szontaghi* és *Protrachyceras Szontaghi* jelenléte révén teljes joggal azonosítható a mézgedi halobiás márgacsoport és a rossiai márgás homokkőcsoport, amely azonosság egyúttal az előzőnek korát is megszabja (helyzetét l. PÁLFI szelvényén. Irodalom: 11. sz.)

¹⁰ KITTL E.. Adatok a triász Halobiidái és Monotidái monografiájához. (Balaton tudom. tanulm. eredm. Palæont. függ. II. kötet.)

Nori emelet. A nori emelet az általam feldolgozott anyagban kövületekkel nem mutatható ki, ellenben több ponton megvan a Bihar-hegységben, mint pl. Rossián, ahol a karni márgák felett *Megalodus* és *Lycodus* kagylókat tartalmazó mészkövek települnek, melyekre a keuper homokkő, majd kösseni márga- és mészkőrétegek következnek.¹¹

Rhétii emelet. A kösseni rétegek legszebb kifejlődése a Bihar-hegységben a Galbina és bondoraszói Vale Mare között fekvő fericsei Magurán van, melynek szelvényét PÁLFY ismer-tette.¹² A rhétikum legalsó tagját itt is *Lycodus*os mészkövek képviselik, melyek a keupert helyettesítő tengeri mészkövekre települnek. A meghatározhatatlan *Lycodus*okkal együtt *Terebratula pyriformis*, *T. gregaria* és *Rhynchonella subrimosa* brachiopodák fordulnak elő, melyek alapján ezek a rétegek már a rhétikumba sorolandók. A fericsei Magura oldalain több helyen megtalálhatók a kösseni mészkövek, melyekből már PÁLFY⁸ gazdag faunát közöl a jellemző *Terebratula gregaria* nagy példányaival, *Rhynchonella subrimosa* SCHAFFH., *Spiriferine kösseniensis* ZUGM. *Pteria (Avicula) contorta* PORTL. *Alectryonia Haidingeriana* EMM. stb. jellemző kösseni fajokkal, melyekhez kiegészítésül még a további faunát sikerült meghatároznom:

Mytilus cfr. *eduliformis* SCHLOTH.

Perna cfr. *exilis* STOPP.

Myophoria simplex SCHLOTH.

Pecten aff. *valoniensis* DEFR.

« *Hehlii* STOPP.

Schaffhäutlia Mellingeri n. var. *globosa*

Myoconcha gastrochena HAUER n. var. *rhaetica*

Cassianella inaequiradiata SCHAFFH.

¹¹ PÁLFY M.: Geológiai jegyzetek a Bihar-hegység és Királyerdő csatlakozásáról. (A m. k. Földtani Int. Évi Jelentése 1915-ről.)

¹² GOETEL N.: Die rhätische Stufe und der unterste Lias der sub-tatrischen Zone in der Tatra. (Bullet. de l'Acad. sc. de Cracovie. 1916.)

¹³ Geológiai jegyzetek a Bihar-hegységből. (A m. k. Földtani Int. Évi Jelentése 1913-ról.)

Az itt közölt kösszeni fauna együttesen a PÁLFY által ismeretett alakokkal újólag megerősíti a Béli-(Kodru-)hegység kösseni rétegeinél már megállapított tényt, hogy a bihari rhétikum szorososan a triászhoz csatlakozik s így nem mint infraliász, hanem mint a triász legfelső tagja fogható fel.

A Béli-(Kodru-) és a Bihar-hegység triász üledékei, hasonlóan a Béli-hegység másik tagjának, a Móma-hegységnek triászához, együttesen tartalmazzák úgy az észak-, mint a dél-alpesi triász fauna elemeit. A fácies viszonyok terén azonban úgy petrográfiai, mint paleontológiai fácies szempontjából, már lényeges eltérést látunk. Míg a Móma triászában az Ammonitáknak jut az uralkodó szerep, addig a Béli-(Kodru-) és Bihar-hegységben az Ammoniták szerepét a kagylók és brachiopodák veszik át. Hasonlóan jelentékeny eltérés tapasztalható a petrográfiai fáciesben is. Míg a Mómában a mészköveknek jut a főszerep, addig a Kodru és Biharban már a márgás, palás, homokos üledékek is nagy szerepet játszanak s az üledékek túlnyomó része sekély tengeri lerakodásból keletkezett. Az üledékek petrográfiai jellege, valamint a gyakori fácies változások egyazon emelet keretén belül kétségtelenül a szárazföld közelségére utalnak, s a Bihar- és Béli-hegység triászüledékeit egy öblökkel erősen szabdalt szárazföld öbleiben létrejött lerakodásnak tekinthetjük. A hasonlóság feltűnő az Északi és Keleti Kárpátok triász kifejlődésével s így arra gondolhatunk, hogy az alpesi triásztenger a Kárpátok vonulatán át érintkezett az erdélyi tengerrel, melynek azonban bizonyos időközökben a dél alpesi tengerrel is kapcsolata volt, mint a faunaelemek bizonyítják. A szárazföld közelségére utaló jelek véleményem szerint megerősítik id. LÓCZY LAJOS azon felfogását, hogy a mezozoikum idején az Alföld szárazulatként emelkedett ki a környező tengerek koszorújából.

(A M. Tud. Akad. III. osztálya 1928. évi április 23.-án tartott üléséből.)

TRIADISCHE FAUNEN AUS DEM BÉLER UND DEM BIHAR-GEBIRGE.

Von ANDREAS KUTASSY.

Der Verfasser bearbeitet das von TH. SZONTAGH, M. PÁLFY und P. ROZLOZNIK im Béler (Kodru) und Bihar-Gebirge gesammelte Trias-Material und auf Grund desselben hat er die stratigraphischen Verhältnisse folgendermaßen bestimmt: Im Gebiete des Kodru-Gebirges bilden die auf dem Perm lagernden Schiefen die unterste Stufe der Trias (die Werfener Schichten), deren Alter aber man durch Fossilien nicht nachweisen kann, nur durch stratigraphischen Verhältnisse, insofern die hangenden grauen Dolomite auf die anisische Stufe hinweisende Fossilien enthalten. Die ladinische Stufe ist durch Fossilien nachweisbar, sowie die sämtlichen Stufen der oberen Trias von der karnischen Stufe bis zum Rhäticum. Merkwürdig ist die Ausbildung des Rhäts im Kodru-Gebirge, insofern die Arten der Fauna vielmehr auf die Trias als auf die Lias hinweisen und so kann man da das Rhät nicht als Infralias, sondern als die oberste Stufe der Trias auffassen. Aus der Trias des Kodru zählt der Verfasser 66 Arten auf, von denen 19 neu sind.

Die Trias des Bihar-Gebirges und des Királyerdő bilden eine ununterbrochene Schichtenreihe und hier sind schon die Werfener Schichten auch mit Fossilien nachweisbar. Die mittlere Trias bilden hauptsächlich Kalksteine, während das unterste Glied der oberen Trias — die karnische Stufe — hauptsächlich aus Mergel besteht. Die Fauna des Rhäts bestätigt die aus dem Rhäticum des Kodru-Gebirges gezogenen Folgerungen. Aus dem Trias des Bihar zählt der Verfasser 26 Arten auf, von denen 4 neu sind.

Die Elemente der Fauna enthalten zugleich in ähnlicher Weise wie im anstoßenden Móma-Gebirge nord- und südalpine Arten und auffallend ist die Ähnlichkeit mit der Ausbildung der Trias der Nord- und Ostkarpathen und so können wir daran denken, daß das alpine Trias-Meer mit dem siebenbürgischen durch die Kette der Karpathen berührt hat, das siebenbürgische Meer hing aber zeitweise mit dem südalpinen Trias-Meer zusammen. Auf Grund der Faziesverhältnisse können wir an die Nähe eines Kontinentes denken und der Verfasser glaubt, daß diese Anzeichen die von L. Lóczy senior herrührende Meinung bestätigen, laut dessen sich im Trias an der Stelle des heutigen großen ungarischen Alföld (Tiefebene) noch ein Kontinent erhoben hat.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, den 23. April 1928.)

VIZSGÁLATOK AZ ERDŐTALAJ LÉLEKZÉSÉRŐL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL ANNAK AZ ERDŐ ÉLETÉBEN ELFOGLALT BIOLÓGIAI SZEREPÉRE ÉS GAZDASÁGI JELENTŐSÉGÉRE.

Írták: FEHÉR DÁNIEL és SOMMER GÉZA.

(Készült a m. kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola Növénytani
Intézetében.)

Az elmúlt években lefolytatott vizsgálataink (I) mind bizonyosabbá tették, hogy az erdő talajában lefolyó biológiai folyamatoknak jelentékeny és döntő szerep jut a faállományok életében. A mai erdőművelési eljárások mellett a fák táplálóanyagait úgyszólván kizárólag a levegőben levő CO_2 és a talajban a korhadás folyamata alatt keletkezett különböző szervesetlen sók szolgáltatják. Az erdőgazdaság ugyanis a mai erdőművelési eljárások mellett nem pótolhatja trágyázással a talajból felvett táplálóanyagokat, hanem ezeknek a pótlása tekintetében kizárólag azon korhadási folyamatra van utalva, amely folyamat alatt az évről-évre az erdő talajára lehulló nagymennyiségű szerves anyag a talajban élő mikroorganizmusok hatására egy olyan biokémiai elváltozáson megy keresztül, amely végeredményében a növénygyökerei által felvehető szervesetlen sók keletkezésére vezet, részben pedig a korhadó szerves anyagokat olyan egyszerűbb összetételű szerves anyaggá bontja le (például aminosavak), amelyeket azután az erdei fák gyökerei a velük szimbiózisban élő gomba-

Az 1—8. ábrán levő írás elolvasásánál gyenge nagyító használata kívánatos.

fonalak, a mycorrhiza segítségével felvehetnek. Eltekintve a talajban képződött egyéb anyagoktól, ennek a biológiai folyamatnak két igen fontos processusa van: az egyik a szénhidrátok bontása, a másik pedig a N-tartalmú szerves anyagok dekompozíciója és az így keletkezett ammoniának nitrítékké és nitráttokká való átalakítása. Ha tehát a faállományok életébe mélyebb bepillantást óhajtunk nyerni, akkor a fák növekedése és az ezeket befolyásoló biokémiai és biofizikai tényezők közül elsősorban ezt a két faktort kell beható vizsgálat tárgyává tenni.

Az intézetben az elmúlt évek alatt lefolytatott vizsgálatok a munka rendszeres felépítése céljából elsősorban az erdei fák szénnel (C) való gazdálkodását tették kutatás tárgyává. A szénnel való táplálkozás szempontjából pedig, amint tudjuk, rendkívül fontos a talajban lefolyó korhadási folyamat alatt keletkező CO_2 , amely a fák által közvetlenül hasznosítható az asszimiláció céljaira, de másrészt ez a fejlődő CO_2 , amint az eddigi vizsgálatok megmutatták, a talajban lefolyó biológiai folyamatokat is jellemzi, sőt bizonyos mértékben ennek az eredőjeként fogható fel.

Ez a CO_2 azonban kétségkívül túlnyomó részben a szénhidrátok és a fehérjéknek a talajban élő mikroorganizmusok hatására való elbontásakor keletkezik. Ez a folyamat tehát joggal nevezhető el a talaj lélekzésének.

Az eddigi vizsgálatok azt mutatták, hogy ez a talajlélekzés bizonyos határozott törvényszerűségek között folyik le és bebizonyították azt a tényt, hogy ennek a folyamatnak gyakorlati szabályozása az erdőművelési eljárások keretén belül végrehajtható. Ezért tehát ma már világosan áll előttünk annak a feltevésnek a helyessége, hogy az erdőtalaj jókarban való tartása és ápolása az erdőnek C-nal való gazdálkodása szempontjából is nagy jelentőséggel bír. Dacára annak, hogy az intézetben eddig lefolytatott vizsgálatok eredményei sok tekintetben határozott összefüggéseket mutattak, mégis szükségessé vált a különböző termőhelyeken lefolytatott vizsgálatok eredményeinek összehasonlítása és tárgyilagos megítélése céljából újabb, az eddiginél is kiterjedtebb vizsgálatokat foganatosítani. Szükséges volt ez a magyar erdőgazdaság szempontjából már csak azért is,

miután az eredmények jelentékeny részét a Svédországban lefolytatott vizsgálatok szolgáltatták és így természetesen a tőlünk jelentékenyen eltérő termőhelyi viszonyok indokoltá tették az ott elért eredményeknek a mi termőhelyeinken való kipróbálását és ellenőrzését is, hogy ezáltal ezek a törvényszerűségek általánosíthatók legyenek.

A vizsgálatok alatt természetesen az eddigi eljárásainkhoz híven nem szorítkoztunk kizárólag a talajlélekzés kvantitatív mérésére, hanem az egész problémát igyekeztünk a maga teljes biológiai összefüggésében felölelni és megvizsgálni. Éppen ezért a vizsgálatok alatt tekintetbe jövő biológiai faktorok közül a legfontosabbakat is beható kutatás tárgyává tettük.

A vizsgálatoknál használt eljárások módszere.

a) A talajlélekzés mérése. Gyakorlati és elméleti szempontok szükségessé tették, hogy a talajlélekzés mérésénél egy új és a céljainknak jobban megfelelő módszert dolgozzunk ki. Az eljárás az irodalomban már részletesen ismertette lett. Itt a teljesség kedvéért csak annyit jegyzünk meg, hogy a dr. FEHÉR (II.) által újonnan bevezetett eljárás a talajlélekzést a LUNDEGARDH-féle volumetrikus CO_2 készülékkel méri olyan módon, hogy előzőleg a talaj levegőjét egy a talajba sülyesztett, horganylemezből készült, belül paraffinozott, ismert ürtartalmú harangban gyűjti össze, amely harangot a LUNDEGARDH-féle készülékkel összeköti és belőle az adott térfogatú próbalevegőt egy ismert titerrel bíró barytvíz fölé beszívja, a CO_2 -t elnyeleti, a barytvizet újólag megtitralja s a két titerdifferenciából az ismert adatok alapján a keletkezett CO_2 mennyiséget grammokban kiszámítja.

Az eljárás lényegét a következő egyenlet fejezi ki:

$$X_{CO_2} = \left[\frac{H - h_1 + h_2}{h_3} (t_0 - t_1) f - (H - h_1 + h_2) g \right] \frac{60}{t} \cdot \frac{10,000}{T} \text{ gr pro } \acute{o} \text{ és m}^2,$$

ahol

H = a talajharang ürtartalma cm^3 -ben,

h_1 = a besülyedés által előálló térfogatveszteség,

h_2 = a vezeték ürtartalma cm^3 -ben,

h_3 = a beszívott levegő ürtartalma cm^3 -ben,

t_0 = a kezdeti titer,

t_1 = a végtiter,

g = a levegő CO_2 tartalma $\frac{\text{gramm}}{\text{cm}^3}$,

t = az idő percekben a harang lezárásától annak felnyitásáig,

f = az $\frac{n}{x}$ HCl átszámítási tényező CO_2 -ra cm^3 -ben a $2 HCl = CO_2$

meggondolás szerint

T = a talajharang által elfoglalt terület cm^2 -ben.

Mint hogy kellő körütekintéssel:

$$\frac{H - h_1 + h_2}{h_3} = a, \quad H - h_1 + h_2 = b,$$

$$\frac{10,000}{T} = c, \quad \frac{60}{t} = d,$$

a képlet a gyakorlati számításhoz ezt az igen egyszerű alakot nyeri:

$$X = [a (t_0 - t_1) f - b \cdot g] c \cdot d.$$

A vezeték hossza (h_2) rendszeren olyan kicsiny volt, hogy ez a normális hibahatáron belül esvén, elhanyagolhatóvá vált s így a képlet konstans értékei még egyszerűbb értéket vettek fel:

$$a = \frac{H - h_1}{h_3} \quad \text{és} \quad b = H - h_1.$$

A képlet tehát:

$$X = [a (t_0 - t_1) f - b \cdot g] c \cdot d.$$

b) A levegő CO_2 tartalmát három LUNDEGARDH-féle volumetrikus készülékkel (XI.) rendszerint három magasságban mértük. A különböző magasságok a részletes tárgyalásnál vannak pontosan megadva.

c) A léghőmérsékletet,

d) a légnyomást és

e) a légnedvességet a rendes és előzetesen hitelesített regisztráló műszerekkel mértük.

f) A szélereősséget szintén egy hitelesített anemometerrel határoztuk meg.

g) A fényereősséget az EDER-HECHT-féle photometerrel mértük, még pedig átszámítva BUNSEN-ROSCÖE egységeiben. (III.)

h) A húmusr tartalmat káliumbichromáttal (IV.),

i) a víztartalmat normális módon 100° -ra való hevítéssel,

j) a vízkapacitást rézhengerekkel (V.),

k) a levegőkapacitást (V.) és

l) a porozitást (V.) piknometer segítségével meghatároztuk.

m) A talaj mikroorganizmusait illetőleg a következő biológiai vizsgálatokat végeztük:

1. A talaj öszsbaktérium száma, ahol a gelatinán és az ágáron növény aerob és anaerob telep számát együtt adjuk meg.

2. A talajbaktériumok száma fiziológiai csoportok szerint. A talajbaktériumokat egy a már meglevő eljárásunk alapján kidolgozott módszerrel tenyésztettük és számítottuk az adott helyzetnek megfelelően, amely a hígítási és az elektív eljárások kombinációján alapszik. Az öszsbaktérium számot rendszerint gelatin- és ágárlemezen olvastuk le.

3. A talajgombák számát egy a legújabbban WAKSMANN által ismertetett eljárás szerint határoztuk meg (VI.)

4. A protozoák számát a CUTLER-féle eljárás szerint vizsgáltuk meg, amely eljárás lehetővé teszi, hogy az aktív alakokat az encystált formáktól elválasztja (VII.)

n) Az öszsnitrogén-tartalmat a KJELDAHL-féle készülékkel állapítottuk meg és pedig a GUNIN-ATTERBERG-féle eljárás szerint (VIII.)

o) Ezután a nitrátnitrogént a WITHING, RICHMOND, SCHOONOWER eljárás szerint határoztuk meg. (IX.)

p) A ph értéket ezúttal kizárólag chinhydron elektródával elektrometrikus úton mértük, még pedig részben a MISLOWITZER-féle készülékkel (X), részben pedig egy általunk összeállított apparaturával, melyben mint *O* készülék egy WHESTON-féle galvanometer, illetőleg egy LE CHATELIER-féle millivoltmeter volt beállítva, míg a kompenzációt egy WHEATSTONE-hiddal végeztük. A készülékbe a galvanometer kímélése céljából a durva beállításra egy MAX-KOHL-féle milliamperemeter volt beiktatva.

A kolorimetrikus eljárástól a hümusz tartalom miatt erősen színeződött talajkivonat folytán el kellett tekintenünk.

A vizsgálatok részletes leírása.

A vizsgálatok folyamán a következő erdőrészek lettek megvizsgálva:

a) A budapesti központi papnevelő intézet tulajdonában levő és az esztergomi főkáptalan kezelése alatt álló kiskomáromi

erdőgondnokság úgynevezett Alsó Erdejében egy tölgyest és egy erdei fenyvest dolgoztunk fel teljes részletességgel.

A területek leírása a következő:

1. Kiskomáromi tölgyes.

Gazdasági osztály: Alsó Erdő. V. tag: Égett-gyóta és Kosnya. 39. erdőrészlet. Termőhelyi osztály V. Terület 41 k. h. Fafaj: tölgy (*Quercus robur* L. és *Quercus cerris* L.) (1'0). Kora: 41 év. Záródás = 0'7. A területen helyenkint több kőris (*Fraxinus excelsior* L.), akác (*Robinia pseudacacia* L.) és mézgás égersoport (*Alnus glutinosa* (L.) GÄRTN.). Talaja üde homok.

A terület legeltetés alól állandóan tilalmazva van; eredetileg mezőgazdasági művelés alatt állott, 1885. év őszén makkvetéssel lett heerdősítve. Áterdölve 1923-ban, mely csak a gyomfák kiszedésére szorítkozott. A talaj alomtakaróval erősen horított, helyenkint sűrű tölgyesemete újulattal. A munkahely közelében a következő növényeket találtuk: *Frangula alnus* MILL., *Crataegus oxyacantha* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Viburnum lantana* L., *Stenactis annua* (L.) NEES., *Galium silvaticum* L., *Eupatorium cannabinum* L., *Galeobdolon luteum* (HUDS.) KROCK., *Sonchus oleraceus* L., *Lamium purpureum* L., *Mentha silvatica* (L.), *Fragaria vesca* (L.), egyes *Graminea* fajok, *Aspidium filix mas* (L.) RICH., *Pteridium aquilinum* (L. KUHN.), *Leucobryum glaucum* (L.) SCHIMP., *Polytrichum commune* L. és azonkívül egyes *Boletus* és *Agaricus* gombák.

A mérési adatokat az 1. számú grafikon mutatja.

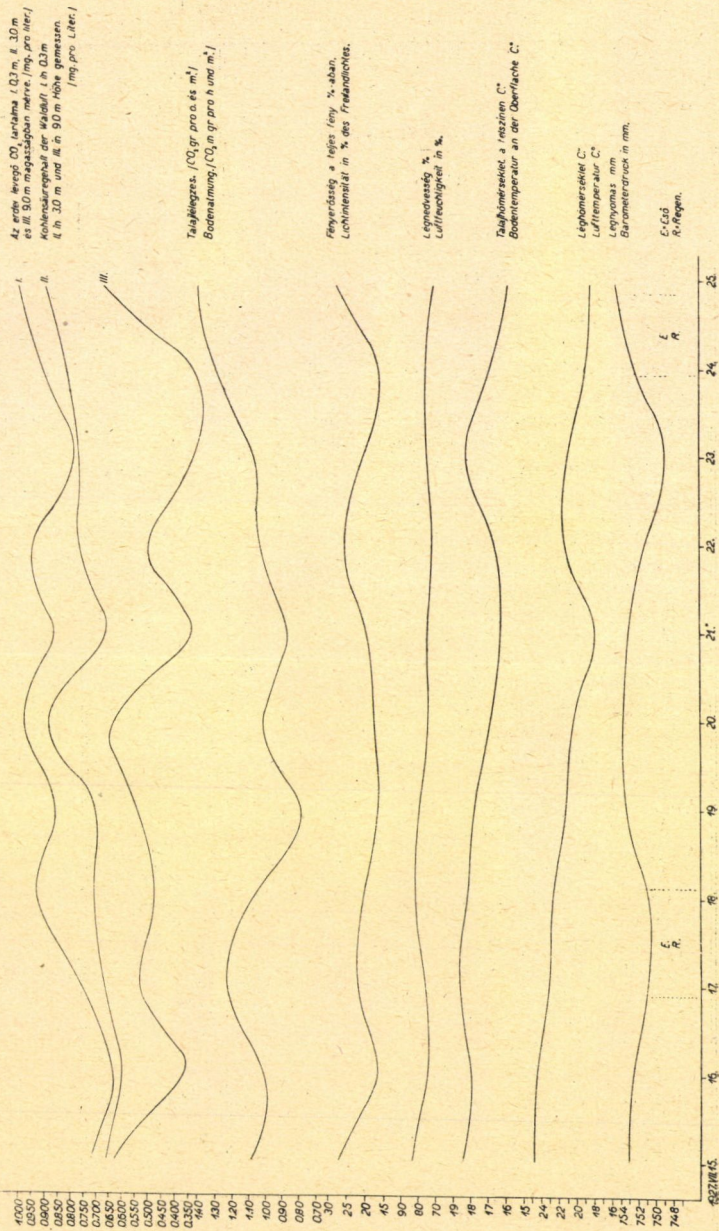
A grafikonokban ki nem mutatott faktorokat és a mikrobiológiai adatokat, melyhez összehasonlításként a talajlélekeztést is felvettük, az I. számú táblázat tünteti fel.

2. Kiskomáromi erdeifenyves.

Gazdasági osztály: Alsó Erdő. I. tag: Csernyeberke, Alsó-erdő. 19. vágássorozat. 6. erdőrészlet. Fanem és elegyarány: 0'7 erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.), 0'1 éger (*Alnus glutinosa* (L.) GÄRTN.), 0'2 tölgy (*Quercus robur* L.). Záródás: 0'8. Kor: 17 év,

KISCHAUUM TÖLVEK
EICHENWALD BEI KISCHAUUM

1.32. GEFÄHRE
GRÜNEN KÖL



1. ábra.

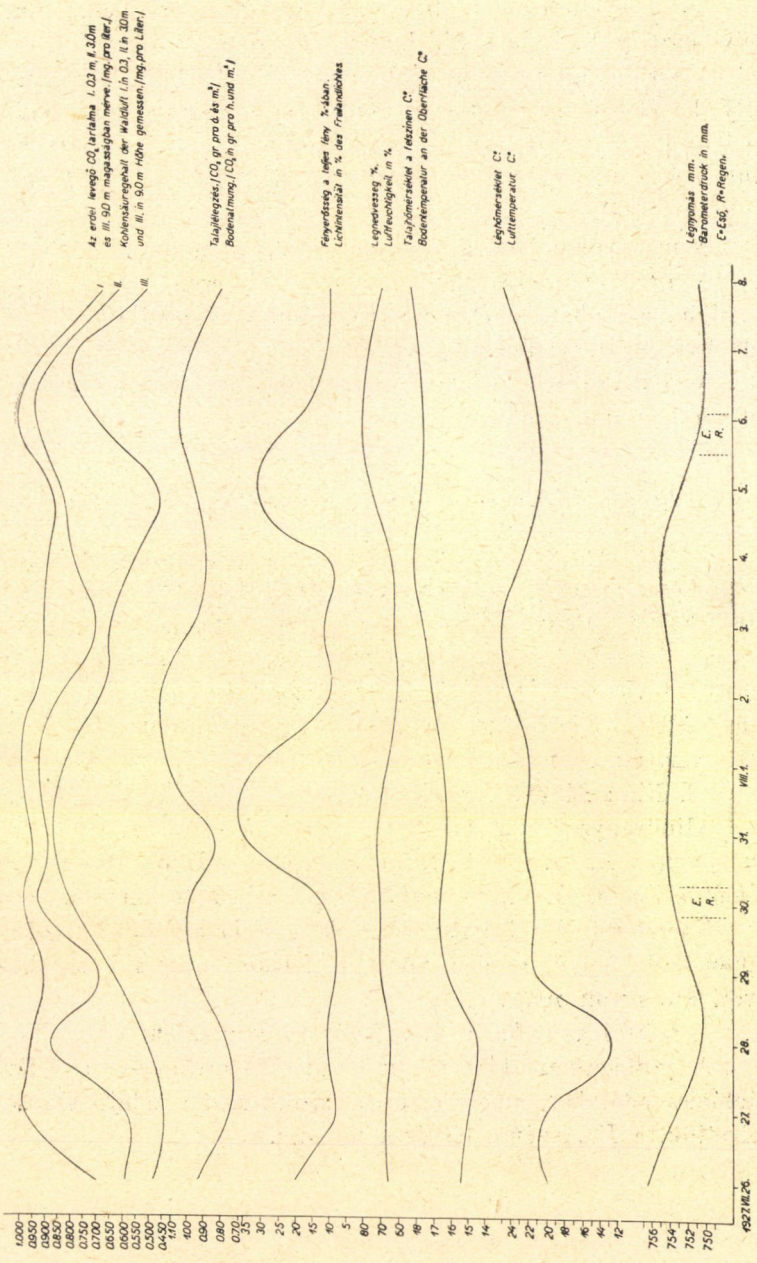
I. Táblázat. — Tabelle Nr. I.

| | A talaj kémia és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|-----|--|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>) Aktive Azidität (<i>ph</i>) | 5·2 | |
| 2. | Víztartalom súly %-ban. Wassergehalt in Gewichts % | 10·34 | |
| 3. | Húmusztartalom %-ban Humusgehalt in % | 0·73 | |
| 4. | Porozitás térfogat %-ban Porosität in Volumprozenten | 46·8 | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat %-ban Abs. Wasserkapazität % | 18·8 | |
| 6. | Absz. levegőkapacitás térfogat %-ban Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | — | |
| 7. | Ágárlemezen tenyésztett baktériumok száma Auf Agarplatten wachsend | 21.000,000 | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. száma Auf Gelatineplatten wachsend | 15.000,000 | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. Anaerob Zuckeragar wachsend | 8.800,000 | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megkötő bakt. sz. Aerobe stickstoffbindende Bakterien | 100 | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. Anaerobe stickstoffbindende Bakterien | 5,000 | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma Nitrifizierende Bakterien | 10,000 | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma Denitrifizierende Bakterien | 100,000 | |
| 14. | Anaerob cellulózebontó bakt. száma Anaerobe Zellulosevergärer | 10,000 | |
| 15. | Aerob cellulózebontó bakt. száma Aerobe Zellulosevergärer | 50,000 | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma Eiweisszersetzer | 200,000 | |
| 17. | Aerob pektinbontó baktériumok száma Aerobe Pektinvergärer | — | |
| 18. | Anaerob pektinbontó baktériumok száma Anaerobe Pektinvergärer | — | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma Harnstoffvergärer | 100,000 | |
| 20. | Anaerob vajsavas erjedést okozó bakt. sz. Anaerobe Buttersäurebazillen | 1.000,000 | |
| 21. | Gombák száma Zahl der Pilze | 280,000 | |
| 22. | Protozoák száma. Aktív alak — Aktive Form Zahl der Protozoen. Cysták — Cysten | 100 100 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ³ és h Bodenatmung in gr. pro m ² und h | 1·057 | |

¹ gramm nedves földre vonatkoztatva.¹ pro gramm feuchter Erde.

KÖZMÉRŐMÉRÉS
METERWALD BEI KÖZMÉRŐMÉRÉS

2. SZ. GRAFIKON
GRAFIKON NO. 2.



Az erdei levegő CO₂ tartalma 1.03 m á. 30m
és III. 9.0 m magasságon mérve /mg. pro liter./
Kohlenstoffgehalt der Luft (I. in 0.3 II. in 30m
und III. in 9.0 m Höhe gemessen /mg. pro Liter./

Talajlevegő CO₂ gr. pro 64 m³.
Bodenatmung /CO₂ in gr. pro h. und m²./

Pályázóság a levegő lény. %-ában.
Leuchtenzahl in % des Maximums

Leuchtstärke %
Luftfeuchtigkeit in %
Taufkometertabletten a felszín C°
Bodentemperatur an der Oberfläche C°

Léghőmérséklet C°
Lufttemperatur C°

Légnemesség mm.
Barometerrück in mm.
C-Ésö. R-Regen.

2. ábra.

25 év óta legeltetéstől tilalmazva. Áterdölve 1925-ben. Termőhelyi osztály V. Talaja üde homok. Területe körülbelül 1 k. h.

A terület igen vastag túalomtakaróval borított. A munkahely közelében a következő növények fordultak elő: *Rubus caesius* L., *Frangula alnus* MILL., *Fragaria vesca* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN., *Polytrichum commune* (L.).

A mérési adatokat a 2. számú grafikon mutatja.

A grafikonban ki nem mutatott faktorokat és a mikrobiológiai adatokat, amelyhez összehasonlításul a talajlélekképzést is felvettük, a II. számú táblázat mutatja.

A két erdőrész adatait heti átlagok szerint egyesítve mutatja a 3. számú grafikon.

b) *Ágfalvai lúcerdő a főiskola tanulmányi erdejében.*

J gazdasági osztály, I. tag, 12. erdőrészlet. Terület 22 k. h. Meglehetősen mély, üde, kissé televényes homokos agyag. Altalaj kavics. Fekvés Dny. lejtőszög 20°. Tengerszín feletti magasság 360—400 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam et De.) Lk), 0·5 fekete-fenyő (*Pinus nigra* ARN.) 0·1, vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.) 0·1, gyertyán és nyár (*Carpinus betulus* L. és *Populus tremula* L.) 0·3. Kor: 24 év. Záródás: 1·0.

Aljnövényzet a következő: *Corylus avellana* L., *Cyclamen europaeum* L., *Brachypodium silvaticum* (HUDS) R.-et SCH., *Viola silvestris* LAM., *Convallaria majalis* L. és mohok.

Üzemtervi előírás: nemes fajok felszabadítandók; uralkodó fanem a lúcfenyő, részben vörös és fekete fenyő, a hézagokban gyertyán, itt-ott nyár.

A mérési adatokat a 4. számú grafikon mutatja.

A grafikonban ki nem mutatott faktorokat és a mikrobiológiai adatokat, amelyhez összehasonlításul a talajlélekképzést is felvettük, a III. számú táblázat mutatja.

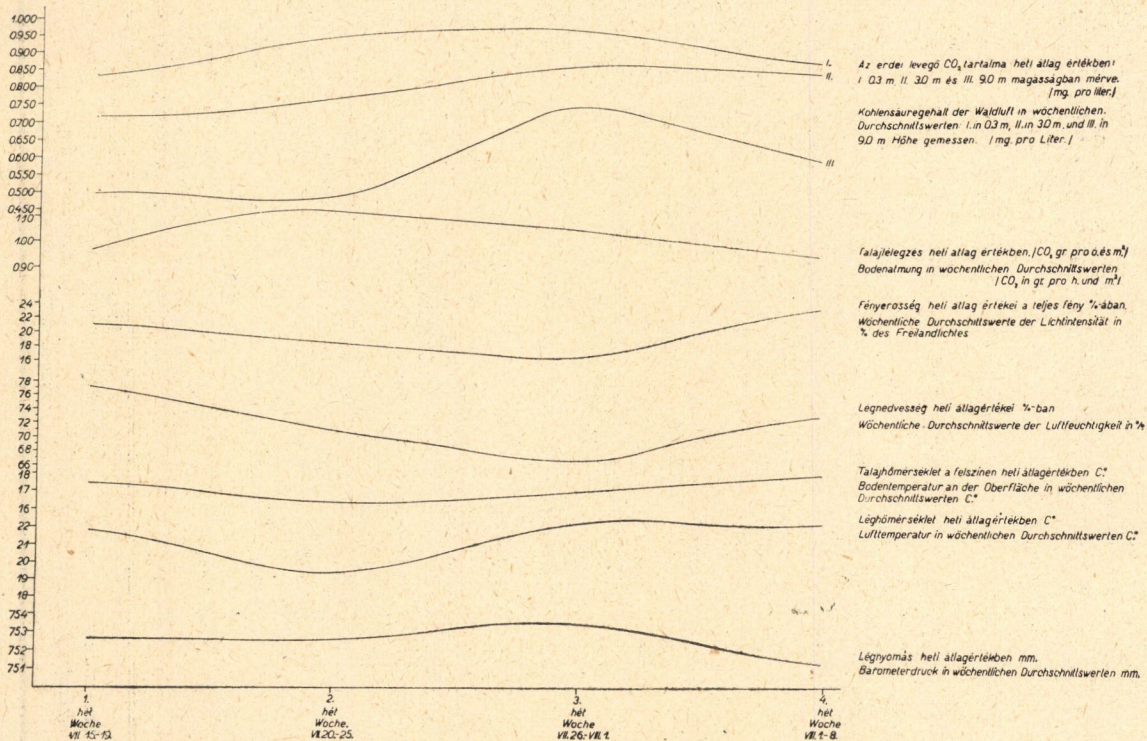
II. Táblázat. — Tabelle Nr. II.

| | A talaj kémiai és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|-----|---|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>) | 5.4 | |
| | Aktive Azidität (<i>ph</i>) | | |
| 2. | Viztartalom súly %-ban | 4.97 | |
| | Wassergehalt in Gewichts % | | |
| 3. | Húmsztartalom %-ban | 0.81 | |
| | Humusgehalt in % | | |
| 4. | Porozitás térfogat %-ban | 47.6 | |
| | Porosität in Volumprozenten | | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat % | 18.5 | |
| | Abs. Wasserkapazität % | | |
| 6. | Abszolút levegőkapacitás térfogat %-ban | — | |
| | Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | | |
| 7. | Ágárlemezen tenyésztett bakt. száma | 7.000, 00 | |
| | Auf Agarplatten wachsend | | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. sz. | 2.000,000 | |
| | Auf Gelatinplatten wachsend | | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. | 2.000,000 | |
| | Anaerob Zuckeragar wachsend | | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megk. bakt. sz. | 10 | |
| | Aerobe stickstoffbindende Bakterien | | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. | 10,000 | |
| | Anaerobe stickstoffbindende Bakterien | | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma | 10,000 | |
| | Nitrifizierende Bakterien | | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma | 100,000 | |
| | Denitrifizierende Bakterien | | |
| 14. | Anaerob cellulózlebontó bakt. száma | 100,000 | |
| | Anaerobe Zellulosevergärer | | |
| 15. | Aerob cellulózlebontó bakt. száma | 10,000 | |
| | Aerobe Zellulosevergärer | | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma | 100,000 | |
| | Eiweisszersetzer | | |
| 17. | Aerob pektinbontó baktériumok száma | — | |
| | Aerobe Pektinvergärer | | |
| 18. | Anaerob pektinbontó bakt. száma | — | |
| | Anaerobe Pektinvergärer | | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma | 100,000 | |
| | Harnstoffvergärer | | |
| 20. | Anaerob vajsavas erjedést okozó bakt. sz. | 100,000 | |
| | Anaerobe Buttersäurebazillen | | |
| 21. | Gombák száma | 120,000 | |
| | Zahl der Pilze | | |
| 22. | Protozoák száma. Aktív alak — Aktive Form | 100 | |
| | Zahl der Protozoen. Cysták — Cysten | 100 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ² és h | 0.878 | |
| | Bodenatmung in gr. pro m ² und h | | |

¹ 1 gram nedves földre vonatkoztatva.² pro gramm feuchter Erde.

3.SZ.GRAFIKON.
GRAFIKON NG.3.

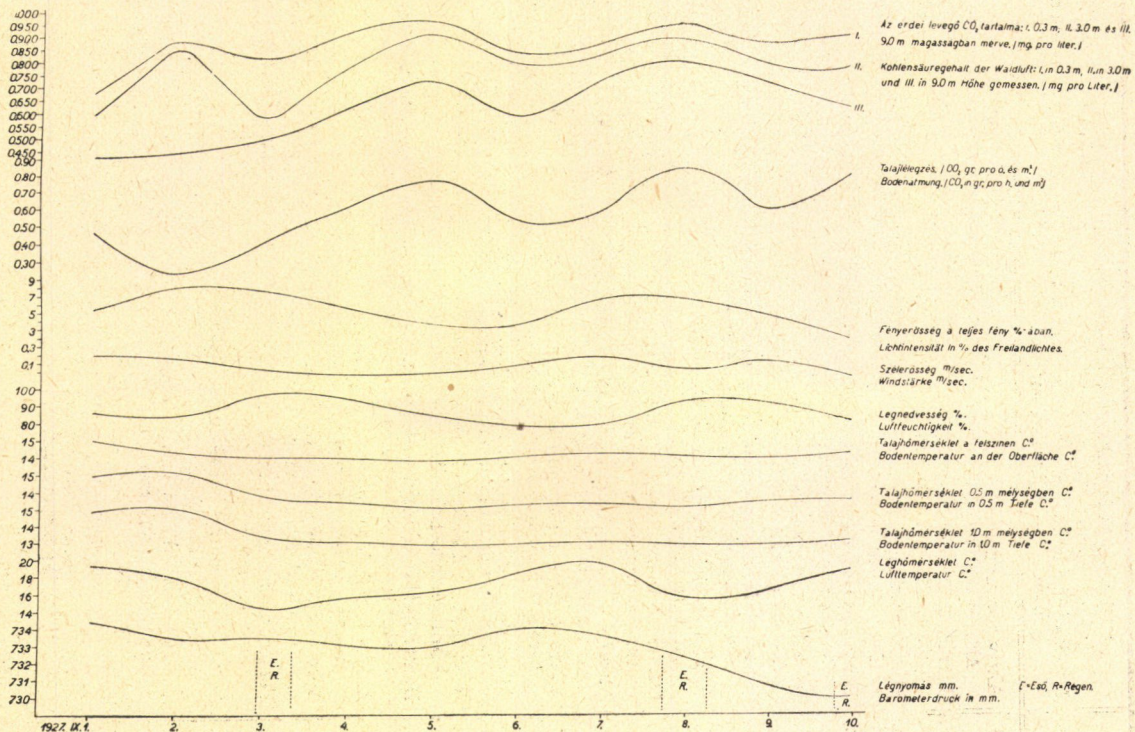
A KISKOMÁROMI MÉRÉSI EREDMÉNYEK HETI ÁTLAGOS ÉRTEKEINEK GRAFIKUS ABRAZOLÁSA.
GRAFISCHE DARSTELLUNG DER WÖCH. DURCHSCHNITTSWERTE DER MESSUNGEN BEI KISKOMÁROM.



3. ábra.

4 SZ. GRAFIKON
GRAFIKON NO. 4

ÁGFALVA LÜCÖS.
FICHTENWALD BEI ÁGFALVA



4. ábra.

VIZSGÁLATOK AZ ERDŐTÁJAJ LÉLEKZÉSÉRŐL.

III. Táblázat. — Tabelle Nr. III.

| | A talaj kémiai és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|-----|---|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>) — — — — — Aktive Aziditát (<i>ph</i>) | 5·2 | |
| 2. | Víztartalom súly %-ban — — — — — Wassergehalt in Gewichts % | 13·5 | |
| 3. | Húmusztartalom %-ban — — — — — Humusgehalt in % | 4·0 | |
| 4. | Porozitás térfogat %-ban — — — — — Porosität in Volumprozenten | 49·8 | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat % — — — — — Abs. Wasserkapazität % | 52·0 | |
| 6. | Abszolút levegőkapacitás térfogat % — — — — — Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | 21·0 | |
| 7. | Ágárlemezen tenyésztett bakt. száma — — — — — Auf Agarplatten wachsend | 1.800,000 | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. sz. — — — — — Auf Gelatinplatten wachsend | 1.400,000 | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. Anaerob Zuckeragar wachsend | 2.000,000 | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megkötő bakt. sz. Aerobe stickstoffbindende Bakterien | 100 | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. Anaerob stickstoffbindende Bakterien | 100 | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma — — — — — Nitrifizierende Bakterien | 100,000 | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma — — — — — Denitrifizierende Bakterien | 1,000 | |
| 14. | Anaerob cellulózebontó bakt. száma — — — — — Anaerobe Zellulosevergärer | 10,000 | |
| 15. | Aerob cellulózebontó bakt. száma — — — — — Aerobe Zellulosevergärer | 20,000 | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma — — — — — Eiweissersetzer | 100,000 | |
| 17. | Aerob pektinbontó baktériumok száma — — — — — Aerobe Pektinvergärer | 100 | |
| 18. | Anaerob pektinbontó bakt. száma — — — — — Anaerobe Pektinvergärer | 1000 | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma — — — — — Harnstoffvergärer | 10,000 | |
| 20. | Anaerob vajsavas baktériumok száma — — — — — Anaerobe Buttersäurebazillen | 50,000 | |
| 21. | Gombák száma — — — — — Zahl der Pilze | 180,000 | |
| 22. | Protozoák száma. Aktív alak — Aktive Form Zahl der Protozoen. Cysták — Cysten | 1000 1000 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ² és h — — — — — Bodenatmung in gr. pro m ² und h | 0·562 | |

¹ 1 gram nedves földre vonatkoztatva.
¹ pro gramm feuchter Erde.

c) *Ágfalvai sarjerdő a főiskola tanulmányi erdejében.*

H gazdasági osztály, II. tag, 22. erdőrészet. Terület: 90 k. h., amelyből kijelölt terület 1 k. h. Talaja elég mély, üde, agyagos homok. Altalaja az északi részen kavics, a déli részen gneis és pala. Fekvés Ék. lejtőszög 30°. Tengerszín feletti magasság 360 m. Termőhelyi osztály II. Fanem és elegyarány: 0·7 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam et De.) Lk.), 0·2 jegenyefenyő (*Abies alba* MILL.), 0·1 vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.) néhány hagyásfával. Jelenleg a sarjak a fenyőket még túlhaladják, különösen a gyertyán, hárs, nyír, elvéve bükk és tölgy. Berdősítve 1921-ben lett.

Aljnövényzet: *Corylus avellana* L., *Genista germanica* L., *Genista pilosa* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula nemorosa* (POHL) E. MEY., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) ROTH, *Convallaria majalis* L., *Galium silvaticum* L., *Fragaria vesca* L., *Cyclamen europaeum* L., *Stellaria holostea* L., *Asperula odorata* L., *Epilobium montanum* L., *Campanula persicifolia* L., *Campanula glomerata* L., *Melampyrum pratense* L., *Melampyrum nemorosum*, L., *Peltigera canina*.

Üzemtervi előírás: az erdősítések felszabadítandók, hagyásfák kiszedendők.

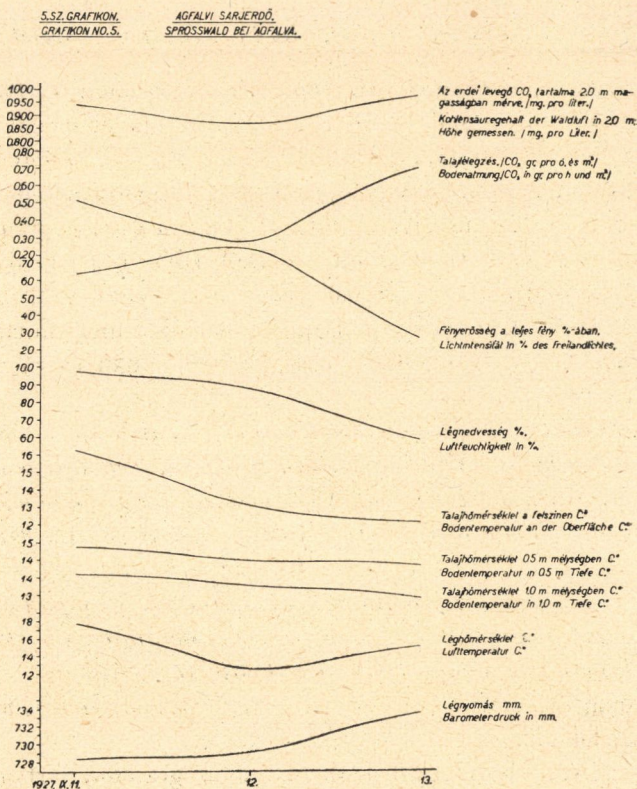
A mérési eredményeket az 5. számú grafikon tartalmazza.

A grafikonban ki nem mutatott faktorokat és a mikrobiológiai adatokat, amelyhez összehasonlításul a talajlélekzést is felvettük, a IV. számú táblázat tünteti fel.

d) *Lúcos a Várison Sopron mellett.*

Meglehetősen nedves, mély televényes agyagtalaj, gneis elválásából keletkezett törmelékkel a gneis felett. Vastag túalomtakaróval, erős mohtelepüléssel. A munkahely közelében a következő fontosabb mohokat találtuk: *Scleropodium purum* (L.) LIMBR., *Mnium unilulatum* (L.) NECK. *Mnium punctatum* (L.) REICH.

$K=C^{\circ}$. Tengerszín feletti magasság 250—260 m. Kor: 49 év. Fanem és elegyarány: 0·7 lúcfenyő (*Picea excelsa* (Lam



5. ábra.

et Dc.) Lk.), 0,3 vörösfenyő (*Larix decidua* MILL.) erőteljes növekedésben, szórványosan erdei fenyő (*Pinus silvestris* L.).

Üzemtervi előírás: gyérítésre elő van írva.

A mérés eredményeit a 6. számú grafikon tartalmazza.

A grafikonban ki nem mutatott faktorokat és a mikrobiológiai adatokat, amelyhez összehasonlításként a talajlélekzést is felvettük, az V. számú táblázatban találhatjuk.

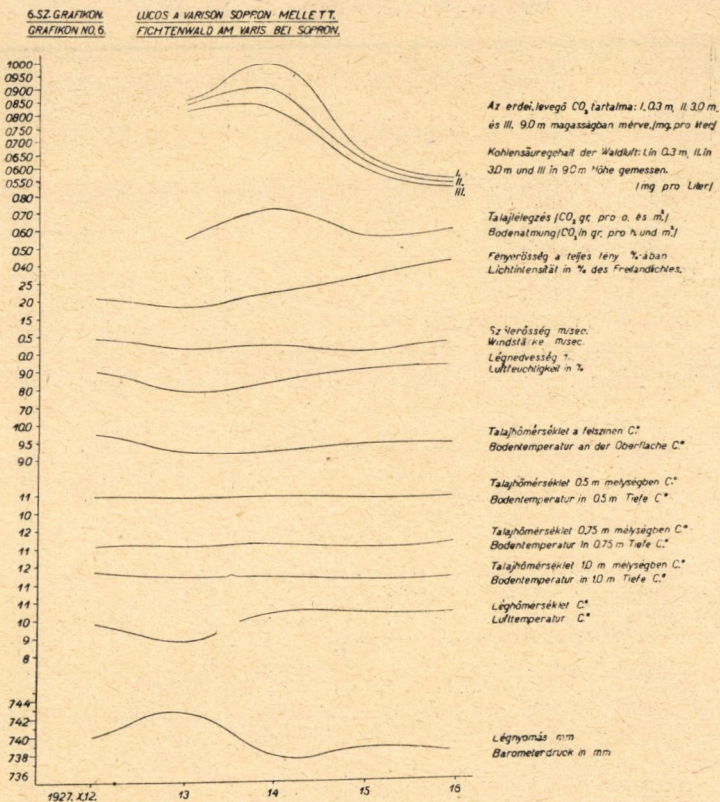
e) *A főiskola botanikus kertjében levő lúcos.*

Körülbelül 50 éves, szép növekedésű lúcos, gazdag aljnövényzettel, agyagtalajon.

IV. Táblázat. — Tabelle Nr. IV.

| | A talaj kémiai és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|-----|---|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>)..... | 4·9 | |
| | Aktive Azidität (<i>ph</i>)..... | | |
| 2. | Víztartalom súly %-ban..... | 8·47 | |
| | Wassergehalt in Gewicht % | | |
| 3. | Húmusztartalom %-bän..... | 2·2 | |
| | Humusgehalt in % | | |
| 4. | Porosítás térfogat %-ban..... | 47·0 | |
| | Porosität in Volumprozenten | | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat %-ban..... | 46·6 | |
| | Abs. Wasserkapazität % | | |
| 6. | Abszolút levegőkapacitás %-ban..... | 13·7 | |
| | Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | | |
| 7. | Ágárlemezen tenyésztett bakt. száma..... | 3.100,000 | |
| | Auf Agarplatten wachsend | | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. sz. | 500,000 | |
| | Auf Gelatinplatten wachsend | | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. | 200,000 | |
| | Anaerob Zuckeragar wachsend | | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megk. bakt. sz. | 100 | |
| | Aerobe stickstoffbindende Bakterien | | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. | 1.000 | |
| | Anaerobe stickstoffbindende Bakterien | | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma..... | 10,000 | |
| | Nitrifizierende Bakterien | | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma..... | 50,000 | |
| | Denitrifizierende Bakterien | | |
| 14. | Anaerob cellulózebontó bakt. száma..... | 100,000 | |
| | Anaerobe Zellulosevergärer | | |
| 15. | Aerob cellulózebontó bakt. száma..... | 100,000 | |
| | Aerobe Zellulosevergärer | | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma..... | 1.000,000 | |
| | Eiweissersetzer | | |
| 17. | Aerob pektinbontó bakt. száma..... | 1,000 | |
| | Aerobe Pektinvergärer | | |
| 18. | Anaerob pektinbontó bakt. száma..... | 10,000 | |
| | Anaerobe Pektinvergärer | | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma..... | 100,000 | |
| | Harnstoffvergärer | | |
| 20. | Anaerob vajsavas baktériumok száma..... | 10,000 | |
| | Anaerobe Buttersäurebazillen | | |
| 21. | Gombák száma..... | 200,000 | |
| | Zahl der Pilze | | |
| 22. | Protozoák száma. Aktív alak — Aktive Form | 1,000 | |
| | Zahl der Protozoen. Cysták — Cysten | 1,000 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ² és h..... | 0·555 | |
| | Bodenatmung in gr. pro m ² und h | | |

¹ 1 gramm nedves földre vonatkoztatva¹ pro gramm feuchter Erde.



6. ábra.

A munkahely közelében a következő növények fordultak elő: *Ligustrum vulgare* L., *Sambucus nigra* L., *Berberis vulgaris* L., *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L., *Galeopsis pubescens* BESS., *Viola silvestris* LAM., *Lysimachia nummularia* L., *Brachypodium sylvaticum* (HUDS.) R. et SCH., *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Epilobium montanum* L., *Convallaria majalis* L., *Mnium undulatum* (L.) NECK., *Fissidens taxifolius*.

Hogy az egyes tényezőknek a hatását és összefüggését hosszabb időn keresztül megvizsgálhassuk, a főiskola botanikus

V. Táblázat. — Tabelle Nr. V.

| | A talaj kémiai és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|-----|---|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>) Aktive Azidität (<i>ph</i>) | 6·8 | |
| 2. | Víztartalom súly %-ban Wassergehalt in Gewicht % | 13·8 | |
| 3. | Húmusztartalom %-ban Humusgehalt in % | 11·3 | |
| 4. | Porozitás térfogat %-ban Porosität in Volumprozenten | 42·2 | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat %-ban Abs. Wasserkapazität % | 36·1 | |
| 6. | Abszolút levegőkapacitás %-ban Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | 6·1 | |
| 7. | Agárlemezen tenyésztett bakt. száma Auf Agarplatten wachsend | 2.500,000 | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. sz. Auf Gelatinplatten wachsend | 2.000,000 | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. anaerob auf Zuckeragar wachsend | 900,000 | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megk. bakt. sz. Aerobe stickstoffbindende Bakterien | 10 | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. Anaerobe stickstoffbindende Bakterien | 10,000 | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma Nitrifizierende Bakterien | 100 | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma Denitrifizierende Bakterien | — | |
| 14. | Anaerob cellulózebontó bakt. száma Anaerobe Zellulosevergärer | 10,000 | |
| 15. | Aerob cellulózebontó bakt. száma Aerobe Zellulosevergärer | 5,000 | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma Eiweissersetzer | 1,000 | |
| 17. | Aerob p. ktiinbontó bakt. száma Aerobe Pektinvergärer | — | |
| 18. | Anaerob pektinbontó bakt. száma Anaerobe Pektinvergärer | 100,000 | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma Harnstoffvergärer | 100,000 | |
| 20. | Anaerob vajsavas baktériumok száma Anaerobe Buttersäurebazillen | 200,000 | |
| 21. | Gombák száma Zahl der Pilze | 150,000 | |
| 22. | Protozoák száma Zahl der Protozoen | 2,000 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ² és h Bodenatmung in gr. pro m ² und h | 0·583 | |

¹ 1 gramm nedves földre vonatkoztatva.¹ pro gramm feuchter Erde.

kertjében levő ezen körülbelül 400 m² területű, érintetlen talajú lúcosban egy állandó vizsgálati területet rendeztünk be, ahol 1927 október hó 24-e óta úgyszólván napról-napra mérjük a következő adatokat:

1. A talaj CO_2 -termelését,
2. a levegő CO_2 -tartalmát 0·3 m és 2·0 m magasságban,
3. a levegő hőmérsékletét, a maximumot és a minimumot,
4. a levegő nedvességét,
5. a talaj hőmérsékletet a felületen, 0·5 m és 1·0 m mélységben,
6. a szélereősséget és irányt,
7. a csapadékot
8. és a fényereősséget.

Az eredményeket 1928 január 1-ig heti átlagértékekben a 7. számú grafikon mutatja.

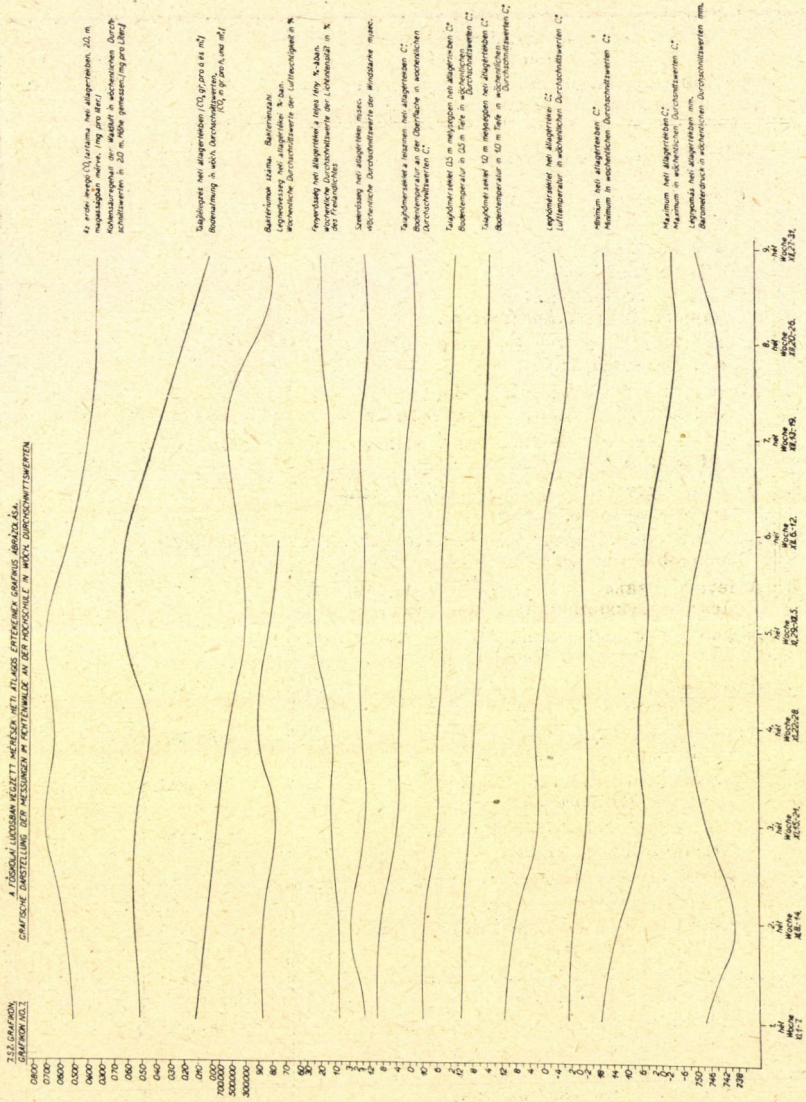
A többi faktort a VI. számú táblázat mutatja.

Ennél az erdőrésznél is, minthogy hosszabb időre dolgoztunk, az áttekinthetőség megkönnyítése végett a heti átlagértékeket, úgy mint a kiskomáromi méréseknél, külön grafikonokba foglaltuk össze.

Az eredmények összehasonlító tárgyalása.

Amint az egyes megvizsgált erdőrészeknél egyenkint felsorolt grafikonok és táblázatok eredményei, továbbá az alant következő VII. számú összefoglaló táblázatnak adatai mutatják, ha a mostani vizsgálatok eredményeit és a már közölt és részletesen ismertett vizsgálatok eredményeit összehasonlítjuk, nagy vonásokban a következő összefüggések mutathatók ki.

1. Az erdőállományok levegőjének CO_2 -tartalmát az erdőtalaj által termelt és a korhadási folyamatoknál képződött CO_2 mennyisége közvetlenül befolyásolja, úgyhogy most már egész határozottan kimondhatjuk, hogy a normális tenyészeti időszak alatt a fáknak a levegőben rendelkezésre álló CO_2 -mennyiséget elsősorban és közvetlenül a talaj lélekzési folyamata alatt termelt CO_2 -mennyiség szabályozza. Az erdei levegő CO_2 -tartalma tehát azért magasabb a szabad levegő CO_2 -tartalmánál,



1 7. ábra.

¹ A baktériumszámmal 700,000 helyett 1,700,000 veendő és az 500,000 törölendő.

¹ Bei der Bakterienzahl ist statt 700,000, 1,700,000 zu nehmen und die Zahl 500,000 ist zu streichen.

VI. Táblázat. Tabelle Nr. VI.

| A talaj kémiai és fizikai tulajdonságai. Baktériumcsoportok ¹ Physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens. — Bakteriengruppen ¹ | | Értékek Werte | Megjegyzés Anmerkung |
|---|--|------------------|-------------------------|
| 1. | Aktív savanyúság (<i>ph</i>) — — — — — Aktive Azidität (<i>ph</i>) | 5·5 | |
| 2. | Víztartalom súly %-ban... — — — — — Wassergehalt in Gewicht % | 14·7 | |
| 3. | Húmustartalom %-ban — — — — — Humusgehalt in % | 2·15 | |
| 4. | Porozitás térfogat %-ban — — — — — Porosität in Volumprozenten | 49·2 | |
| 5. | Abszolút vízkapacitás térfogat %-ban ... — — — — — Abs. Wasserkapazität % | 52·2 | |
| 6. | Abszolút levegőkapacitás %-ban — — — — — Abs. Luftkapazität in Volumprozenten | — | |
| 7. | Ágárlemezen tenyésztett bakt. száma — — — — — Auf Agarplatten wachsend | 2.000,000 | |
| 8. | Gelatinalemezen tenyésztett bakt. száma — — — — — Auf Gelatinplatten wachsend | 2.000,000 | |
| 9. | Anaerob cukorágáron tenyésztett bakt. sz. Anaerob Zuckergärer wachsend | 750,000 | |
| 10. | A levegő szabad nitrogénjét megk. bakt. sz. Aerobe stickstoffbindende Bakterien | 100 | |
| 11. | Anaerob a levegő szabad N-t megk. bakt. sz. Anaerobe stickstoffbindende Bakterien | 10,000 | |
| 12. | Nitrifikáló baktériumok száma — — — — — Nitrifizierende Bakterien | 1,000 | |
| 13. | Denitrifikáló baktériumok száma... — — — — — Denitrifizierende Bakterien | 100,000 | |
| 14. | Anaerob cellulózebontó bakt. száma — — — — — Anaerobe Zellulosevergärer | 1,000 | |
| 15. | Aerob cellulózebontó bakt. száma — — — — — Aerobe Zellulosevergärer | 10,000 | |
| 16. | Fehérjebontó baktériumok száma — — — — — Eiweisszerzetter | — | |
| 17. | Aerob pektinbontó baktériumok száma... — — — — — Aerobe Pektinvergärer | 100 | |
| 18. | Anaerob pektinbontó bakt. száma... — — — — — Anaerobe Pektinvergärer | 1,000 | |
| 19. | Aerob karbamidbontó bakt. száma — — — — — Harnstoffvergärer | 100,000 | |
| 20. | Anaerob vajsavas baktériumok száma — — — — — Anaerobe Buttersäurebazillen | 100,000 | |
| 21. | Gombák száma — — — — — Zahl der Pilze | 200,000 | |
| 22. | Protozoák száma. Aktív alak — Aktive Form Zahl der Protozoen. Cysták — Cysten | 1,000 1,000 | |
| 23. | Talajlélekzés gr. pro m ² és h — — — — — Bodenatmung in gr. pro m ² und h | 0·597 | |

¹ 1 gram nedves földre vonatkoztatva.

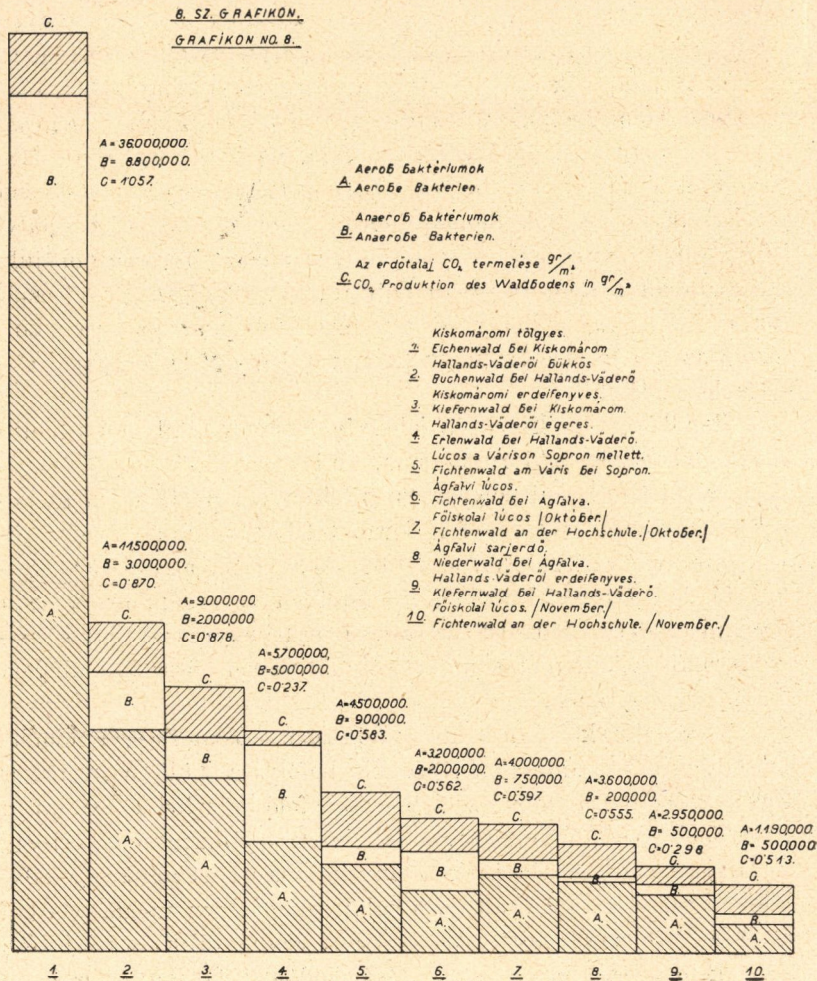
¹ pro gramm feuchter Erde.

mert ezt a talaj lélekezése a tenyészteti időszak alatt állandóan nagymennyiségű CO_2 -dal gyarapítja. Az elért eredmények világosan mutatják, hogy, amikor a talajlélekezés a tél folyamán megszűnik, akkor az erdei levegő CO_2 -tartalma is jelentősen csökken és a környező szabad légréteg CO_2 nivójára süllyed.

2. A talajlélekezés lefolyását elsősorban a talaj baktérium-tartalma befolyásolja. A csatolt 8. számú grafikon világosan mutatja, hogy a magas baktériumszám, ha ebben az aerob baktériumok a túlnyomók, magas CO_2 -termeléssel jár. Különösen jól látszik ez, ha a hallands-väderői erdeifenyves és az ágfalvi lúcos baktériumszámát és talajlélekezési adatait összehasonlítjuk. Ha azonban a talaj rossz állapota folytán annak megfelelő szelődése hiányzik, úgyhogy a korhadási folyamat gátolva van, akkor az anaerob-baktériumok jutnak túlsúlyra és a talaj CO_2 -termelése alászáll.

Rendkívül érdekes az a jelenség is, hogy általában a lomb-erdők talajának baktériumszáma, amint ezt különösen jól mutatja a kiskomáromi tölgyes és erdeifenyves példája, jelentősen magasabb, mint a fenyőerdő baktériumszáma, amely körülménnyel természetesen a lomb-erdőkben magasabb CO_2 -produkció is párosul. Ebben a tekintetben az eredmények, ha a hallands-väderői bükköst az ottani erdeifenyvessel és a kiskomáromi erdeifenyvest az ottani tölgyessel összehasonlítjuk, lényegileg egyeznek.

A talaj baktériumszáma különösen erősen függ a hőmérséklettől és ez utóbbi tényezőnek befolyása különösen akkor érvényesül, ha a hőmérséklet a 0° felé közeledik. Amint a 7. számú grafikon mutatja, a talajlélekezés minimuma összevág a talaj baktériumszámának a minimumával és amikor a talaj hőmérséklete 0° alá száll és a talajban levő víz megfagy s ezáltal a CO_2 -nak a diffúziója is lehetetlenné válik, a talaj CO_2 produkciója teljesen megszűnik. Így például 1928 január havában az alatt következő talajhőmérsékleti fokok mellett ismételt bekövetkezett a talaj CO_2 produkciójának teljes megszűnése.



8. ábra.

| Dátum | Léghőmérséklet °C Lufttemperatur °C | Talajhőmérséklet °C Bodentemperatur °C | CO ₂ produkció gr. pro óra és m ² CO ₂ Produktion in gr. pro h und m ² |
|------------|--|---|---|
| 1928 I. 2. | -3.2° | -1.8° | 0.0063 |
| 1928 I. 3. | -6.8° | -2.6° | 0 |

3. A talaj CO₂-termelése és vele együtt a talaj mikrobiológiai tevékenysége is, ha a talaj hőmérséklete 0° alá száll, úgy teljesen megszűnik. Így például 1927 november hó 22-én 1.990,000 volt a talajbaktérium száma, amely szám december 29-én 160,000-re csökkent. A változásokat egyenkint a 7. számú grafikon világosan mutatja. A gombák száma általában a baktériumszámmal együtt emelkedik és csökken. A protozoák számára vonatkozólag még egységes kép eddig nem alakult ki. Az ide vonatkozó vizsgálatok eredményeit külön fogjuk majd annak idején nyilvánosságra hozni.

4. A klíma tényezői közül, amint az eddigi vizsgálatok is megmutatták, a csapadék és a hőmérséklet befolyásolják legérzékenlebben és legközvetlenebbül a talajlélekzés lefolyását. A csapadék általában a talajlélekzés intenzitásának az emelkedését vonja maga után. A hőmérséklet befolyása nagyjából mindig kimutatható, még pedig igen érdekes, hogy nemcsak a talajhőmérséklet, hanem a levegő hőmérséklete is közvetlenül befolyást gyakorol és pedig elsősorban azért, mert a hőmérséklet emelkedésével az alsó hideg levegőrétegek gyorsabban áramlanak felfelé és ezáltal természetesen a CO₂ áramlása is gyorsabbá válik, nagyobb lesz a diffúziós esés a talaj CO₂-tartalma és a levegő CO₂-tartalma között, amely körülmény kétségkívül a talaj CO₂-termelését is emeli. A talajhőmérséklet a rendes természeti időszak alatt aránylag meglehetősen szűk határok között mozog, úgyhogy ennek a befolyása nem jelentkezik olyan élesen, mint a levegő hőmérsékletének a hatása, azonban, ha a talaj hőmérséklete állandóan +10° alá száll és 0° felé közeledik, hatása úgy a baktériumszám csökkenésére, mint pedig a talajlélekzés mennyiségi befolyására erősen érezhetővé válik.

Összesítő táblázat.

VII. Táblázat.

| Az erdőrésztlet megnevezése Name der Versuchsfäche ¹ | | Összbaktérium Gesamtzahl der Bakterien | | | Physiológiai Physiologische | |
|--|---|---|---------------------|----------------------|--|-------------------------------------|
| | | Aerob Aerobe | Anaerob Anaerobe | Összesen Zusammen | Aerob N-kötők Aerobe N-bindende | Nitrifikáló Nitrifi- zierende |
| 1. | Kiskomáromi tölgyes _ _ _ _ _ Eichenwald bei Kiskomárom | 36.000,000 | 8.800,000 | 44.800,000 | 100 | 10,000 |
| 2. | Kiskomáromi fenyves _ _ _ _ _ Kiefernwald bei Kiskomárom | 9.000,000 | 2.000,000 | 11.000,000 | 10 | 10,000 |
| 3. | Ágfalvai lúcos _ _ _ _ _ Fichtenwald bei Ágfalva | 3.200,000 | 2.000,000 | 5.200,000 | 100 | 10,000 |
| 4. | Ágfalvai sarjerdő _ _ _ _ _ Niederwald bei Ágfalva | 3.600,000 | 200,000 | 3.800,000 | 100 | 10,000 |
| 5. | Várisi lúcos _ _ _ _ _ Fichtenwald am Varis | 4.500,000 | 900,000 | 5.400,000 | 10 | 100 |
| 6. | Főiskolai lúcos, október hó _ _ _ _ _ Fichtenwald der Hochschule, Oktober | 4.000,000 | 750,000 | 4.750,000 | 100 | 000 |
| 7. | Főiskolai lúcos, november hó _ _ _ _ _ Fichtenwald der Hochschule, Novemb. | 1.490,000 | 500,000 | 1.990,000 | — | — |
| 8. | Főiskolai lúcos, december hó _ _ _ _ _ Fichtenwald der Hochschule, Dezemb. | 786,900 | 200,000 | 986,900 | — | — |
| 9. | Égererdő Hallands Väderö _ _ _ _ _ Erlenwald Hallands Väderö | 5.700,000 | 5.000,000 | 11.700,000 | — | 10 |
| 10. | Bükkös Hallands Väderö _ _ _ _ _ Buchenwald Hallands Väderö | 11.500,000 | 3.000,000 | 14.500,000 | 10 | 10 |
| 11. | Erdei fenyves Hallands Väderö _ _ _ _ _ Kiefernwald Hallands Väderö | 2.950,000 | 5.000,000 | 3.450,000 | — | — |

¹ 1 gramm nedves földre vonatkoztatva; — pro gramm feuchter Erde.

Übersichtstabelle.

Tabelle Nr. VII.

| baktériumesoportok Bakteriengruppe ¹ | | Gombák száma Zahl der Pilze ¹ | Protozoák száma Zahl der Protozoen ¹ | <i>Ph</i> | Húmustartalom % Humusgehalt in % | Vízartalom % Wassergehalt in % | Vízkapacitás % Wasserkapazität in % | Összes N-tartalom Gesamt N-Gehalt ² | Nitrát N-tartalom Nitrat N-Gehalt ² | Tahajlékezés gr. pro m ² és h Bodenatmung gr. pro m ² und h | Tahhőmérséklet C° Bodentemperatur C° | Lég hőmérséklet C° Lufttemperatur C° |
|--|-------------------|---|--|-----------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|---|---|---|
| Aerob cellulózé- bontó Zellulose- vergärer | Egyéb Sonstige | | | | | | | | | | | |
| 50,000 | 1.415,009 | 280,000 | 200 | 5·2 | 0·73 | 10·34 | 18·8 | 0·0165 | 0·00207 | 1·057 | 17·4 | 21·4 |
| 10,000 | 510,000 | 120,000 | 200 | 5·4 | 0·8 | 4·97 | 18·5 | 0·00973 | 0·00182 | 0·878 | 16·8 | 21·3 |
| 20,000 | 171,100 | 180,000 | 2,000 | 5·2 | 4·0 | 13·5 | 52·0 | 0·0153 | 0·00229 | 0·562 | 14·3 | 17·3 |
| 100,000 | 1.261,000 | 200,000 | 2,000 | 4·9 | 2·2 | 8·47 | 46·6 | 0·01662 | 0·00224 | 0·555 | 13·7 | 15·2 |
| 5,000 | 421,000 | 150,000 | 2,000 | 6·8 | 11·3 | 13·8 | 36·1 | — | — | 0·583 | 9·4 | 13·1 |
| 10,000 | 321,000 | 200,000 | 2,000 | 5·5 | 2·15 | 14·7 | 52·2 | 0·0151 | 0·0013 | 0·597 | 9·4 | 13·3 |
| — | — | — | — | 5·9 | — | 18·3 | 36·4 | — | — | 0·518 | 6·0 | 5·7 |
| — | — | — | — | 6·1 | — | 19·5 | 36·0 | — | — | 0·372 | 0·3 | —2·2 |
| 100 | 332,000 | — | — | 4·0-4·1 | 8·6 | 56·0 | — | — | — | 0·237 | — | 18·1 |
| 1,000 | 3.130,000 | — | — | 5·2 | 4·2 | 34·0 | — | — | — | 0·870 | 15·5 | 16·6 |
| 1,000 | 61,100 | — | — | 4·2 | 0·5 | 2·1 | — | — | — | 0·298 | 13·9 | 13·8 |

² mg. 1 gr. nedves földben; — pro gramm feuchter Erde.

A szél hatását, miután az állományokban a szél rendszerint nagyon meglassubodik, kimutatni nem sikerült. Helyenkint a fényintenzitás, különösen a nyár folyamán, szintén növeli a talajlélekzést, azonban a fényintenzitás, különösen a nyár folyamán rendszerint a derült idővel van összefüggésben, amely körülmény egyúttal a hőmérséklet emelkedésével is jár, úgyhogy valószínűleg a talajlélekzés mennyiségbeli emelkedése inkább a hőmérséklet emelkedésére vezethető vissza.

Igen érdekes, hogy az ágfalvi sarjerdőben a fényerősség emelkedése kifejezetten a talajlélekzés csökkenésére vezet. Ez a körülmény azzal magyarázható, hogy amint a hőmérsékleti görbe csökkenése mutatja, ugyanakkor jelentékeny éjjeli lehülés következtében hőmérsékletcsökkenés áll be, de másrészt sarjerdőben, ahol különösen az állomány fiatal korában a talaj megfelelően takarva nincsen, úgy a nap közvetlen besugárzása, miután a lombkorona a fényt nem szűri meg és így az ultrabolya-sugarak biológiai káros hatásukat érvényesíthetik, kétségkívül a fény intenzitásának emelkedése a baktériumműködés csökkenésére vezet. *Ebből a szempontból tehát szintén beigazoltnak látszik az a feltevés, hogy a helyesen keresztülvitt természetes felújítás, ahol a talaj árnyékolásáról egy bizonyos mértékig mindig gondoskodni lehet, jó hatással van a talaj lélekzésére.*

A levegő nedvessége különös hatást nem gyakorol. Hasonlóképpen közvetlen hatást a légnyomás változásánál sem lehet kimutatni, a hatás inkább csak közvetve jelentkezik, miután a légnyomás minimumokkal rendszerint eső jár, mely utóbbi a talaj lélekzését emeli. A légnedvesség hatása szintén a csapadékkal karöltve jelentkezik, miután csapadékos napok alatt rendszerint a levegő nedvességének értékei is emelkednek.

5. A ph-értékek befolyását a talaj lélekzésére és a talajbaktériumok számára olyan határozottan kimutatni, amint az a svéd erdőtípusoknál sikerült, a magyar erdőtípusoknál nem volt lehetséges. Ugyanis vizsgálatainkat úgyszólván kivétel nélkül jó állapotban levő és közömbös reakciót mutató talajokkal rendelkező erdőkben végeztük s amint idevonatkozólag már az utóbbi vizsgálatokban kifejezésre juttat, a talajsavanyúság hatása szembetűnő módon csak akkor jelentkezik, ha a ph-értékei 4

felé közelednek. A mi erdőtalajunknál a ph-értékek 5 alá sehol sem süllyedtek és ezért érezhető hatást nem is gyakoroltak. Ezt a jelenséget különösen jól mutatják a hallands-väderői erdő-típusok, ahol a bükkerdő és az erdeifenyves, továbbá az ottani égererdők talaj mikrobiológiai és CO_2 -termelési viszonyai határozott és éles különbséget mutatnak, továbbá az ágfalvi sarj-erdő, melynek savanyú talaján a baktériumszám erősen csökken. A mi erdőtípusainkban tehát a baktériumszám kialakulását elsősorban a lombfák és fenyők előfordulási viszonyai, továbbá a hőmérsékleti viszonyok és a talaj fizikai-kémiai állapota a ph-tól függetlenül szabályozzák. Hogy mely körülmények azok, amelyek a ph-értékektől függetlenül a lomberdőkben nagyobb baktériumszámot eredményeznek, az eddigi vizsgálatok során kideríteni nem sikerült.

6. Az erdei levegő CO_2 -tartalma, amint a vizsgálatok mutatják, közvetlenül összefügg a talajlélekzéssel és éppen ennek következtében a környező légrétegek normális CO_2 -tartalmánál magasabb, nevezetesen *alulról felfelé fokozatosan csökken*. Csökken pedig elsősorban azért, mert a CO_2 -diffúziója rendkívül lassan megy végbe, de csökken másrészt azért is, mert hiszen a koronákban a CO_2 az asszimiláló levelek által fokozatosan elhasználásra kerül. Éppen ennél a körülménynél fogva rá kell mutatnunk arra, hogy a szeptember, október, november és december hónapok folyamán végzett méréseknél, dacára a talaj viszonylag kisebb CO_2 -produkciónak, az állományok CO_2 -tartalma elég magas volt egészen addig az időpontig, míg a talaj hőmérsékletében beállott süllyedés következtében a talaj CO_2 -produkcója zérus-ra szállt alá és ezáltal az erdei levegő CO_2 -tartalma is a környező szabad levegő CO_2 -tartalmával vált egyenlővé. Ennek a körülménynek az oka abban kereshető, hogy a tenyészeti időszak előrehaladtával, részben a nappalok megrövidülésével, tehát kevesebb fénymennyiséggel, részben pedig a fokozatosan csökkenő hőmérséklettel kapcsolatban az asszimiláció folyamán elhasznált CO_2 -mennyisége megkisebbedik és ezáltal természetesen több CO_2 marad vissza az állományok levegőjében. Ezért például dacára annak, hogy a kiskomáromi erdőkben magas baktériumszám mellett jelentékeny volt a CO_2 termelés,

mégis viszonylag alacsony volt a levegő CO_2 -tartalma; míg ezzel ellentétben a sopronvidéki lúcosokban kisebb CO_2 -termelés mellett mégis nagy volt a most vázolt körülmény következtében a levegő CO_2 -tartalma.

Ha már most az elért eredményeket gazdasági szempontból vesszük bírálat alá, akkor kétségkívül arra az eredményre kell jutnunk, hogy a természetes felújításnál, ahol a felnevelkedő új nemzedék a CO_2 -ben aránylag gazdag alsó levegőrétegekben nő fel, a talaj CO_2 -termelése nagy jelentőséggel bír. Ezért tehát feltétlenül indokolt a fenyőerdőknek lombfákkal való elegyítése, de indokolt azonkívül a talajnak megfelelő erdőgazdasági intézkedésekkel való karbantartása is. Arra azonban nem lehet számítanunk, hogy az erdőgazdaság mai keretein belül költségesebb talajművelési, vagy esetleg trágyázási eljárásokkal az erdei levegő CO_2 -tartalmát annyira növeljük, hogy az állományok növekedésére és végeredményben a fatermesre is érezhető befolyást gyakoroljon. Nem remélhető ez azért, mert hiszen, amint ezek a kiterjedt vizsgálatok mutatják, a talaj megfelelő karbantartása esetén már is elértük a talaj CO_2 -termelésének elérhető maximumát és ennek a fokozása csakis költséges és a mai kiterjesztettség gazdasági viszonyok mellett kétségkívül a jövedelmezőség határain kívül eső művelési eljárásokkal volna lehetséges.

Az első legfontosabb követelmény tehát a talajnak a jókarban tartása és ahol ez nincs meg, ott megfelelő megjavítása, főleg a talaj szellőzésének és O -el való ellátásának a megkönnyítése.

Hogy a levegő CO_2 tartalmának esetleges további növekedése milyen hatást gyakorol az asszimiláció intenzitására és ezzel kapcsolatosan a fa növekedésére, azt a most már folyamatba tett további vizsgálatok eredményei fogják megmutatni, amely vizsgálatokat majd egy későbbi időpontban fogunk nyilvánosságra hozni. Hasonlóképpen további vizsgálatok váltak szükségessé az erdőtalaj N -gazdálkodásának a megvizsgálása céljából is, amelyek a fenti vizsgálatok eredményeivel karöltve kétségkívül további mélyebb bepillantást engednek majd az erdőállományok életébe.

Az eddigi vizsgálatok azonban, amint azt a VII. számú

táblázat mutatja, máris azt az érdekes tájékoztató eredményt szolgáltatott, hogy a magasabb baktériumszámmal és így a talaj jobb állapotával együtt jár a N-tartalom emelkedése is.

Arra mindenesetre ezek a vizsgálatok is mutattak, hogy a helyesen keresztülvitt természetes felújítás a talaj CO_2 -termelése szempontjából a leghelyesebb gazdasági eljárás, miután, ha a talaj szellőzéséről egyidejűleg megfelelően gondoskodunk, akkor így sikerül legjobban a talaj mikroflóráját megtartanunk és a fiatal generáció ilyen módon az alacsonyabb légrétegek magasabb CO_2 tartalmát is kihasználhatja.

Az eredmények összefoglalása.

Az 1927. évben a dunántúli erdőkben lefolytatott részletes vizsgálatok kapcsolatosan az 1926. évben a svéd erdőkben lefolytatott vizsgálatokkal, nagy vonásokban beigazolták a következő szabályszerűségek helyes voltát:

1. A talajlélekzés által produkált CO_2 -mennyiség közvetlenül befolyásolja az erdő levegőjének CO_2 -tartalmát és a kettőnek a változása kölcsönösen és szorosan összefügg.

2. Alulról felfelé haladva az erdei levegő CO_2 -tartalma a koronában történő fokozatos felhasználás következtében fokozatosan csökken.

3. A talaj lélekzését elsősorban a talaj mikroflórájának és mikrofaunájának működésére kell visszavezetnünk, amelyben főszerepet az erdőtalajban élő talajbaktériumok, gombák és protozoák játszzák.

4. Általában a baktériumszám emelkedésével, ha a baktériumok közül az aerob baktériumok vannak túlsúlyban, a talaj CO_2 -termelése is emelkedik.

5. A talaj állapotának jókarban való tartása és így a talaj szellőztetése, tehát a talajélet és az ennek következményeképpen jelentkező CO_2 -termelés szempontjából rendkívül fontos. Ennélfogva tehát az erdőtalajnak megfelelő gazdasági eljárásokkal való jókarbantartása az erdőművelés legfontosabb teendői közé tartozik.

6. A talajhőmérséklet a nyári időszakban, amikor ez arány-

lag kisebbmértetű ingadozásoknak van alávetve, nem gyakorol érezhető befolyást a talajlélekzés menetére, azonban ősszel, amikor a talajhőmérséklet gyakran hirtelen süllyedéseknek van alávetve, már kimutatható a CO_2 -produkciónak csökkenésében megnyilvánuló hatás. A tél folyamán, amikor a talajhőmérséklet fokozatosan a fagypont alá száll, minden kétséget kizáróan kimutatható volt, hogy a talaj CO_2 -produkcója, vagyis maga a talajélet is, 0° -on aluli talajhőmérsékletnél úgyszólván teljesen megszűnik.

7. A CO_2 -produkciónak kisebbedését és megszűnését, amint a vizsgálatok kimutatták, a baktériumszám rohamos fogyása idézi elő, amely minimális értékeit december és január hónapokban éri el.

8. A levegő hőmérséklete részben azért hat, hogy a talaj hőmérsékletére befolyást gyakorol, részben pedig azért fejt ki hatást, hogy emelkedésével a CO_2 felfelé való áramlása meggyorsabbodik, nagyobb lesz a diffúziós esés, amelynek következményeképpen fokozottabb CO_2 termelés jelentkezik. A többi hőmérsékleti tényezők közül főleg a csapadéknak jótékony hatását lehetett minden kétséget kizáró módon kimutatni.

9. A szélnek a hatása, minthogy a zárt állományokban erősen megkisebbedik, nem volt kimutatható. Egyes esetekben azonban a vizsgálatoknál észre lehet venni, hogy az erősödő szél is gyorsítja a CO_2 áramlást és ezért fokozottabb CO_2 -termelésre vezet.

10. A fák koronájában lefolyó asszimiláció szintén erősen érezteti hatását, amennyiben nyáron a nagyobb fény mennyiség élvezetében és magasabb hőmérséklet mellett a fák sokkal több CO_2 -t fogyasztanak, mint az őszi időszakban. Éppen azért az erdei levegő CO_2 -tartalma nyáron viszonylag nagyobb CO_2 -termelés mellett is kisebb lesz, mint ősszel aránylag kisebb CO_2 -termelés mellett.

11. Télen, amikor a talaj CO_2 -termelése zérus-ra száll alá, az erdei levegő CO_2 tartalma is a környező szabad légréteg normális CO_2 nivójára süllyed. Kifejezetten kimondhatjuk tehát, hogy az erdei levegő magasabb CO_2 tartalma a talajlélekzés-folyamat alatt produkált CO_2 -nak köszönheti eredetét.

12. Amint már a korábbi idevonatkozó vizsgálatok folyamán rámutattunk arra, hogy az erdei levegő CO_2 -tartalmának fokozása és ezzel együtt a nagyobb fatömeg növekedés elérése, a már amúgy is jóállapotban levő erdőknél, amelyeknek talaja kellő tápanyagokkal rendelkezik, nincs elsavanyodva és jól át van szellőztetve, csak költséges, a mai erdőgazdaság rentabilitásán kívül eső gazdasági eljárásokkal volna lehetséges. Ezekben az erdőkben ugyanis C-nal való gazdálkodás szempontjából a talaj jó állapota következtében, az állományok már amúgy is optimumukban vannak.

13. Ellenben a rossz állapotban levő erdőtalajoknál feltétlenül indokolt megfelelő gazdasági eljárásokkal a talaj feljavítása, minthogy ez a körülmény a fák CO_2 -asszimilációjára és növekedésére is jó hatást gyakorol.

14. Különösen fontos az erdei levegő CO_2 -tartalmának optimumban való tartása a természetes felújításnál, ahol az anyaállomány védelme alatt felnövő csemeték hosszú évekig az alacsonyabb és a CO_2 -ben gazdagabb légrétegekben alacsony fényintenzitás mellett élnek és így ez utóbbi körülmény ezeknek a növekedésére is előnnyel fog járni.

15. Általában kifejezést kell adnunk annak a véleményünknek, hogy a természetes felújítási módok kellő körütekintéssel nemcsak a talaj optimális állapotát képesek fenntartani, hanem éppen a fentebbiek következtében a fák CO_2 -vel való gazdálkodása szempontjából is a legelőnyösebbeknek mondhatók.

16. A húmusrész tartalom általában a talaj korhadási folyamatainak elégtelen voltát jelzi akkor, ha túlságos magassá válik. Jól szellőzött, laza szerkezetű talajoknál élénk baktériumtevékenység mellett a húmusrész tartalom minimális mennyiségre száll alá. Emelkedését kellő gazdasági eljárásokkal meg kell akadályozni, miután a húmusrész tartalom növekedése a korhadás elégtelenségét és a talaj fokozatos elsavanyosodását jelzi.

17. A talaj N-tartalma, főleg nitrátnitrogénben való gazdagsága elsősorban a N-kötő és nitrifikáló baktériumok számától függ. Az idevonatkozó vizsgálatok ugyan még nincsenek teljesen lezárva, minthogy a nitrátképződésnek a baktériumszámmal való kapcsolatát azok évi lefolyásával is vizsgálat alá vet-

tük, mégis, már az eddigi vizsgálatok is mutatják, hogy a nitrifikáló és szabad N -kötő baktériumok számának emelkedésével a talaj N -tartalma is emelkedik, tehát a talaj mikroflórájának működése az erdő N -gazdálkodása szempontjából is döntő befolyással bír.

18. A talaj savanyúsága és ezzel kapcsolatosan a ph -nak az értékei, ha ezek az értékek $ph=5$ -ön felül vannak, érezhető befolyást a mikroflóra és a talajlélekezés kialakulására nem gyakorolnak. A talajsavanyúság hatása csak akkor jelentkezik, ha a ph -nak az értékei 4.5 alá süllyednek.

19. Amint ezek a vizsgálatok is világosan megmutatják, az erdő életében lefolyó fiziológiai folyamatok megértése és feltárása csakis az erdőtalajban lefolyó biokémiai és biofizikai folyamatok teljes ismerete alapján lehetséges. Az erdő élettani problémáinak a megoldásához az út az erdőtalaj biokémiai feltárásán át vezet. Enélkül az élettani vizsgálatok lefolytatása és eredményei a biztos alapot mindig nélkülözni fogják. Éppen azért a további vizsgálataink is egyenlőre az erdőtalaj biokémiájának és biológiájának további vizsgálatára fognak szorítani, hogy ezeknek az ismeretével azután a fák életének törvényszerűségeit is rendszeres vizsgálatokkal felkutathassuk.

Végül kedves kötelességünknek tartjuk, hogy a m. kir. földművelésügyi minisztérium erdészeti főosztályának hálás köszönetet mondjunk azért a megértő anyagi támogatásért, amellyel a vizsgálatok lefolytatását lehetővé tette.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 április 23.-án tartott üléséből.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BIOLOGISCHE UND FORSTWIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER CO_2 -ATMUNG DER WALDBÖDEN.

Von D. FEHÉR und G. SOMMER.

(Aus dem Bot. Institut der k. ung. Hochschule für Berg- u. Forstingenieure
in Sopron.)

Wie unsere Untersuchungen in den letzten Jahren gezeigt haben, spielt die Kohlensäureproduktion des Waldbodens und der damit zusammenhängende Kohlensäuregehalt der Waldluft im Leben der Waldbestände eine sehr wichtige physiologische Rolle (I). Bei den heutigen extensiven Verhältnissen der Forstwirtschaft ist nämlich der im Waldboden stattfindende Zersetzungsprozess der organischen Substanz und der Kohlensäuregehalt der Waldluft, die einzige Nährstoffquelle der Waldbestände.

Unsere letzten Untersuchungen haben in den letzten Jahren einige Gesetzmässigkeiten der Kohlenstoffernährung des Waldes aufgeklärt. Um jedoch die bereits ermittelten Gesetzmässigkeiten auf eine breitere Basis stellen zu können, hat sich als notwendig erwiesen diese Untersuchungen, die grösstenteils in der südlichen Hälfte von Schweden durchgeführt waren, auch in den mittel-europäischen Wäldern, namentlich in den Wäldern des heutigen Ungarns fortzusetzen. Sollten sich nämlich die Resultate der unter so verschiedenen standortlichen Verhältnissen durchgeführten Untersuchungen gegenseitig bestätigen, so wird man die allgemeine Gültigkeit der ermittelten Gesetzmässigkeiten wohl aussprechen dürfen.

Die Untersuchungen haben das Problem in seinem allseitigen biologischen Zusammenhange erfasst und es wurden daher

Bei dem Lesen der Aufschriften der Zeichnungen 1—8 dürfte die Anwendung einer schwachen Lupe zu empfehlen sein.

sämtliche biologische Faktoren, die bei der Beurteilung dieses Problems ausschlaggebende Rolle spielen, der Untersuchung unterworfen.

Untersuchungsmethoden.

a) Bodenatmung. Die Bodenatmung wurde nach einem Verfahren von FEHÉR (II) durchgeführt, der den volumetrischen Apparat von LUNDEGARDH zu diesem Behufe verwendet.

Wenn nun

$X = CO_2$ -Produktion des Bodens in Grammen per Quadratmeter und Stunde,

$H =$ das Volumen der Bodenglocke in Kubikzentimeter,

$h_1 =$ die Volumenverminderung, welche durch das Eindrücken der Glocke entsteht in Kubikzentimeter,

$h_2 =$ das Volumen der Glasleitung, welche die Glocke mit dem Apparat verbindet in Kubikzentimeter,

$h_3 =$ das Luftvolumen, welches in dem Apparat eingesaugt wird,

$t_0 =$ der Titer der $Ba(OH)_2$ -Lösung mit $\frac{n}{x}$ HCl (Blindtiter),

$t_1 =$ der Titer der $Ba(OH)_2$ -Lösung nach der Absorption,

$g =$ der Kohlensäuregehalt der Luft in $\frac{\text{Gramm}}{\text{(Kubikzentimeter)}}$,

$T =$ die Grundfläche der Bodenglocke in Quadratzentimeter,

$t =$ die Expositionszeit der Glocke, nämlich der Zeitintervall zwischen dem Schliessen und Öffnen der Glocke in Minuten,

$f =$ der Faktor der $\frac{n}{x}$ HCl -Lösung, welcher angibt, wieviel Gramm CO_2 ein Kubikzentimeter der betreffenden HCl -Lösung entsprechen

so lautet die Formel folgender Weise :

$$X = \left[\frac{H-h_1+h_2}{h_3} (t_0-t_1) f - (H-h_1+h_2) g \right] \frac{60}{t} \cdot \frac{10,000}{T}.$$

Da bei entsprechender Arbeitseinrichtung die Werte von H , h_1 , h_2 , h_3 , t und T konstant gehalten werden können, so können wir schreiben

$$\frac{H-h_1+h_2}{h_3} = a, \quad \frac{10,000}{T} = c,$$

$$H-h_1+h_2 = b, \quad \text{und} \quad \frac{60}{t} = d.$$

Die Gleichung wird daher für das praktische Arbeiten die folgende einfache Form annehmen :

$$X = [a (t_0-t_1) f - b \cdot g] \cdot c \cdot d.$$

b) Der Kohlensäuregehalt der Waldluft wurde ebenfalls mit den volumetrischen Apparaten von LUNDEGARDH gewöhnlich in drei verschiedenen Höhen gemessen (XI).

c) Die Lufttemperatur,

d) der Barometerdruck und

e) die Luftfeuchtigkeit wurden mit geeichten Registrierapparaten gemessen.

f) Die Windstärke massen wir mit einem geeichten Anemometer.

g) Die Lichtintensität wurde mit einem Photometer nach EDER-HECHT gemessen und in BUNSEN-ROSCOE Einheiten berechnet (III).

h) Der Humusgehalt wurde mit Kaliumbichromat bestimmt nach Zerstörung der Carbonate (IV).

i) Der Wassergehalt wurde mit Trocknen auf $100-110^\circ$ bis ständigem Gewicht gemessen.

j) Die Wasserkapazität (V),

k) die Luftkapazität (V) und

l) die Porosität (V) wurden nach dem von WIESMANN empfohlenen Methoden bestimmt und berechnet.

m) Die Mikroflora des Waldbodens wurde folgend ermittelt:

1. Die Gesamtzahl der Bodenbakterien, wobei die Resultate der Gelatine- und Agarplatten bei den letzteren die aerobe und anaerobe getrennt, zusammengezählt wurden.

2. Die physiologischen Gruppen der Bodenbakterien nach einer besonderen Methode, die das Verdünnungsverfahren und das elektive Verfahren vereinigt.

3. Die Bodenpilze wurden nach einer Methode von WAKSMANN bestimmt (VI).

4. Die Anzahl der Protozoen wurde nach dem Verfahren von CUTLER ermittelt, wobei die aktiven Formen von den Encysten getrennt werden (VII).

n) Der gesamt N-Gehalt wurde mit dem Verfahren von GUNNING-ATTERBERG ermittelt (VIII).

o) Der Nitrat-N wurde mit einem Verfahren von WITHING, RICHMOND und SCHOONOWER ermittelt (IX).

p) Die *ph*-Werte wurden elektrometrisch mit der Methode und Apparatur von MISLOWITZER ermittelt (X).

Kurze Beschreibung der Versuchswälder.

a) Wälder der Forstverwaltung Kiskomárom des Esztergömer Domkapitels.

1. Eichenwald.

Betriebsklasse: Alsó erdő. Glied V, Waldparzelle 39. Standortsklasse V. Holzart: Stieleiche (*Quercus robur* L.). Alter 41 Jahre. Frischer mit Lehm vermischter Sandboden. Bestandeschluss 0·7. Zerstreut findet man noch in dem Walde kleinere Gruppen von *Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudacacia* L. und *Alnus glutinosa* (L.) GÄRTN.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 1 und die wichtigsten mikrobiologischen und biogenen Daten Tabelle Nr. I.

2. Kiefernwald.

Betriebsklasse: Alsó erdő. Glied I. Waldparzelle 6. Standortsklasse V. Fläche 1 kat. Joch. Besteht aus 0·7 *Pinus silvestris* L., 0·1 *Alnus glutinosa* (L.) GÄRTN. und 0·2 *Quercus robur* L. Bestandeschluss 0·8. Alter 17 Jahre. Durchgeforstet im Jahre 1925. Frischer, mit Lehm vermischter Sandboden.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 2 und die wichtigsten mikrobiologischen und biogenen Daten Tabelle Nr. II.

Von diesen beiden Versuchsflächen haben wir nach Wochenmitteln die allgemeine Übersicht in Grafikon Nr. 3. zusammengestellt.

b) Fichtenwald in Ágfalva, Forstverwaltung der Hochschule.

Betriebsklasse J. Glied I. Waldparzelle 12. Standortsklasse II. Höhe 400 m ü. M. Frischer, sandiger Lehmboden, liegt auf Schotter. Alter 24 Jahre. Bestandeschluss 1·0. Besteht aus 0·5 Fichte, (*Picea excelsa* [Lam et De] Lk.), 0·1 Schwarz-

kiefer (*Pinus nigra* ARN.), 0·1 Lärche (*Larix decidua* MILL.), 0·3 Weissbuche (*Carpinus betulus* L.) und Pappel (*Populus tremula* L.).

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 4 und die wichtigsten mikrobiologischen und biogenen Daten Tabelle Nr. III.

c) *Unterbauter Niederwald in Ágfalva. Forstverwaltung der Hochschule.*

Betriebsklasse: H. Glied II. Waldparzelle 22. Standortklasse II. Fläche 1 kat. Joch. Alter 7 Jahre. Höhe 360 m ü. M. Frischer, sandiger Lehmboden, Untergrund an dem nördlichen Teil Schotter und an dem südlichen Teil Schiefer und Gneis. Besteht aus 0·5 Fichte (*Picea excelsa* [Lam et De.] Lk.), 0·3 *Abies alba* MILL. und *Larix decidua* MILL. Den Niederwald bilden 0·2 Sprossen von *Carpinus betulus* L. Zerstreut einige *Castanea sativa* MILL. und *Fagus sylvatica* L.

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 5 und die wichtigsten mikrobiologischen und biogenen Daten Tabelle Nr. IV.

d) *Fichtenwald bei Sopron am Varis, Forstverwaltung der Stadt Sopron.*

Alter 49 Jahre. Lehmboden auf Gneis, Höhe 250—260 m ü. M. Besteht aus 0·7 Fichte (*Picea excelsa* [Lam et De.] Lk.), 0·3 Lärche (*Larix decidua* MILL.).

Die Resultate der Untersuchungen zeigt Grafikon Nr. 6 und die wichtigsten biologischen und biogenen Daten Tabelle Nr. V.

e) *Fichtenwald im botanischen Garten der Hochschule;*
auf Lehmboden, Alter 50 Jahre.

Auf dieser Versuchsfläche haben wir ein ständiges Feldlaboratorium eingerichtet, mit dessen Hilfe durch das ganze Jahr die wichtigsten biochemischen und biophysikalischen Faktoren gemessen werden.

Die Resultate der Untersuchungen bis 1. Januar 1928 in Wochenmitteln zeigt Grafikon Nr. 7, die anderen Faktoren zeigt Tabelle Nr. VI.

Zusammenfassung der Resultate.¹

1. Die CO_2 -Produktion des Waldbodens beeinflusst unmittelbar den CO_2 -Gehalt der Waldluft. Zwischen den beiden biologischen Faktoren besteht ein unmittelbarer und kausaler Zusammenhang.

2. Der Kohlensäuregehalt der Waldluft wird nach oben gerechnet, infolge des Verbrauches durch die Assimilation successive geringer.

3. Die Bodenatmung, beziehungsweise die CO_2 -Produktion des Waldbodens ist das Produkt des Mikrogenlebens im Waldboden und wird im wesentlichen von der Tätigkeit der Bodenbakterien, Protozoen und Pilze beeinflusst.

4. Wenn zwischen den Bakterien die aeroben vorherrschen, so wird gewöhnlich mit der Erhöhung der Bakterienzahl auch die CO_2 -Produktion des Waldbodens entsprechend grösser. Siehe Grafikon Nr. 8.

5. Infolge dieses Umstandes muss daher der Erhaltung des guten Bodenzustandes, namentlich der entsprechenden Durchlüftung des Waldbodens ein besonderes Augenmerk gewidmet werden.

6. Die Bodentemperatur ist in der Sommerperiode nur geringeren Schwankungen unterworfen; sie beeinflusst daher nur unmerklich die Bodenatmung. Jedoch im Herbst und im Winter, wo auch die Bodentemperatur bedeutende Änderungen erleidet, kommt ihre beeinflussende Wirkung immer mehr zum Vorschein.

Es konnte nun vollkommen einwandfrei erwiesen werden, dass wenn die Werte der Bodentemperatur $0^\circ C$ erreichen, oder unter dieses Niveau sinken, die Bodenatmung und das Mikro-

¹ Siehe auch die Übersichtstabelle (T. Nr. VII) und fig. 8. im ungarischen Texte.

benleben des Waldbodens einen vollkommenen Stillstand erreichen.

7. Die Verminderung der CO_2 -Produktion wird hauptsächlich durch die schnelle Abnahme der Bakterienzahl verursacht, welche letztere ihr Minimum gewöhnlich in den Monaten Dezember und Januar erreicht.

8. Die Lufttemperatur beeinflusst unmittelbar die Bodenatmung. Sie kann aber auch die Bodenatmung dadurch unmittelbar beeinflussen, dass die Diffusion der CO_2 beschleunigt und das Diffusionsgefälle vergrößert, wodurch die Strömung der CO_2 und die Produktion der CO_2 beschleunigt und erhöht wird. Von den übrigen biologischen Faktoren konnte ganz besonders die steigernde Wirkung der atmosphärischen Niederschläge gezeigt werden.

9. Der in den Beständen stark abgeschwächte Wind bleibt gewöhnlich ohne merklichen Einfluss.

10. Die Assimilation in dem Niveau der Baumkronen beeinflusst unmittelbar den CO_2 -Gehalt der Waldluft. Bei erhöhten Temperaturen und grösseren Lichtmengen im Sommer wird der CO_2 Verbrauch grösser. Dadurch sinkt der CO_2 -Spiegel der Waldluft. Man findet daher im Sommer auch bei intensiver Bodenatmung verhältnismässig geringeren CO_2 -Gehalt der Waldluft, als im Herbst.

11. Im Winter, wo die Bodenatmung ihren Stillstand erreicht, sinkt der CO_2 -Gehalt auf das Niveau des freien Luftmeeres.

12. Übereinstimmend mit den früheren Resultaten können wir nun feststellen, dass die Steigerung des CO_2 -Gehaltes der Waldluft und damit die Erreichung besserer Wachstumsverhältnisse der Waldbestände bei Wäldern, wo der Boden sich ohnehin in relativ gutem Zustande befindet, nur mit kostspieligen Massnahmen erreicht werden könnte, welche ausser den Rentabilitätsgrenzen der heutigen Forstwirtschaft fallen würden.

13. Dagegen wird die Besserung des Bodenzustandes bei Wäldern, deren Boden sich im schlechten Zustande befinden, eine wichtige physiologische und forstwirtschaftliche Rolle spielen.

14. Namentlich bei der natürlichen Verjüngung wird die ausgiebige CO_2 -Produktion des Waldbodens eine ganz besonders wichtige Rolle spielen, da hier die jungen Pflanzen unter dem Schutze des Hauptbestandes längere Zeit in den CO_2 -reichen unteren Luftschichten liegen, wo bei den herrschenden niederen Lichtintensitäten der erhöhte CO_2 -Gehalt das Wachstum wesentlich beeinflussen wird.

15. Wir fühlen uns daher berechtigt, unserer Meinung Ausdruck zu geben, dass die natürliche Verjüngung auch für die CO_2 -Ernährung des Waldes als eine recht gute und zweckmässige Wirtschaftsform bezeichnet werden kann.

16. Der N -Gehalt des Waldbodens hängt hauptsächlich von der Anzahl der N -bindenden und nitrifizierenden Bakterien ab. Die Erhöhung der Zahl derselben verursacht auch einen höheren Nitrat- N -Gehalt. Die Untersuchungen in dieser Frage sind noch im Gange.

17. Die ph -Werte beeinflussen die Entwicklung der Bakterienflora nur dann, wenn ihre Werte unter $ph=4.5$ sinken. In diesem Falle verringert recht wesentlich die Bodenacidität die Anzahl der Bakterien und deren Tätigkeit.

12. Wie diese und unsere letzten Untersuchungen zeigen, erfordert die Erforschung des Waldbodens zunächst das vollständige Aufschliessen der biochemischen und biologischen Verhältnisse des Waldbodens.

Wir werden daher unsere Untersuchungen in dieser Beziehung so lange fortsetzen müssen, bis die erreichten Resultate dann die Angriffnahme der sicheren Erforschung der Physiologie der Waldbäume ermöglichen werden.

Irodalom. — Literatur.

I. Dr. FEHÉR és VÁGI: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról. (Erdészeti Kísérletek 1926, 1—2. füzet.)

Dr. FEHÉR és SOMMER: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról. II. közlemény. (Erdészeti Kísérletek 1927. XXIX.)

Dr. FEHÉR: Untersuchungen über die Kohlensäureernährung des Waldes. Vorläufige Mitteilung. (Biochemische Zeitschrift 1927. Bd. 180, Heft 1—3.)

Dr. FEHÉR: Untersuchungen über die Kohlenstoffernährung des Waldes. (Flora) (Allg. Bot. Zeitung, Bd. 121. Seite 316—333, 1927.)

Dr. FEHÉR: Vizsgálatok az erdő CO_2 -táplálkozásáról. (A M. Tud. Akadémia Matematikai és Természettudományi Értesítője XLIV. kötet, Budapest, 1927. 321—329. oldal.)

BOKOR: Vizsgálatok az erdőtalaj mikroflórájáról. (Erdészeti Kísérletek 1926, 1—2. füzet.)

BOKOR: Ein Beitrag zur Mikrobiologie des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift 1927, Bd. 181, Heft 4—6.)

Dr. FEHÉR: Néhány megjegyzés a «Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biofizikai, biochemiai és bakteriológiai kölcsönhatásáról» c. értekezéshez. (Erdészeti Kísérletek 1927, 3—4.)

II. Dr. FEHÉR: Egy új eljárás az erdei talaj CO_2 -lélekezésének a mérésére. (Erdészeti Kísérletek 1927, 3—4. 160—170-ig.)

Dr. FEHÉR: Über die Verwendung des Glockenapparates von LUNDEGARDH für die Messung der CO_2 -Produktion des Waldbodens. (Biochemische Zeitschrift 1928. Bd. 193, Heft 4—6. Seite 350—355.)

III. FEHÉR és VÁGI: Vizsgálatok az erdőtalaj életét befolyásoló élettani tényezők biokémiai, biofizikai és bakteriológiai kölcsönhatásáról. (Erdészeti Kísérletek 1926. XXVIII. évf. 1—2. füzet 43. oldal.)

IV. VÁGI ISTVÁN: A talajtan elemei. (177 oldal.)

V. WIESMANN: Agrikulturchemisches Praktikum, Seite 227—233.

VI. A. WAKSMANN: Methoden der mikrobiologischen Bodenforschung. 1927.

VII. A. WAKSMANN: Principles of Soil Microbiology. p. 46.

CUTLER: A method for estimating the number of active protozoa in the soil. (Journal of Agricultural Science 10. p. 135—143. 1920.)

VIII. WAHNSCHAFFE: Wissenschaftliche Bodenuntersuchung, 1924. p. 132.

IX. WHITING, RICHMOND and SCHOONOWER: Journal. Ind. and Eng. chem. 1930. 12. p. 982—984. STOKLASA-DORRELL: Biochemische und biophysikalische Untersuchung des Bodens. p. 306.

X. MISLOWITZER: Die Bestimmung der Wasserstoff-Ionenkonzentration von Flüssigkeiten. 1928. p. 245.

XI. LUNDEGARDH: Kreislauf der Kohlensäure in der Natur 1927.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften den 23. April 1928.)

KONFOKÁLIS KÚPSZELETEKRŐL.

KLUG LIPÓT-tól.

A kúpszeletnek egymásra merőleges konjugált polárisai a tengelyeken és a végtelen távol fekvő egyenesen involuciós pontsorokat metszenek ki, amelyeknek kettőspontjai a kúpszeletnek gyújtópontjai. Ezek a kúpszelet főtengelyén valóságosak, a melléktengelyén konjugált-képzetesek, végre a végtelen távol fekvő egyenesen a sík abszolút pontjai. A valóságos gyújtópontokból F, F' -ből kisugárzó konjugált polárisok ortogonális involuciót képeznek; ennek kettőssugarai, mint a kúpszelet képzetes érintői a melléktengelyt a konjugált-képzetes gyújtópontokban F_i, F'_i -ben és a végtelen távol fekvő l_∞ egyenest az abszolút pontokban l, l' -ben metszik. Ebből látható, hogy a sík l, l' abszolút pontjainak kisugárzó konjugált-képzetes érintőpárok egy képzetes négyoldalt határoznak meg, amelynek két szemben fekvő konjugált-képzetes csúcsa F_i, F'_i a melléktengelyen, és két szemben fekvő valóságos csúcsa F, F' a főtengelyen az illető kúpszeletnek a gyújtópontja. Ha a kúpszelet két gyújtópontjáról van szó, azon rendszeren a kúpszelet két valóságos gyújtópontja értendő.

Az $FF'F_iF'_i$ képzetes négyoldalba végtelen sok (∞^1) kúpszelet írható, amely egy konfokális kúpszeletsereget képez, és kúpszeleteinek nemcsak a valóságos, hanem a konjugált-képzetes gyújtópontjai is ugyanazok. Ugyanígy egybeesnek a közös poláris-háromszögük oldalain, tehát a tengelyeken és az l_∞ egyenesen azok az involúciók is, amelyeket a sereg egyes kúpszeleteinek egymásra merőleges konjugált polárisai azokon kimetszenek.

A konfokális kúpszeletsereg bármely tengelyének egy A pontjából érintők sugároznak ki a sereg kúpszeleteihez; ezek érintőpontjainak normálisai, mint az érintőkhöz konjugált polá-

risok, annak a tengelynek egy B pontjában találkoznak, amiből pedig az következik, hogy az A pontból a kúpszeletsereg kúpszeleteihez vonható érintők érintőpontjai egy c körön vannak, amelynek az AB egyik átmérője. E kör, ha az A, B pontok a főtengelyen vannak, az F, F' gyújtópontokat harmonikusan választja el, ha pedig a melléktengelyen vannak, az F, F' gyújtópontokon megy keresztül. Az összes ily körök mint c két konjugált körsort képeznek: az egyik sor köreinek alappontjai $FF''II'$, a másiké $F_iF'_iII'$. E két körsor körei tehát a kúpszeletsereg bármely tengelyének A vagy B pontjából kisugárzó kúpszeletérintők érintőpontjainak, vagy ami ugyanazt mondja, a B vagy A pontból kisugárzó kúpszeletnormálisok talppontjainak geometriai helyét képezik.

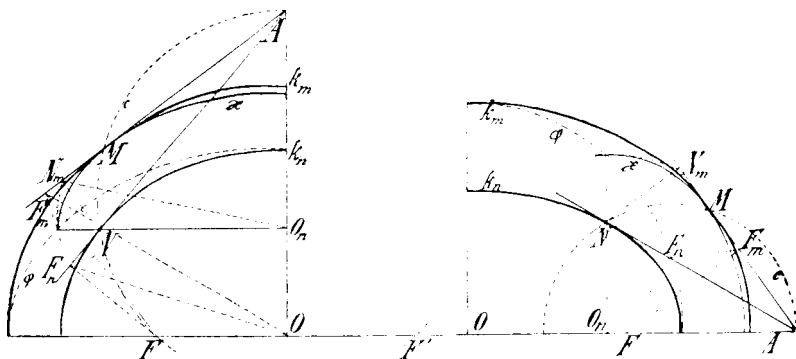
A konfokális kúpszeletsereggel kapcsolatban van még egy ily tulajdonságú harmadik kúpszeletsor, amelynek alappontjai az $FF''F_iF'_iII'$ négyoldalnak $FF''F_iF'_i$ csücsai, és amelynek kúpszeletei, mert az II' abszolút pontokat harmonikusan választják el: a kúpszeletsereggel koncentrikus egyenoldalú hiperbolák. A kúpszeletsereg kúpszeletei parallel érintőinek érintőpontjai és az ezekre merőleges, tehát szintén parallel érintők érintőpontjai ugyanegy geometriai helyet képeznek, amely amaz egyenoldalú hiperbolasor egy hiperbolája és amelynek aszimptótái ama érintőkkel paralelek. E szerint a kúpszeletsereg kúpszeletei köré írt összes parallel oldalú derékszögű négyszögek oldalainak érintőpontjai a gyújtópontokkal együtt egy a sereggel koncentrikus egyenoldalú hiperbolán vannak, amelynek aszimptótái a négyszög oldalaiival paralelek.

A konfokális kúpszeletsereggel kapcsolatos két körsor és egy egyenoldalú hiperbolasor a teljesség végett itt kifejtett, de különben ismert tulajdonságait felhasználjuk arra, hogy oly kúpszeleteket szerkeszthessünk, és azoknak elhelyezését megállapítsuk, amelyek egy konfokális kúpszeletsereg valamely adott k_m kúpszeletét kettősen érintik és amellet gyújtópontjai a sereg egy másik kúpszeletén k_n -en vannak.

* * *

1. Jelöljük az egész tárgyalásunkban a k_m, k_n konfokális kúpszeletek középpontját O -val, két végesben fekvő valós gyújtópontját F, F' -sel, ezeknek távolságát $2d$ -vel, a k_m és k_n főtengelyét $2m$ és $2n$ -nel, melléktengelyét $2m_1$ és $2n_1$ -gyel.

E kúpszeletek melléktengelyének A pontjából a k_m, k_n kúpszeletekhez kisugárzó érintők (1. ábra) M, M_1 , illetve N, N_1 érintőpontjai a gyújtópontokkal és az A ponttal egy c körön lévén, az NM, N_1M_1 szög szárai az M pont érintőjéhez, és az



1. ábra.

2. ábra.

NM, N_1M_1 szög szárai az M_1 pont érintőjéhez egyenlő szögek alatt hajlanak. Ezért van egy oly x kúpszelet, amely a k_m kúpszeletet az M, M_1 pontokban érinti és amelynek gyújtópontjai N, N_1 .

Hogy ennek főtengelyét meghatározzuk, legyen az F' gyújtópontból az AM, AN érintőkre bocsátott merőlegesek talppontja F_m, F_n ; az N pontból az AM érintőre bocsátott merőlegesnek talppontja N_m , végre az NN_1 felezőpontja O_n .

Az AOF_nF_m és az AO_nN_m pontok egy-egy körön vannak, ezért az F_nOF_m, NO_nN_m háromszögek hasonlóak (F_nOF_m, NO_nN_m szögek egyenlők az NAN_m szöggel, F_mF_nO, N_mNO_n szögek egyenlők az N_mAO kiegészítő szögével), tehát $OF_m : OF_n = O_nN_m : O_nN$.

Mintthogy az OF_m, OF_n és O_nN_m a k_m, k_n és x kúpszelet félfőtengelyének hosszával egyenlő: a x kúpszelet főtengelyének csúcsai egy k_n -nel affin φ kúpszeleten vannak, amelynek főtén-

gelye egybeesik a k_m főtengelyével, melléktengelye pedig egybeesik a k_n melléktengelyével, és x félfőtengelyének ($O_n N_m$) viszonya az excentricitáshoz ($O_n N$) független az A ponttól.

Az A pont változtatásával a k_m, k_n kúpszeletek melléktengelyén ∞^1 ily x kúpszeletet nyerünk, amelyek a k_m -et a melléktengelyre merőleges hurok végpontjaiban érintik és gyújtópontjaik a k_n kúpszelet melléktengelyére merőleges huroknak végpontjai; ezek hasonlóak és hasonló fekvésűek és főtengelyeik csúcsainak geometriai helye egy a k_n -nel annak melléktengelyére, mint affinitási tengelyre ort.-affin φ kúpszelet, amelynek főtengelye a k_m -nek főtengelyében, a melléktengelye a k_n -nek melléktengelyében van. —

Végezzük ezután a vizsgálatot oly A ponttal kezdve, amelyet a k_m, k_n kúpszeletek főtengelyén veszünk fel. Ha a k_m, k_n kúpszeleteknek (2. ábra) A -ból kisugárzó érintői azokat az M, M_1 , illetőleg N, N_1 pontokban érintik, akkor ismét az $NM N_1$ szög szárai az MA érintőkhöz, és az $NM_1 N_1$ szög szárai az $M_1 A$ érintőhöz egyenlő szögek alatt hajlanak; tehát van egy a k_m kúpszeletet az M, M_1 pontokban érintő x kúpszelet, amelynek gyújtópontjai N, N_1 .

Ha az F és F' gyújtópontokból az AM, AN érintőkre bocsátott merőlegesek talppontjai F_m, F_n , illetőleg F'_m, F'_n , az N pontból az AM -re bocsátott merőleges talppontja az N_m , akkor ugyanazon okoknál fogva, mint előbb az $FF_m F_n, F'F'_m F'_n$ és $O_n N_m N$ háromszögek hasonlóak, tehát

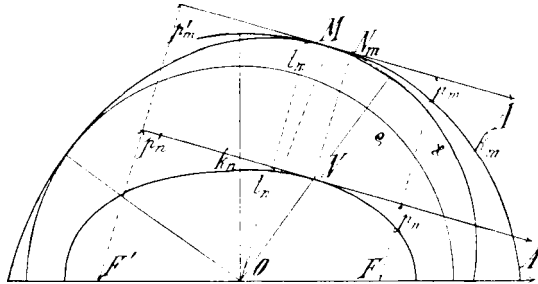
$$FF_m : FF_n = O_n N_m : O_n N \quad \text{és} \quad F'F'_m : F'F'_n = O_n N_m : O_n N.$$

E két arány szorzatából következik, mert $FF_m \cdot F'F'_m = m_1^2$ és $FF_n \cdot F'F'_n = n_1^2$, hogy $O_n N_m : O_n N = m_1 : n_1$, ami azt fejezi ki, hogy a x kúpszelet félfőtengelyének viszonya az excentricitáshoz független (mint előbb) az A ponttól és egyenlő a k_m, k_n kúpszeletek melléktengelyeinek viszonyával.

Végtelen sok (∞^1) ily hasonló és hasonló fekvésű x kúpszelet van, amely a k_m kúpszeletet a főtengelyre merőleges hurok végpontjaiban érinti és gyújtópontjai a k_n kúpszelet főtengelyére merőleges huroknak végpontjai. Ez utóbbi hurokon fekvő tengelyek csúcsainak geometriai helye egy a k_n -nel annak főtengelyében van.

gelyére, mint affinitási tengelyre ort.-affin φ kúpszelet, amely a k_m -et melléktengelyének csúcsában, a k_n -et a főtengelyének csúcsaiban érinti. —

Legyen végre az A a végtelen távol fekvő egyenesnek egy pontja. A k_m, k_n kúpszeleteknek az ily A pontból kisugárzó érintői (3. ábra) kúpszeleteket az MM_1, NN_1 átmérők végpontjaiban érintik, amelyek az F, F' gyújtópontokkal egy egyenoldalú hiperbolán vannak. Minthogy pedig ennek NF, N_1F' diametrálisan átellenes húrjai az M és az M_1 pontból (mint minden pontjából) egyenlő szögekkel projiciálhatók, azért az NM, N_1 és az



3. ábra.

NM_1, N_1 szögek szárjai az M és M_1 pontok érintőihez megfelelőleg egyenlő szög alatt hajlanak. Itt is van tehát egy a k_m -et az M, M_1 pontokban érintő x kúpszelet, amelynek gyújtópontjai N, N_1 és félfőtengelyének hossza az N pontból az M pont érintőjére bocsátott merőleges N_m talppontjának távolsága az O középponttól, azaz ON_m .

Ha az O középpont és az F, F' gyújtópontok távolságát az M pont érintőjétől t_m, p_m és p'_m -mel, az N pont érintőjétől pedig t_n, p_n és p'_n -nel jelöljük, akkor, mert az érintők párhuzamosak: $p_m - p_n = p'_m - p'_n$; a miből következik, hogy $(p_m + p'_m)^2 - (p_n + p'_n)^2 = 4p_m p'_m - 4p_n p'_n$, vagyis, hogy $t_m^2 - t_n^2 = m_1^2 - n_1^2$.

Minthogy, mint közvetlen látható, $t_m^2 - t_n^2$ egyenlő $\overline{ON_m^2} - \overline{ON^2}$, ez pedig a x kúpszelet félmelléktengelyének négyzete, tehát mondhatjuk: a x kúpszelet félmelléktengelyének négyzete egyenlő a k_m és k_n kúpszeletek félmelléktengelye négyzeteinek különbségével.

E szerint azok a (∞^1) x kúpszeletek, amelyek a k_m kúpszeletet az átmérők végpontjaiban érintik és gyújtópontjuk a k_n kúpszelet oly átmérőinek végpontjai, amelyeknek érintői az előbbi végpontok érintőivel paralelek: ezek melléktengelyeik végpontjaiban a k_m , k_n -nel koncentrikus ρ kört érintenek; ρ kör sugarának négyzete egyenlő a k_m , k_n kúpszeletek félmellék-, vagy (ami ugyanaz) félfőtengelye négyzetének különbségével.

A talált eredményt pedig ekkép fejezzük ki:

Végtelen sok (∞^1) oly x kúpszelet van, amely két konfokális középponti kúpszelet k_m , k_n közül az elsőt ezek bármelyik tengelyére merőleges húrjai végpontjaiban érinti és gyújtópontjai a másik kúpszeletnek ugyanarra a tengelyre merőleges oly húrjainak végpontjai, hogy az összetartozó hurok végpontjainak érintői az illető tengely egy-egy pontján mennek keresztül. E x kúpszeletek a két tengelyt tekintve külön-külön hasonlóak és hasonló fekvésűek, tehát külön-külön két végtelen távol fekvő valós vagy konj.-képzetes pontban metszik egymást.

Van ezeken kívül még ∞^1 kúpszelet x , amely az első kúpszeletet átmérőinek végpontjaiban érinti és gyújtópontjai a másik kúpszelet oly átmérőinek végpontjai, hogy az összetartozó átmérők végpontjainak érintői paralelek. E x kúpszeletek melléktengelyük csúcaiban egy kört érintenek, amely kör átmérőjének négyzete a két konfokális kúpszelet fő- vagy melléktengelyei négyzetének különbsége.

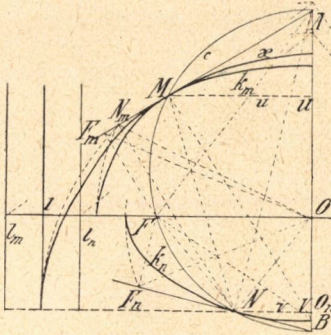
A bizonyításból még a következő tételt is kiolvashatjuk:

Két konfokális kúpszelet két parallel érintője a középponttól oly távolságokra van, amelyek négyzetének különbsége állandó.

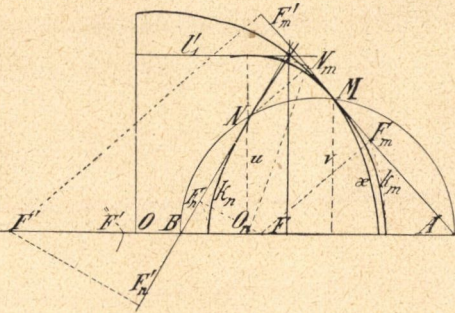
Az előbbi tétel alapján részben megoldottuk a bevezetés végén kitűzött feladatot, és nemcsak megszerkeszthetjük a feladat követelményeinek megfelelő x kúpszeleteket, hanem azok elhelyezéséről is tájékozva vagyunk. De csak részben! mert vannak ezen kívül is végtelen nagy számban a feladat követelményeit kielégítő kúpszeletek, amelyeket a következőkben ismertetünk.

2. A k_m , k_n konfokális kúpszelet egyik tengelyén levő A pontnak polárisa u a k_m kúpszeletre vonatkozólag azt az M ,

M_1 pontokban metszi (4. és 5. ábra). E pontok és az A egy c körön vannak, amely vagy átmegy az FF' gyújtópontokon vagy azokat harmonikusan választja el. Ennek a c körnek az AO tengellyel még egy B közös pontja van, amelynek a k_n kúpszeletre vonatkozó polárisa v a k_n -et a c körön levő NN_1 pont-



4. ábra.



5. ábra.

párban metszi. Az A pont a k_n kúpszelet N, N_1 pontjai normálisainak metszése, és a B pont a k_m kúpszelet M, M_1 pontjai normálisainak a metszése.

Az A pont változtatásával az illető tengelyen az A, B pontok projektív sorokat írnak le, amelyekkel az u és v polárisok is projektív sugársorokat képeznek. De ezek a sugársorok még involúciósak is, mert ha az A a tengely végtelen távol fekvő pontja, akkor az u a másik tengely, a B a középpont és a v a végtelen távol fekvő egyenes; és ha az A a középpontban van, akkor az u a végtelen távol fekvő egyenes, a B az illető tengely végtelen távol fekvő pontja és a v a másik tengely.

Az u, v társsugaraktól képezett involúciós sornak kettősugarai a k_m, k_n kúpszeletnek e sugarakra merőleges közös húrjai, amelyeket az u, v társsugarak harmonikusan választanak el. Ez involúciós sornak hatványát a k_m, k_n kúpszeletnek a sugarakra merőleges tengelyeinek $2\mu, 2\nu$ hosszával kifejezhetjük, ha az u, v sugarak metszését azzal a tengellyel U, V -val jelöljük. Ugyanis $OA \cdot OB = \pm d^2$, $OA \cdot OU = \pm \mu^2$, $OB \cdot OV = \pm \nu^2$, tehát $OU \cdot OV = \pm \mu^2 \nu^2 / d^2$.

Itt az első szorzat pozitív vagy negatív a szerint, mint az A, B pontok a kúpszeletek fő- vagy melléktengelyén vannak; a második és harmadik szorzat negatív, ha az A, B pontok a melléktengelyen vannak és az illető kúpszelet hiperbola, különben mindig pozitív, tehát a negyedik szorzat, azaz az involúciós sor hatványa negatív, ha az A, B pontok a melléktengelyen vannak és a kúpszeletek egyenműek, máskülönben mindig pozitív.

A k_m, k_n konfokális kúpszeleteknek tehát a főtengelyre merőleges közös húrjai mindig valóságosak, a melléktengelyre merőlegesek csak akkor valóságosak, ha a két kúpszelet különemű (az egyik ellipszis a másik hiperbola). Az F', F'' gyújtópontok mindegyikében az A, B pontok egyesülnek, tehát e gyújtópontokhoz tartozó l_m, l_n , illetőleg l'_m, l'_n vezérlővonalak (amelyek szintén u, v sugarak) a kúpszeleteknek mindig valóságos l, l' közös húrjait harmonikusan választják el.

Az A, B pontok k_m és k_n -re vonatkozó $u=MM_1$ és $v=NN_1$ polárisainak helyzete olyan, hogy van egy x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti és gyújtópontpárja az NN_1 ; mert mint előbb láttuk: az NMN_1, NM_1N_1 szögek szárjai megfelelőleg egyenlő szögek alatt hajlanak az AM, AM_1 érintőkhöz. Kimutathatjuk, hogy e x kúpszelet a NN_1 tengelyén levő csúcsaiban a k_m, k_n kúpszeleteknek l, l' közös húrjait érinti.

Legyen e végből, mint az előbbi pontban, az F' gyújtópontból az AM, BN érintőkre bocsátott merőlegesek talppontja F_m, F_n (4. ábra); az N pontból az AM érintőre bocsátott merőleges talppontja N_m és az NN_1 felezőpontja O_n .

Az OF_mF, OF_nF' és O_nN_mN háromszögek hasonlóak a BMF, ANF, BMN háromszögekhez, tehát

$$\begin{aligned} OF'_m : OF' &= BM : BF \\ OF'_n : OF' &= AN : AF \\ O_nN : O_nN_m &= BN : BM; \end{aligned}$$

és ha ez arányokat összeszorozzuk és tekintetbe vesszük, hogy $AF.BF=AB.OF, AN.BM=AB.O_nN_m$, akkor lesz $OF'_m.OF'_n=OF.O_nN_m$, vagy egyszerűbben felírva $O_nN_m=mm'/d$.

Mintthogy O_nN_m a x kúpszelet félfőtengelyének hosszát

jelentí és a k_m, k_n kúpszeletek l_m, l'_m , valamint l_n, l'_n vezérvonalainak távolsága azok melléktengelyétől m^2/d és n^2/d : a x kúpszelet főtengelyének csúcsai harmonikusan választják el az l_m, l_n és l'_m, l'_n vezérlővonalakat és azokban érintik a k_m, k_n kúpszeleteknek a főtengelyre merőleges l, l' közös húrjait. --

Ezzel analog vonatkozást mutathatunk ki ama másik rendszer x kúpszeleteiről, amelyek a k_m kúpszeletet a főtengelyre merőleges hurok végpontjaiban érintik és gyújtópontpárjai, a k_n kúpszeletnek szintén a főtengelyre merőleges húrjainak végpontjai (5. ábra).

Válassza el az AB pontpár a k_m, k_n kúpszeleteknek F, F' gyújtópontjait harmonikusan és érintse az A pontból a k_m -hez vont egyik érintő ezt az M pontban a B pontból a k_m -hez vont egyik érintő ezt az N pontban; legyen továbbá az F és F' pontból az AM -re, illetőleg a BN -re bocsátott merőlegesek talppontja F_m és F'_m , illetőleg F_n és F'_n , végre az N pontból az FF' és az AM egyenesekre bocsátott merőlegesek talppontja O_n és N_m .

Az $ABFF'$ harmonikus négyes pontjaitól, és az FF' -nek O felezőpontjától határolt vonaldarabok között lévő

$$AF \cdot AF' \cdot BF \cdot BF' + \overline{OF}^2 \cdot \overline{AB}^2 = 0$$

relációt megszorozzuk $\sin^2 A \cdot \sin^2 B$ -vel (hol $A \sphericalangle = MAB$, $B \sphericalangle = NBA$) és tekintetbe vesszük, hogy

$$\begin{aligned} AF \cdot AF' \cdot \sin^2 A &= FF_m \cdot F'_m = m_1^2; \\ FF' \cdot BF \cdot \sin^2 B &= FF_n \cdot F'_n = n_1^2; \end{aligned}$$

(mely utóbbi kifejezések közül az egyik negatív), és az előbb levezetett

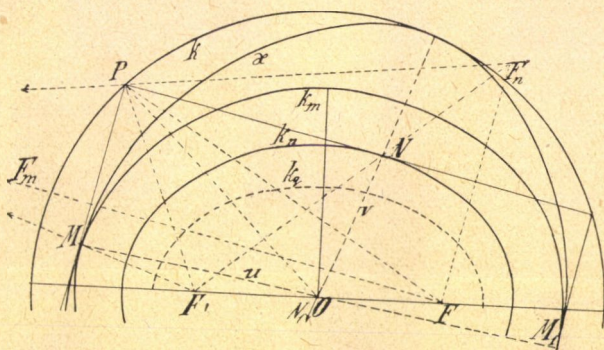
$$\overline{AB}^2 \sin^2 B \cdot \overline{AB}^2 \cdot \sin^2 A = \overline{AN}^2 \cdot \overline{BM}^2 = \overline{O_n N_m}^2 \cdot \overline{AB}^2$$

kifejezést, azt találjuk, hogy $-m_1^2 n_1^2 + d^2 \cdot \overline{O_n N_m}^2 = 0$, azaz $\overline{O_n N_m} = \pm m_1 n_1 / d$.

E szerint a x kúpszelet ama tengelyének hossza, amely az $O_n N$ egyenesen van, egyenlő a k_m, k_n kúpszeletek főtengelyével parallel l_1, l'_1 közös hurok távolságával és így az a ∞^1 kúpszelet x , amely a k_m, k_n kúpszeletek közül az egyiket a főtén-

gelyre merőleges húrok végpontjaiban érinti és gyújtópontpárjai a másik kúpszeletnek ama húrjain vannak, amelyek az előbbi hurokat az l_1, l'_1 közös húroktól harmonikusan elválasztják: e közös hurokat érintik. —

E x kúpszeletnek van még egy rendszere, amely a k_m, k_n konfokális kúpszeletnek egyikét átmérőinek végpontjaiban érinti és gyújtópontjai a másik kúpszelet átmérőinek végpontjai. Ugyanis (6. ábra), ha egy derékszögű négyszög egyik szembenfekvő oldalpárja a k_m kúpszeletet az MM_1 pontpárban, a másik szembenfekvő oldalpárja a k_n kúpszeletet az NN_1 pontpárban érinti, akkor ugyanazon oknál fogva, mint előbb láttuk: van



6. ábra.

egy x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti, és gyújtópontjai N, N_1 . E x kúpszelet főtengelyének hossza a derékszögű négyszög köré írt k kör átmérője; e x kúpszelet tehát a k kört kettősen érinti az NN_1 főtengelyén levő pontjaiban.

Ha az M és N pont érintőinek metszése a P pont, az F gyújtópontnak az MP, NP kúpszeletérintőkre vonatkozó tükörképe F_m, F_n , az N tükörképe az MP érintőre vonatkozólag N_m , akkor az $F_m F' F_n, F P F'$ háromszögekből következik

$$\begin{aligned} \overline{F'F_m}^2 + \overline{F'F_n}^2 &= 2 \cdot \overline{PF'}^2 + 2 \cdot \overline{PF_m}^2 = \\ &= 2 \cdot \overline{PF'}^2 + 2 \cdot \overline{PF}^2 = 4 \cdot \overline{OP}^2 + 4 \cdot \overline{OF}^2, \end{aligned}$$

tehát: $\overline{OP}^2 = r^2 = m^2 + n^2 - d^2$, amely kifejezés a x kúpszelet fél-főtengelyének négyzete.

Erről a k körről, amely a x kúpszeletet főtengelyének végpontjaiban érinti és melynek sugara r , kimutatjuk, hogy a k_m , k_n kúpszeletekkel egy sorban van.

Ugyanis, ha a k_m kúpszelet tetszésszerűen T pontjának érintője a k kört a PP_1 pontpárban a k_n kúpszeletet a QQ_1 pontpárban metszi és a PP_1TT' pontnégyes harmonikus, akkor a T' pontnak a k_n kúpszeletre vonatkozó polárisa a T ponton megy át és ezért a QQ_1TT' pontnégyes is harmonikus, tehát a PP_1 , QQ_1 , TT pontpárok involúciót képeznek, ami állításunkat igazolja.

Ezek után felírhatjuk e tételt:

Ha az AB pontpár a k_m , k_n konfokális kúpszeletek (valós vagy konjugált-képzetes) gyújtópontjait, vagy síkjuk abszolút pontjait harmonikusan választja el, és az A pont polárisa a k_m -re vonatkozólag azt az MM_1 pontpárban, a B pont polárisa a k_n -re vonatkozólag azt az NN_1 pontpárban metszi, akkor van egy oly x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti, és amelynek az NN_1 gyújtópontpárja.

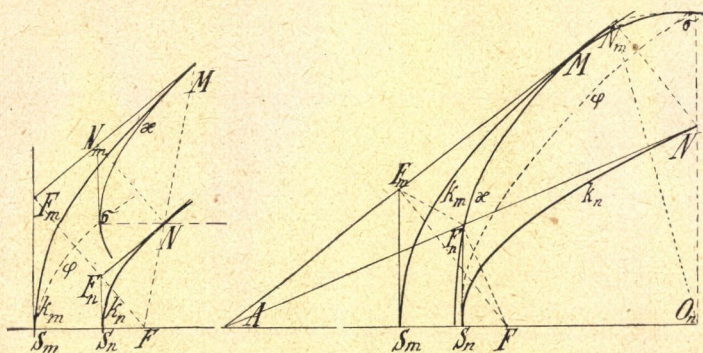
Ez a x kúpszelet, ha az AB pontpár a k_m , k_n -nek egyik tengelyén van, ezeknek e tengelyre merőleges közös húrjait érinti; ha pedig az AB pontpár végtelen távol van, akkor a x a k_m , k_n kúpszeletekkel egy sorban levő kört érinti az NN_1 egyenesen levő tengelyének két végpontjában. E x kúpszeletek száma minden esetben ∞^1 .

Ezzel és az 1. pont végén levő tétellel a kitűzött feladatot megoldottuk két véges középpontú konfokális kúpszeletre és átterhetünk két konfokális parabolához.

3. A középponttal bíró konfokális kúpszeletsereggel kapcsolatos két körsor és egy egyenoldalú hiperbolasor, ha a konfokális kúpszeletek parabolák, átalakul: egy koncentrikus körsorrá, amelynek középpontja a sereg gyújtópontja, és e gyújtópontból kisugárzó sugársorrá, amely egy körsort és az egyenoldalú hiperbolasort egyesít magában. Ebből következik, hogy ama x kúpszeletek rendszeréből, amelyek két konfokális parabola k_m , k_n közül az egyiket kettősen érintik és gyújtópontjuk a másikon van, kétszer egyesül két rendszer, tehát csak négy rendszer marad meg.

Jelöljük a két konfokális parabolának k_m, k_n -nek gyújtópontját F -fel, vezérlővonalait l_m, l_n -nel, csúcsait S_m, S_n -nel és paramétereit p_m, p_n -nel; tehát $S_m F = p_m/4, S_n F = p_n/4$.

Érintse a k_m és k_n parabolát két parallel érintő az M és N pontban (7. ábra) és messe az MN egyenesen levő F gyújtópontból azokra bocsátott merőleges az elsőt az F_m , a másodikat az F_n pontban, végre legyen az N pontból az M érintőjére



7. ábra.

8. ábra.

bocsátott merőleges talppontja N_m és e pontból a tengelyre bocsátott merőlegesnek metszése az N pontból a tengellyel parallel vezetett egyenessel σ .

Az $N\sigma$ vonaldarab egyenlő lévén az $S_m S_n$ -nel, (mert $F_m F_n \# N_m N$) van egy parabola x , amely a k_m -et az M pontban érinti, gyújtópontja az N , csúcsa a σ , tehát paramétere a k_m és k_n parabolák paramétereinek összege vagy különbsége, a szerint, amint a parabolák gyújtópontja a csúcsoktól határolt vonaldarabon vagy azon kívül van.

Azok a x parabolák, amelyek két konfokális parabola közül az egyiket annak pontjaiban érintik és gyújtópontjaik a másik parabolán az érintőpontok érintőivel parallel érintőknek érintőpontjai és a mellett tengelyük a két konfokális parabola tengelyével parallel mind kongruensek és paraméterük a két konfokális parabola csúcsai távolának négyszeresével egyenlő. E x parabolák σ csúcsai a k_n -nel kongruens φ parabolán vannak, amelynek csúcsa S_m , tengelye $S_m S_n$ egyenes.

Érintse ezután a két konfokális parabola tengelyének A pontjából kisugárzó érintőpár a k_m és k_n parabolát az MM_1 és NN_1 pontpárban (8. ábra), és legyen az F gyújtópontból az AM , AN érintőkre bocsátott merőlegeseknek talppontja F_m , F_n ; az N pontból az AM érintőre és a parabolák tengelyére bocsátott merőlegesek talppontja N_m és O_n . Minthogy $\overline{FF_m^2} = AF \cdot S_m F$ és $\overline{FF_n^2} = AF \cdot S_n F$, és az $FF_m F_n$, $O_n N_m N$ háromszögek az előbbieken kifejtett okoknál fogva hasonlóak, áll:

$$\overline{O_n N_m^2} : \overline{O_n N^2} = \overline{FF_m^2} : \overline{FF_n^2} = p_m : p_n.$$

E szerint van egy x kúpszelet, amely a k_m parabolát az MM_1 pontpárban érinti, gyújtópontpárja az NN_1 és az NN_1 egyenesen levő féltengelye négyzetének viszonya az excentricitás négyzetéhez a k_m , k_n parabolák paramétere viszonyával egyenlő. E kúpszeletnek az NN_1 tengelyen levő csúcsai tehát egy oly φ parabolán vannak, amely a k_m parabolának $S_m S_n$ vonaldarabbal az $S_m S_n$ irányban való eltolásából származik.

Az A pont változtatásával a parabolák tengelyén ∞^1 ily x kúpszeletet nyerünk, amelyek a k_m parabolát a tengelyre merőleges húrok végpontjaiban érintik és gyújtópontjaik a k_n parabolának szintén a tengelyre merőleges húrjainak végpontjai. Ezek a x kúpszeletek hasonlóak és hasonló fekvésűek és a gyújtóponti tengelyen levő csúcsoknak geometriai helye a k_m -mel közös tengelyű kongruens parabola φ , amelynek csúcsa a k_n csúcsában van. —

Hogy a harmadik esethez térjünk, messe egy az F gyújtópontból, mint középpontból leírt kör a parabolák tengelyeit az A , B pontokban (9. ábra) és érintsék az A pontból a k_m parabolához és a B pontból a k_n parabolához vont érintőpárok azokat az MM_1 , illetőleg az NN_1 pontpárokat és legyen az MM_1 és NN_1 húr felezőpontja O_m , O_n és az N pontból az AM érintőre bocsátott merőleges talppontja N_m .

Minthogy az $ABMM_1NN_1$ pontok egy körnek pontjai, van egy oly x kúpszelet, amely a k_m parabolát az MM_1 pontpárban érinti, gyújtópontpárja az NN_1 , végre az NN_1 egyenesen levő tengelyének félhossza $O_n N_m$.

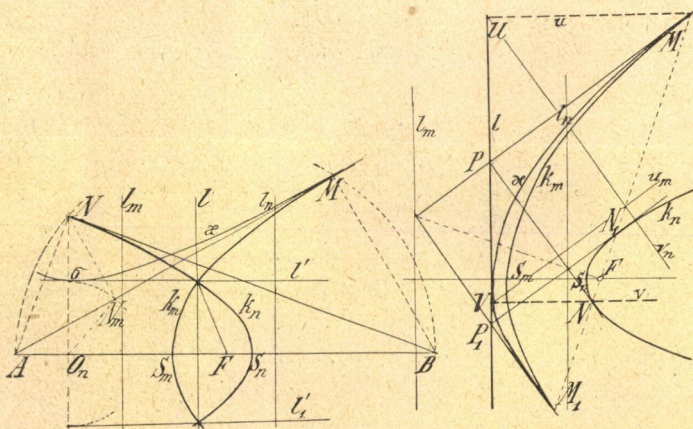
Ha még tekintetbe vesszük a már előbb is használt $O_n N_m \cdot AB = AN \cdot BM$ vonatkozást, akkor ebből következik

$$\overline{O_n N_m}^2 = \frac{\overline{AN}^2}{AB} \cdot \frac{\overline{BM}^2}{AB} = AO_n \cdot BO_m = \frac{p_n}{2} \cdot \frac{p_m}{2}.$$

De, mint könnyen igazolható, a k_m, k_n parabolák metszéspontjainak a tengelytől mért távolsága négyzetre emelve szintén $p_n p_m / 4$, tehát a x kúpszelet érinti a paraboláknak a tengelyhez parallel közös húrjait, és ilyen tulajdonságúak az összes ilyen módon szerkesztett x kúpszeletek.

Ami pedig az MM_1 és NN_1 érintőhúrokat illeti: azoknak távolságát és a parabolák l_m, l_n vezérvonalainak távolságát a két parabola tengelyére merőleges közös l húr felezi.

Áttérve a negyedik és egyszersmind utolsó eset tárgyalásához (10. ábra), messe a két konfokális parabolát egy az F gyújtó-



9. ábra.

10. ábra.

ponton átmenő húr az MM_1 , illetőleg az NN_1 pontokban. E pontok érintői egy derékszögű négyszöget képeznek, amelynek két szembenfekvő csúcsa a parabolák l_m, l_n vezérvonalán van és azok összekötő egyenese az F gyújtópontban merőleges az MM_1 érintőhúrra és a vezérlővonalakat harmonikusan választja el az érintőktől, amiért is a másik két szembenfekvő P, P_1 csúcsnak

összekötő egyenese l parallel a vezérlővonalakkal, és geometriai helye ama derékszögek MPN , $M_1P_1N_1$ csúcsainak, amelyeknek szárai a k_m és k_n parabolák érintői.

Az $l \equiv PP_1$ még akkor is közös húrja a két parabolának, ha azok nem metszik egymást valós pontokban, mert az MPN derékszög szárainak M , N érintőpontjain átmenő u , v parabola-átmérők az l -et oly U , V pontokban metszik, amelyek mindkét parabolára konjugált pólusok, tekintve hogy P , az UV vonal-darab felezőpontja.

Az U , V konjugált pólusok a tengelytől mért távolságának szorzata pedig $p_m p_n$ 4; mert az l , és a V pontnak a k_n parabolára vonatkozó polárisa v_n a tengelyről $p_m/2$ vonal-darabot metsz le, továbbá az l , és az U pontnak a k_m parabolára vonatkozó polárisa u_m a tengelyről $p_n/2$ vonal-darabot metsz le, amiből állításunk helyes voltára könnyen következtetni lehet.

Az MPN derékszög szárainak érintőpontjain M , N -en, átmenő u , v parabolaátmérők tehát harmonikusan választják el a paraboláknak a tengellyel parallel közös húrjait (mint a központi kúpszeletek esetében).

Vége az a x parabola, amely a k_m parabolát az M pontban érinti és gyújtópontja az N , tengelye a v egyenes, valamint az a parabola, amely a k_n -et az N pontban érinti és gyújtópontja az M , tengelye az u egyenes: az a k_m , k_n parabolák l közös húrját a V , illetőleg U pontban érinti.

A kitűzött feladat megoldása ezek után két konfokális parabolára az alábbi tételben fejezhető ki.

Azok a x kúpszeletek, amelyek a k_m parabolát kettősen érintik és amelyeknek gyújtópontjaik egy a k_m -mel konfokális k_n parabolán vannak: parabolák és középponti kúpszeletek lehetnek. Ezek mindenike két rendszerbe foglalható.

A parabolák tengelyei a két felvett konfokális parabola tengelyével párhuzamosak, tehát az egyiket egy pontban érintik és gyújtópontjuk a másikon van.

Az egyik rendszer parabolái kongruensek, paraméterei egyenlők a k_m , k_n parabolák csúcsai távolságának négyszerezésével és az összetartozó érintőpontnak és gyújtópontnak az érintői a k_m , k_n parabolán egymással paralelek.

A másik rendszer parabolái a k_m, k_n parabolák tengelyére merőleges közös húrt csúcsaikban érintik és a k_m, k_n parabolákon az összetartozó érintőpontok és gyújtópontok érintői egymásra merőlegesek.

A középponti kúpszeletek egyik rendszere mind hasonló és hasonló fekvésű; az összetartozó érintőhúrok az egyik parabolával, és a másik parabolán levő gyújtópontokat tartalmazó tengelyek olyanok, hogy azoknak a parabolák tengelyén közös pólusuk van, végre a gyújtóponti tengelyen levő csúcsok geom. helye az érintőpontokat tartalmazó parabolával kongruens.

A középponti kúpszeletek másik rendszere érinti a két parabola tengelyével parallel közös húrjait és az összetartozó érintőhúrjai az egyik parabolával és a másik parabolán levő gyújtópontokat tartalmazó tengelyei a két parabola tengelyére merőleges közös húrjától egyenlő távolságra vannak.

4. Egyesítsük a két konfokális kúpszeletet k_m, k_n -et. A bevezetésben kitűzött feladat akkor ez lesz: meghatározandók azoknak a kúpszeleteknek rendszere, amelyek egy k_m kúpszeletet kettősen érintenek és a két valós vagy a két konjug.-képzetes gyújtópontjuk is a k_m kúpszeleten van.

A kérdés az előbbi tételekkel már meg van oldva, csak átalakítani kell. Így: az 1. pont tétele alapján származó x kúpszeletek a k_m egyes tengelyére merőleges húrokká és átmérőkké korcsosulnak át, tehát nem vehetők tekintetbe. A 2. pont tétele pedig így módosul át:

Az a ∞^1 x kúpszelet, amely egy adott k_m kúpszeletet kettősen érint és két valós vagy konjugált-képzetes gyújtópontja is a k_m kúpszeleten van három rendszerbe foglalható:

az első rendszer minden kúpszelete x a k_m -et a főtengellyel parallel húrnak végpontjaiban érinti és gyújtópontjai is ezzel parallel húrnak végpontjai és az összetartozó húrok végpontjai a k_m gyújtópontjaival egy körön vannak; ezek a kúpszeletek érintik a k_m kúpszelet két vezérlővonalát;

a második rendszer minden kúpszelete x a k_m -et annak a főtengelyére merőleges húrnak végpontjaiban érinti és két gyújtópontja is annak a főtengelyre merőleges húrnak két vég-

pontja, amelyben az előbbi köröket derékszög alatt metsző bármely kör a k_m kúpszeletet metszi, vagy ami ugyanazt mondja: amelyben két a k_m kúpszelet vezérlővonalaitól harmonikusan elválasztott egyenes a k_m -et metszi; ezek a x kúpszeletek szintén érintik a k_m -nek konjugált-képzetes vezérlővonalait, azaz a hiperbolák és a képzetes kúpszeletek (és csak ezek fordulhatnak elő) melléktengelyein levő konjugált-képzetes csúcspárok e konjugált-képzetes vezérlővonalakon vannak;

végre a harmadik rendszer minden kúpszelete x a k_m -et ama átmérőinek végpontjaiban érinti és két gyújtópontja is ama átmérőjének két végpontja, amelyben a k_m köré írt derékszögű négyszög szembefekvő oldalai azt érintik; ezek a x kúpszeletek kettősen érintik a derékszögű négyszög köré írható kört, azaz a k_m kúpszelet de la Hire-körét.

Ennek különös eseteiből fölemlítjük:

«Ha egy ellipszis melléktengelyének egyik csúcsából, mint középpontból, kört írunk le, amely az ellipszis két vezérlővonalát érinti, akkor az az ellipszist is érinti kettősen, és az érintőhúr ama csúcs görbületi középpontjának a kúpszeletre vonatkozó polárisa.»

«Egy k kúpszelet valamely csúcsa görbületi középpontjának polárisa v , tengelye egy a k -t ama csúcsban négyszeresen érintő kúpszeletnek; e v tengely a k -nak vezérlővonalait a x csúcsaiban, a k kúpszeletet pedig a x gyújtópontjaiban metszi.»

A két konfokális parabolára vonatkozó (3. pont alatti) tétel, ha a két parabola egyesül, szintén egyszerűsül és másképp fogalmazva, így fejezhető ki:

A k_m parabola fokális húrjainak bármelyik végpontja egy oly x parabola gyújtópontjának tekinthető, amely a k_m parabolát a másik végpontban érinti és amelynek csúcserintője a k_m parabola vezérlővonala.

A k_m parabola vezérlővonalától egyenlő távolságra levő két húr közül az egyik a parabolát valós, a másik konjugált-képzetes pontpárban metszi. A k_m parabolát e pontpárok bármelyikében érintő x kúpszeletnek a másik pontpár képezi egy gyújtópontpárját, amellyel az meg is van határozva. A k_m -et valós pontpárban érintő kúpszelet hyperbola, a konjugált-képzetes



pontpárban érintő kúpszelet képzetes, de mindekkettőnek a gyújtópontokat tartalmazó tengelye a k_m parabola paraméterével egyenlő.

5. Két konfokális kúpszeletnek az előbbieken talált tulajdonságait kimutatjuk két általános helyzetű kúpszeletre vonatkozólag.

Legyenek e végből XX_1, YY_1, ZZ_1 egy négyoldalnak szemben fekvő csúcsai; $X_0 \equiv (YY_1, ZZ_1), Y_0 \equiv (ZZ_1, XX_1), Z_0 \equiv (XX_1, YY_1)$ a négyoldal átlósháromszögének csúcsai; végre k_m, k_n két a négyoldalba írt kúpszelet és (k_m, k_n) jelölje a négyoldalba írható kúpszeletek seregét.

A négyoldal minden szemben fekvő csúcspárja konjugált póluspár arra a kúpszeletsorra, amelynek négy alappontja a négyoldal másik két szemben fekvő csúcspárja; ezért e kúpszeletsor kúpszeletei az első szemben fekvő csúcspárt harmonikusan választják el.

Ha tehát egy ily sornak egy c kúpszelete, például annak, amelynek alappontjai az YY_1ZZ_1 pontok, az XX_1 átlót az AB pontokban metszi, akkor az alappontoknak és így a c kúpszelet összes pontjainak összekötő egyenesei az A, B pontokkal, konjugált polárisai a (k_m, k_n) sereg minden kúpszeletére nézve. Ezért a c kúpszelet geometriai helye az A pontból a sereg kúpszeleteihez vonható érintők érintőpontjainak. Szóba foglалva:

«A kúpszeletsereg közös polárisháromszögének egyik oldalán levő A pontból a kúpszeletekhez vont érintők érintőpontjainak geometriai helye egy az A ponton átmenő kúpszelet, amely három kúpszeletsort ír le, ha az A pont a sereg polárisháromszögének oldalait írja le.»

Jelöljük MM_1 - és NN_1 -gyel az előbbi négyoldal XX_1 átlójának egy A pontjából a négyoldalba írt k_m és k_n kúpszelethez vont érintők érintőpontjait.

A k_m -et az MM_1 pontpárban érintő x kúpszeletek között van egy olyan, amely az N, N_1 pontoknak összekötő egyeneseit a négyoldal egy szemben fekvő csúcspárjával érinti.

Ugyanis, ha az $ABXX_1$ egy harmonikus pontnégyes, akkor az AN egyenes pólusa valamennyi x kúpszeletre nézve az NB és MM_1 egyenesek metszéspontja, és ezért az AN, BN egyenesek konjugált polárisai az összes x kúpszeleteknek.

Mint hogy az AB pontpár az $MM_1NN_1YY_1ZZ_1$ pontokon átmenő c kúpszeleten az YY_1 és ZZ_1 pontpárt, és az XX_1 egyenesen az XX_1 pontpárt harmonikusan választja el: az $NY, NY_1; NZ, NZ_1; NX, NX_1$ egyenespárok érintői egy-egy x kúpszeletnek. Ha azután tekintetbe vesszük azt, hogy az $ABXX_1$ egyenes az X_0 pontnak polárisa az összes x kúpszeletekre vonatkozólag, akkor következik, hogy az $N_1Y, N_1Y_1; N_1Z, N_1Z_1; N_1X, N_1X_1$ egyenespárok, amelyek amazokat az X_0 ponttól és az AB egyenestől harmonikusan választják el, a három x kúpszeletet szintén érintik.

Ha az NN_1 pontpár nem az A pontból, hanem a B pontból a k_n -hez vonható érintők érintőpontja, akkor szintén van a k_m -et az MM_1 pontpárban érintő x kúpszeletek között három olyan, amely az N, N_1 pontoknak a négyoldal szemben fekvő csúcsaival való összekötő egyeneseit érinti, mert ezek az N, N_1 pontok éppúgy mint az előbbiek a c kúpszeleten az AB pontokat harmonikusan választják el.

Tehát:

Ha egy négyoldal egyik átlóján egy AB pontpárt veszünk fel, amely a négyoldal két csúcspontját harmonikusan választja el és az M, M_1 érintőpontjai az A pontból a négyoldalba írt k_m kúpszelethez vont érintőknek; az N, N_1 pedig érintőpontjai az A vagy a B pontból a négyoldalba írt k_n kúpszelethez vont érintőknek, akkor van mindig egy olyan a k_m -et az MM_1 pontpárban érintő x kúpszelet, amely még azt a négy egyenest is érinti, amely az N, N_1 pontokat a négyoldal bármely két szemben fekvő csúcsával összeköti.

6. Ha egy egyenesen levő pontinvolúciónak kettőspontjait egy elkorcsosult kúpszeletnek tekintjük, akkor az involúciónak társpontjai konjugált pólusai, és e konjugált pólusokon átmenő bármely két egyenes konjugált polárisa ennek az elkorcsosult kúpszeletnek.

Mint hogy pedig, mint ismeretes, két kúpszelet közös konjugált polárisai a két kúpszelet közös polárisháromszögének oldalait involúciós pontsorokban metszik, mondhatjuk:

«Ha a k kúpszelet valamelyik polárisháromszögének egy oldalán oly involúciós pontsört veszünk fel, amelynek a poláris-

háromszög két csúcsa is társpontja, akkor a k kúpszeletnek az involúciós sor társpontjain átmenő konjugált polárisai a poláris háromszög másik két oldalát szintén egy-egy involúciós pontsorban metszik.»

Ennek különös esete:

«Ha a k kúpszelet egy polárisháromszögének egyik oldalán egy $PP'.QQ'$... involúciós pontsort veszünk fel, amelynek ez oldalon levő két csúcsa szintén társpontja, akkor a kúpszeletnek a P, Q, \dots pontokból kisugárzó érintői és az érintőpontoknak az illető társpontokkal P', Q', \dots -sel való összekötő egyenesei a polárisháromszög másik két oldalát szintén egy-egy involúciós pontsorban metszik.»

Ennek különös esete:

«Ha a k_m, k_n kúpszeletek közös polárisháromszögének egyik oldalán az AA' a k_n kúpszeletnek egy változó konjugált póluspárja és az A pontból a k_m kúpszelethez vont egyik érintő érintőpontja az M , akkor a változó MA, MA' egyenesek a polárisháromszögnek másik két oldalát szintén involúciós pontsorokban metszik.»

Ezt a tételt használjuk fel a következőnek bizonyításához:

Ha a k_m és k_n kúpszelet köré írt $XYZX_1Y_1Z_1$ négyoldal XX_1 átlójának A pontjából a k_m és k_n kúpszelethez érintőket húzunk, amelyek azokat az MM_1 és NN_1 pontpárokból érintik, akkor az x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti és még az NY, NY_1, N_1Y, N_1Y_1 egyeneseket is érinti a négyoldal YY_1 átlójának az A -tól független két pontján megy keresztül.

Ugyanis az $A' \equiv (NN_1, XX_1)$ pont az A -nak a k_n kúpszeletre vonatkozó konjugált pólusa a négyoldal $XX_1X_0Z_0$ átlóján; az $A'X_0Z_0$ pedig polárisháromszöge a x -nak és az MA, MA' egyeneseknek metszéspontjai e polárisháromszög X_0Z_0 oldalával, valamint az X_0Z_0 csúcsok konjugált pólusai a x -nak. Ezért a x kúpszelet e két pár konjugált pólustól, mint társpontpártól, meghatározott involúciónak kettőspontjain megy keresztül, amely azonban az AA' pontpártól független (és a k_n kúpszeletnek minden más az XX_1 egyenesen fekvő konjugált póluspontjával helyettesíthető).

7. Ha a k_m és k_n kúpszelet köré írt $XYZX_1Y_1Z_1$ négyoldal

XX_1 átlójának A pontjából a k_m és k_n kúpszelethez érintőket húzunk, amelyek azokat az MM_1 , NN_1 pontpárokból érintik, akkor az a x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti és még az NX , NX_1 , N_1X , N_1X_1 egyeneseket is érinti: egy az X , X_1 pontokon átmenő és az X_0X , X_0X_1 egyeneseket érintő és a k_m és k_n -nel meghatározott k kúpszeletet is kettősen érint, ha $X_0 \equiv (YY_1, ZZ_1)$.

Ha $A' \equiv (NX_1, XX_1)$ akkor az NX , NX_1 , N_1X , N_1X_1 oldalakkal meghatározott és a x kúpszelet köré írt négyoldalnak átlóháromszöge $A'A''X_0$ polárisháromszöge e x kúpszeletnek.

Az AM , AM_1 egyenesek e polárisháromszögnek $A''X_0$ oldalát az $A'M$, $A'M_1$ egyeneseknek a x -ra vonatkozó P , P_1 pólusaiban metszik, és mert úgy a pólusok, mint a polárisok az X_0 ponttól és annak a x -ra vonatkozó $A'A''XX_1$ polárisától harmonikusan vannak elválasztva, azért van egy oly k kúpszelet, amely az X_0X , X_0X_1 egyeneseket az X , X_1 pontokban érinti és amelyre vonatkozólag a P , P_1 pontoknak polárisai az $A'M$, $A'M_1$ egyenesek.

Ez a k kúpszelet a x -át az $A''X_0$ egyenesnek két pontjában érinti és AM , $A'M$; AM_1 , $A'M_1$ közös konjugált polárisa a k_m , x és k kúpszeletnek, és a k_m , k_n kúpszeleteknek közös poláris-háromszöge $X_0Y_0Z_0$ a k -nak is polárisháromszöge.

A k_m és k kúpszeletek közös polárisháromszögének Y_0Z_0 oldalát azoknak közös konjugált polárisai involúciós pontsorban metszik, amelynek Y_0Z_0 és AA' társpontjai; de ez az involúciós pontsor az AA' társpontpártól független és az k_n kúpszeletnek bármely más konjugált póluspárjával helyettesíthető, és így a k kúpszelet is független az AA' pontpártól.

8. Ha a k_m és k_n kúpszelet köré írt $XYZX_1Y_1Z_1$ négyoldalnak XX_1 átlóján az AB pontok a csúcsokat harmonikusan választják el és az A pontból a k_m -hez húzott érintők ezt az MM_1 pontpárban, a B pontból a k_n -hez húzott érintők ezt az NN_1 pontpárban érintik, akkor ez a x kúpszelet, amely a k_m -et az MM_1 pontpárban érinti és még az NY , NY_1 , N_1Y , N_1Y_1 egyeneseket is érinti, érinteni fogja még a k_m , k_n kúpszeletnek azt a közös hárpárját, amely azok közös polárisháromszögének $Z_0 \equiv (XX_1, YY_1)$ csúcsán megy keresztül.

Az NY, NY_1, N_1Y, N_1Y_1 egyenesek képezte és a x kúpszelet köré írt négyoldalnak átlósháromszöge a $B'X_0Z_0$, tehát a x -nak a Z_0 pontból kisugárzó l, l' érintői azt a $B'X_0 \equiv v$ egyenesnek két pontjában érintik.

Mint hogy a x kúpszeletnek érintőhúrja a k_m -mel az $MM_1 \equiv u$ egyenes, az (l') egyenespárral pedig a v egyenes: a két érintőhúr (mint általánosan a kettősen érintő kúpszeletekről ismeretes) a k_m és (l') II. r. vonalaknak az $X_0 \equiv (uv)$ metszőponton átmenő közös húrjait harmonikusan választja el. De ezek a közös húrok a k_m és k_n kúpszeleteknek X_0Y_0, X_0Z_0 konjugált polárisait is harmonikusan választják el; tehát ama közös húrok két kúpszeletnek is közös húrjai, amiből pedig az következik, hogy az l, l' is (a Z_0 pontban metsző) közös húrja a k_m és k_n kúpszeletnek.

9. Ha a k_m és k_n kúpszelet köré írt $XYZX_1Y_1Z_1$ négyoldalnak XX_1 átlóján az AB pontok a csúcokat harmonikusan választják el, és az A pontból a k_m -hez húzott érintők ezt az MM_1 pontpárban, a B pontból a k_n -hez húzott érintők ezt az NN_1 pontpárban érintik, akkor az a x kúpszelet, amely a k_m -et a MM_1 pontpárban érinti és még az NX, NX_1, N_1X, N_1X_1 egyeneseket is érinti, kettősen érinti a k_m és k_n kúpszelettel egy sorban levő és a négyoldal XX_1 szemben fekvő csúcsán átmenő k kúpszeletet is.

Az NX, NX_1, N_1X, N_1X_1 egyenesek képezte és a x köré írt négyoldal átlósháromszöge $B'B''N_0$ ennek polárisháromszöge, tehát a B'' pontnak polárisa a $B'X_0NN_1 \equiv v$ egyenes.

Ugyancsak polárisa a B'' pontnak a v egyenes arra a k_m, k_n kúpszeletekkel egy sorban levő és az X_0X, X_0X_1 egyeneseket az X, X_1 pontokban érintő k kúpszeletre vonatkozólag is.

De az N pontnak polárisa a k és x kúpszeletre nézve is ugyanaz az egyenes. Mert láttuk az előbb, hogy az $MM_1 \equiv u, NN_1 \equiv v$ érintőhúrok a k_m és k_n kúpszeletnek az X_0 pontba metsző közös húrjait harmonikusan választják el. Ezért az N -hez konjugált N' pólus az egy sorban levő k_m, k_n és k kúpszeletekre vonatkozólag az NB érintőnek metszése az u egyenessel, és a v egyenesen levő N pontnak polárisa a k kúpszeletre vonatkozólag a $B''N'$ egyenes.

A k_m és x u érintőhúrja N' pontjának polárisa azokra vo-

natkozólag az AN egyenes; ezért a $B''N'$ egyenes pólusa a x -ra nézve a B'' és N' pontok NN_1 és AN polárisainak N metszőpontja.

Az N pontnak tehát a k és x kúpszeletre nézve közös polárisa van és mert ugyanez mondható az N_1 pontról is, ezért a k és x kúpszeletek egymást az NN_1 egyenesnek két pontjában érintik.

A változó x kúpszelet tehát a változatlan k kúpszeletet az XX_1 egyenesen változó B pontnak a k_n kúpszeletre vonatkozó polárisa két pontjában érinti.

E k kúpszeletnek még egy tulajdonságát akarjuk itt kimutatni.

Az NBX_0 polárisháromszöge a k -nak, tehát e háromszög A , X_0 csúcsainak összekötő egyenesei a B csúcson átmenő bármely kúpszelethúr végpontjaival, tehát a BN , valamint a BN_1 húr végpontjaival egymást a k kúpszeleten metszi. Vagy más szóval kifejezve: a k_m kúpszeletnek AM , AM_1 érintői és a k_n kúpszeletnek BN , BN_1 érintői a k kúpszeletbe írható négyszög szemben fekvő oldalai. Ez pedig e duális tételbe foglalva így hangzik:

A k_m és k_n kúpszelettel egy sorban levő kúpszeletek között van egy olyan k , amely a k_m és k_n köré írható négyoldal két szemben fekvő XX_1 csúcspontján megy keresztül. E k kúpszeletbe ∞^1 négyszög írható, amelynek két szemben fekvő oldala a k_m -nek és a másik két szemben fekvő oldala a k_n -nak érintője; e szemben fekvő oldalak metszőpontjai az XX_1 csúcspárt harmonikusan választják el.

A k_m és k_n kúpszelettel egy seregben levő kúpszeletek között van egy olyan k , amely a k_m és k_n -be írható négyszög két szemben fekvő oldalát érinti. E k kúpszelet köré ∞^1 négyszög írható, amelynek két szemben fekvő csúcsa a k_m -en, a másik két szemben fekvő csúcsa a k_n -en van; e szemben fekvő csúcsok összekötő egyenesei, tehát a négyszög átlói, a négyszög két előbbi szemben fekvő oldalát harmonikusan választják el.

ÜBER KONFOKALE KEGELSCHNITTE.

Von L. KLUG.

Es werden hier zwei allgemeine Sätze bewiesen und ihre Anwendungen auf zwei konfokale Kegelschnitte auch direkt auf metrischer Grundlage abgeleitet:

Satz I. Führt man zu den zwei Kegelschnitten k_m, k_n , welche dem Vierseit $XYZX_1Y_1Z_1$ einbeschrieben sind aus einem Punkte A seiner Diagonale XX_1 die Tangenten, welche dieselben in den Punkten $M, M_1; N, N_1$ berühren, so wird:

1. der den Kegelschnitt k_m in den Punkten MM_1 berührende und die Gerade NY , daher auch die Geraden NY_1, N_1Y, N_1Y_1 berührende Kegelschnitte x_y durch zwei vom Punkte A unabhängigen Punkt der Diagonale YY_1 der Vierseits gehen;

2. der den Kegelschnitt k_m in den Punkten M, M_1 und die Gerade NX , daher auch die Geraden NX_1, N_1X, N_1X_1 berührende Kegelschnitt x_x einen vom Punkt A unabhängigen und die Geraden X_0X, X_0X_1 in den Punkten X, X_1 berührenden und sonst durch k_m und k_n bestimmten Kegelschnitt k doppelt berühren.

Satz II. Führt man zu den dem Vierseit $XYZX_1Y_1Z_1$ einbeschriebenen Kegelschnitt k_m aus einem Punkte A der Diagonale XX_1 des Vierseits die Tangenten, welche ihn in den Punkten M, M_1 berühren, und führt man aus dem Punkte B , der A von den Gegeneckpunkten X, X_1 des Vierseits harmonisch trennt, die Tangenten zu einem anderen dem Vierseit ebenfalls einbeschriebenen Kegelschnitt k_n , welche diesen in den Punkten N, N_1 berühren, so wird:

1. der den Kegelschnitt k_m in den Punkten M, M_1 berührende

und die Gerade NY , also auch die Geraden NY_1, N_1Y, N_1Y_1 , berührende Kegelschnitt x_y , die zwei durch den Treffpunkt der Diagonalen XX_1, YY_1 gehenden gemeinsame Sehnen der zwei Kegelschnitte k_m, k_n berühren;

2. der den Kegelschnitt k_m in den Punkten M, M_1 berührende und die Gerade NX , also auch die Geraden NX_1, N_1X, N_1X_1 berührende Kegelschnitt x_x , den durch die Punkte X, X_1 gehenden und mit k_m und k_n in einem Büschel liegenden Kegelschnitt k doppelt berühren.

Diesem Kegelschnitt k ist auch das Viereck einbeschrieben, dessen Gegenseiten die Tangentenpaare $AM, AM_1; BN, BN_1$ der Kegelschnitte k_m, k_n bilden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

A GIPSKRISTÁLYOK RÁCSÁLLANDÓJÁRA VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK.

NAGY L. JÓZSEF-től.

A röntgensugarak hullámhosszának kristályokkal való meghatározására a BRAGG-tól származó

$$n\lambda = 2d \sin \varphi_n$$

egyenlet szolgál alapul, ahol λ a hullámhosszúság, n a reflexió rendszáma, d az atomsíkoknak egymástól való távolsága vagy másképpen rácsállandó és φ_n a sugár és az atomsík által alkotott hegyesszög, az úgynevezett simulószög.

λ kiszámítására ismernünk kell n -t, d -t és φ_n -t. A φ_n mérhető, n megszámlálható, csak d meghatározása ütközik némi nehézségbe. A d meghatározására a

$$d = \left(\frac{M}{2N\rho} \right)^{\frac{1}{3}}$$

egyenlet szolgál, ahol M a kristály atomsúlya, ρ a sűrűsége és N az AVOGADRO-féle szám. Ez egyenletből azonban, mivel N értékében már a harmadik értékes számjegy bizonytalan, a d korántsem határozható meg oly pontosan, mint adott d mellett φ_n -ből λ , amelyet ma már a negyedik értékes számjegyig biztosan lehet kiszámítani. Azért d számára standard értéket szokás felvenni és ez a konyhasó

$$d = 2814 \cdot 00 \cdot 10^{-11} \text{ cm}$$

értéke. Ezen rácsállandó segítségével meghatározott hullámhosszúságokból és φ_n -ből meghatározható más kristályok rácsállandója.

Fontos kérdés volt annak az eldöntése, hogy a kristályfajjal *megadott*nak vehető-e a rácsállandó vagy sem; vagy más szóval: minden ugyanazon fajta kristálynak, például konyhasónak, gipsznek, ugyanakkora a rácsállandója vagy sem?

E. WAGNER egyik dolgozatában¹ e kérdést a *NaCl* és *KCl*-ra nézve vizsgálat tárgyává tette és az akkori mérések pontossága melletti (kb. 1°.00) egyenlőknek találta.

A mérések pontosságában bekövetkezett nagy haladás és különböző kutatóknak egyes kristályok rácsállandójára végzett mérései újból szükségessé tették e kérdés közelebbi megvizsgálását.

Így a kalcitra nézve UHLER és COOKSEY szerint²

$$d = 3030.7.10^{-11} \text{ cm,}$$

míg STEGBAHN szerint³

$$d = 3029.04.10^{-11} \text{ cm.}$$

A gipsznél STRENSTRÖM szerint⁴

$$d = (7583.9 \pm 0.6).10^{-11} \text{ cm}$$

és HJALMAR szerint⁵

$$d = (7578.0 \pm 0.8).10^{-11} \text{ cm.}$$

Az eltérések mindkét esetben, mint látható, jóval nagyobbak, mint a mérési hibák.

Vizsgálataimban a gipszkristályokra terjeszkedtem ki, mint amely kristályokat a hosszú hullámoknál a leggyakrabban használnak.

*

A mérési módszer.

Vizsgálataimnál SEEMANN-féle spektrográfot használtam és pedig, mivel a megvizsgált kristályok felülete nem volt egész

¹ Ann. d. Phys. 1916. II. 625. o.

² Phys. Ren. 1917. X. 645. o.

³ Spektroskopie der Röntgenstrahlen 85. o.

⁴ Experimentelle Untersuchungen der Röntgenstrahlen. 33. o.

⁵ Z. f. Ph. 1920. I. 446. o.

sága legyen a'_0 és a''_0 . Ezeknek számtani középárayosát vehetjük az interferenciavonalnak a nullavonaltól való távolsága gyanánt abban az esetben, ha $a=0$. A hiba nagyságát a következő kifejezés adja abban az esetben, ha $\text{tg } \varphi$ és $\text{tg } a$ is kicsiny,

$$\frac{a'_0 + a''_0}{2} = h \text{tg } \varphi (1 + \text{tg}^2 a) \dots a_0 + a_0 \text{tg}^2 a.$$

A hiba tehát

$$\delta = a_0 \text{tg}^2 a.$$

Az első- és másodrendű vonalak távolsága, ha $a=0$,

$$a = a_2 - a_1 = h (\text{tg } \varphi_2 - \text{tg } \varphi_1).$$

Ha pedig $a \neq 0$, akkor

$$\begin{aligned} a' &= a'_2 - a'_1 = h (\text{tg } \varphi_2 - \text{tg } \varphi_1) + h (\text{tg } \varphi_2 - \text{tg } \varphi_1) \text{tg}^2 a \\ &= \frac{a}{\text{tg } \varphi} + a \text{tg}^2 a \end{aligned}$$

A hiba tehát

$$d_1 = a \text{tg}^2 a.$$

Mivel a közvetlenül nem mérhető, hanem a megfordításkor keletkező két vonal távolsága ($a''_0 - a'_0 = b$), azért ezt vezetve be a

$$b = h \text{tg } (\varphi + a) - h \text{tg } (\varphi - a)$$

egyenletből, tekintettel arra, hogy $\text{tg}^2 \varphi \text{tg}^2 a$ a valóságban az 1 mellett igen kicsiny, kapjuk, hogy

$$\delta_1 = a' \left(\frac{b}{2h} \right)^2 \left(1 - \frac{1}{2} \text{tg}^2 \varphi \right).$$

Vagy, mivel $\varphi \sim 6^\circ$, elegendő megközelítéssel

$$\delta_1 = a' \left(\frac{b}{2h} \right)^2.$$

Ez a hiba $h=138.85$ mm mellett, aminő értékkel dolgoztam, csak akkor éri el a mérési hiba határát, ha $b \geq 1$ mm.

2. Az atomsík normálisa nem esik az xy -síkra, hanem azzal szöveget alkot; ekkor az interferenciavonal nem lesz párhuzamos a nullavonallal.

3. Ez következik be abban az esetben is, ha az x -tengely nem merőleges a fényképezőlemezre, de azért annak normálisa párhuzamos a nullasikkal.

Ezt a két hibát, amelyek egyébként is elegendő vigyázat mellett elhanyagolhatóan kicsinnyé tehetők, úgy lehet kiküszöbölni és vele együtt az 1. alatt jelzett kettős mérést is kényelmessé tenni, hogy a fényképezőlemez elé felezőlemezt teszünk, aminek következtében az interferenciavonal a lemeznek majd az egyik, majd a másik felén jön létre; a távolság kimérése ezen felezőlemez széle által meghatározott egyenes mentén történik.

4. A különböző hőmérsékleten végzett felvételeknél a hőfokkülönbség kétféle módon érezteti hatását. A hőfokkülönbség miatt változik a h és a d ; az interferenciavonalak távolságára való hatásuk azonban éppen ellenkező, mert például a hőfok emelkedése esetén a h növekedésével a távolság nő, de d növekedésével csökken. A h változása miatt a korrekció

$$\delta_4 = hx\Delta t (\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1) = ax\Delta t \sim a'x\Delta t,$$

ahol x a készülék hőkítágulási együtthatója (jelen esetben $x = 0.000018$), Δt pedig a hőfokkülönbség.

A d változásából származó korrekciót a

$$d \sin \varphi_i = d(1 + x\Delta t) \sin \varphi'_i$$

egyenletből folyó

$$\delta_5 = \log \sin \varphi_i - \log \sin \varphi'_i = \log(1 + x'\Delta t)$$

kifejezés segítségével lehet kiszámítani, ahol x' a kristály hőkítágulási együtthatója az atomsikra merőlegesen (gipsznél $x' = 0.000025$).

Az egyes felvételek között a hőfokkülönbség mindig kisebb volt mint 5°C ; ennek a maximális hőfokkülönbségnek megfelelő két korrekció ± 0.0013 , illetőleg ∓ 0.0015 . A kettő összege 0.0002 jóval a mérési hiba alá esik s így teljesen figyelmen kívül hagyható.

Vizsgálataimat a $\text{Cu } K\alpha_1$ vonal felhasználásával végeztem. Előnye az, hogy kiváló feszültsége kicsiny; viszont hátránya

az, hogy oly nagy rácsállandó mellett, mint amekkora a gipszé, első rendben nehezen választható el a $(\text{Cu } K\alpha_2)$ -tól, aminek következtében a két vonal egybeolvad s így a kimérés nagyon pontatlanná lehet. Sikertült azonban az ék és a kristály távolságának csökkentésével (néhány ezred mm-re) a két vonalat egymástól jól szétválasztani, miközben $K\alpha_1$ vonal vastagsága első rendben kb. 0.03 mm, második rendben pedig kb. 0.04 mm volt. A különböző kutatóktól említett azt a jelenséget, hogy az interferenciavonal intenzitása a két szél felé nem szimmetrikusan csökken, felvételeimnél nem tapasztaltam s így a vonalak távolsága gyanánt közepük egymástól való távolságát vehettem.

Röntgenlámpa gyanánt Philips-lámpát használtam réz-antikatóddal egyszer mint ion-, máskor mint elektroncsövet. E szétzedhető lámpa előnye, hogy sehohsem kell picein vagy más hasonló tömitőanyagot használni, ami a szétszedésnél és összerakásnál nagy időmegtakarítással jár. Mint ioncsőnél és kis feszültség esetén mint elektroncsőnél is elegendő a gummitömités; nagyobb feszültség esetén óntömités használható.

A szükséges vakuumot 3 fokozatú LEYBOLD-féle higanygőzszivattyú állította elő; előszivattyú gyanánt vízszivattyút használtam foszforpentoxidos száritó igénybevételével. A vakuumot a lámpa- és higanygőzszivattyú között alkalmazott túszelep segítségével lehetett szabályozni.

Áramforrás gyanánt nagyobb induktort használtam, amelynek primértekercsbe vezettem a váltakozó áramot; a nyert magasfeszültségű váltakozóáramot elektroncsővel egyenirányítottam, helyesebben megszurtem. A primértekercshez kapcsolt voltmérő és a szekundértekercsbe kapcsolt MA mérő segítségével a röntgensugárzás egyenletességét tudtam ellenőrizni. A városi áram feszültségének nagymérvű ingadozását a priméráramkörbe iktatott szabályozható ellenállással csökkentettem.

A kiméréseket ZEISS-féle komparátorral végeztem. A felvételek reprodukálhatóságának ellenőrzésére ugyanazzal a kristállyal ugyanazon a helyen 5 felvételt eszközöltem. Ezek eredményét a következő táblázat mutatja:

| Lemez jele. | Kristályszármazási helye. | Hőfok. | b. | Korrekció, | Távolság | |
|-------------|---------------------------|---------|--------|------------|----------------|--------------|
| | | | | | leolvasott, mm | korrigált, m |
| X. 7. | Girgenti | 22° C | 0·5 mm | — | 14·616 | 14·616 |
| X. 9. | " | 20° C | 0·5 " | — | 14·615 | 14·615 |
| X. 10. | " | 21·3° C | 0·02 | — | 14·618 | 14·618 |
| X. 22. | " | 19·5° C | 1·1 | — | 14·616 | 14·616 |
| X. 23. | " | 20·4° C | 1·4 | — | 14·618 | 14·618 |
| Középérték | | | | | | 14·6166 |

Ez értéktől a legnagyobb eltérés 0·0016; a hiba tehát csak az 5-ik értékes számjegynél kezdődik.

A többi felvétel eredményét az alábbi táblázat tartalmazza.

| A lemez jele | A kristály származásának helye | Hőfok | | Korrekció | Leolvasott távolság | Korrigált távolság |
|--------------|--------------------------------|-------|------|-----------|---------------------|--------------------|
| | | C | m/m | | | |
| I. 7 | Montmartre | 23·0 | 0·3 | — | 14·636 | 14·636 |
| I. 8 | " | 23·0 | 0·3 | — | 14·632 | 14·632 |
| II. 1 | Hunyadi János forrásvidéke | 22·4 | 0·5 | — | 14·617 | 14·617 |
| II. 2 | " | 22·8 | 0·5 | — | 14·619 | 14·619 |
| III. 5 | Alsóóbsza | 23·6 | 2·0 | 0·0008 | 14·614 | 14·613 |
| IV. 2 | Brüx | 22·5 | 0·09 | — | 14·614 | 14·614 |
| IV. 5 | " | 22·2 | 0·09 | — | 14·615 | 14·615 |
| VI. 1 | Wiesbaden | 20·8 | 0·14 | — | 14·614 | 14·614 |
| VI. 2 | " | 19·6 | 0·19 | — | 14·612 | 14·612 |
| VIII. 5 | Braunschweig | 21·3 | 0·4 | — | 14·598 | 14·598 |
| VIII. 6 | " | 21·7 | 0·5 | — | 14·596 | 14·596 |
| X. 4 | Girgenti (oszlopos forma) | 21·3 | 0·5 | — | 14·613 | 14·613 |
| X. 24 | " | 20·5 | 2·2 | 0·0009 | 14·614 | 14·613 |
| X. 28 | " | 19·6 | 4·0 | 0·003 | 14·617 | 14·614 |
| XII. 8 | Igmándi } egy darab | 19·7 | 0·9 | — | 14·606 | 14·606 |
| XII. 9 | | 20·6 | 1·0 | — | 14·606 | 14·606 |
| XII. 18 | " más darab | 19·3 | 3·6 | 0·002 | 14·620 | 14·618 |
| XII. 20 | " u. a. mint az előbbi | 20·2 | 0·1 | — | 14·619 | 14·619 |
| XII. 21 | " az előbbi, más helyen | 21·8 | 0·1 | — | 14·617 | 14·616 |
| XII. 22 | " " " " | 21·3 | 0·3 | — | 14·616 | 14·617 |
| XII. 23 | " " " " | 19·2 | 0·3 | — | 14·618 | 14·618 |
| XIII. 9 | Ismeretlen helyről | 20·3 | 0·02 | — | 14·617 | 14·617 |
| XIII. 10 | Előbbi más helyen | 20·8 | 0·6 | — | 14·610 | 14·610 |

E táblázatból látható, hogy nemesak a különböző, de az ugyanarról a helyről származó kristályok rácsállandója között is van biztosan megállapítható különbség, ami nem tulajdonítható felvételi hibának, mert hisz a reprodukciós méréseknél a hiba 0·0016 mm-t tesz ki, míg a táblázat két szélső értéke között a különbség 0·0370 mm, tehát az előbbinek kb. a 20-szorosa.

A kristályokkal való hullámhosszméréseknél nem lehet tehát elfogadni azt a hallgatólagos alapfeltevést, hogy az ugyanazon fajta kristályok rácsállandója a mérési hibákon belül egyenlő.

Ha STENSTRÖMnek és HJALMARNak idézett dolgozataiban az első- és másodrendű reflexiók alkalmával nyert rácsállandó, illetőleg simulószög értékeinek felhasználásával kiszámítom az általam mért távolságot, akkor

STENSTRÖM adataiból kapjuk, hogy $a = 14\cdot615$,

HJALMAR " " " $a = 14\cdot587$.

A STENSTRÖM által használt kristály rácsállandója tehát akkora, mint a Girgentiből származóké, míg a HJALMAR által használté a Braunschweighből származó kristályokéhoz esik közel.

Felvételeim folyamán a kristályok egyéb tulajdonságaira is kaptam némi felvilágosítást.

Némely kristálynál nem sikerült a Ka_1 és Ka_2 vonal szétválasztása, másoknál jól sikerült.

Voltak esetek, amikor az első rendben nem mutatkozott hiba, míg a másodikban igen.

Akadtt olyan felvétel is, amelynél a vonal görbülést szenvedett.

Ezek a hibák igazolni látszanak KOENIGSBERGERnek azt a feltevését,¹ hogy a kristályok szerkezetében helyi lazulások lépnek fel.

*

Eme vizsgálatokat a Kir. József műegyetemnek dr. POGÁNY BÉLA vezetése alatt álló kísérleti fizikai intézetében a Természettudományi alap támogatásával végeztem, amiért is nekik e helyen is köszönetemet fejezem ki.

¹ Phys. Z. 1926. 215. o.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RAUMGITTER- KONSTANTEN DER GIPSKRISTALLE.

Von L. J. NAGY, in Vác.

Der Verfasser hatte mit einem SEEMANN-schen Spektrograph Untersuchungen angestellt, ob die Raumgitterkonstanten der Gipskristalle von derselben und verschiedener Herkunft gleich sind, oder nicht.

Weil die absoluten Messungen wegen der Grösse und Unebenheiten der Kristalle unmöglich waren, wurden die Abstände der Interferenzlinien 1-ster und 2-ter Ordnung von einander mit einem Komparator von Zeiss ausgemessen.

Als Röntgenlichtquelle wurde ein Philipsrohr mit *Cu* Antikathode benutzt, das mit einem grossen Induktor, als Transformator gespeist war.

Die Entfernung Keil-Kristall ist so klein (einige Tausendstel mm) genommen, dass die *Cu Ka₁* und *Cu Ka₂* Linien schon in der ersten Ordnung getrennt waren.

Die verschiedenen Fehler, die wegen der Einrichtung des Instrumentes und wegen der Temperaturänderungen entstehen konnten, wurden mit Doppelaufnahmen ausgeglichen oder in Rechnung gezogen.

Die Kontrollaufnahmen zeigten, dass eine Messgenauigkeit von ca 0.1‰ zu erreichen war.

Es sind 23 Aufnahmen mit 9 (neun) verschiedenen Kristallen ausgemessen; die extremen Werte für den bezeichneten Abstand sind: bei dem Kristalle aus *Igmánd* (Ungarn) 14.606—14.617 mm, und bei den Kristallen von verschiedener Herkunft 14.597 mm (Braunschweig, aus 2 Aufnahmen), bzw. 14.634 mm. (Montmartre, aus 2 Aufnahmen).

Man kann also nicht annehmen, dass die Raungitterkonstanten sowohl bei von derselben Stelle, als bei von verschiedenen Stellen herrührenden Gipskristallen gleich gross sind.

Die Aufnahmen zeigten, daß auch andere Verschiedenheiten auftreten können.

1.) Bei einigen Kristallen war es unmöglich die genannten Linien zu trennen.

2.) Die Linien der ersten Ordnung waren fehlerfrei, in der zweiten Ordnung nicht; oder umgekehrt.

3.) Manchmal waren die Linien gekrümmt.

Diese Fehler scheinen die Annahme¹ von KOENIGSBERGER zu bestätigen, daß in der Struktur der Kristalle lokale Auflockerungen auftreten können.

¹ Phys. Z. 1926. P. 215.

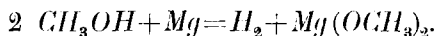
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

SZERVES VEGYÜLETEK REDUKCIÓJA MAGNESIUM ÉS METHYLALKOHOL SEGÉLYÉVEL.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ- és ROM PÁL-tól.

(A pécsi egyetem kémiai intézetében készült dolgozat.)

Régóta ismeretes, hogy különböző szénvegyületek redukálása alkalifémek segélyével sikerül. Legtöbb esetben az alkoholos oldathoz adnak natriumot vagy kaliumot, mire a nascens állapotban felszabaduló hydrogen kifejti a várt hatást. Sokkal kevésbé elterjedt a kalcium használata, míg fémes magnesium és alkohol eddig egyáltalán nem szerepelt a redukáló szerek között. Pedig három évtizede megvan már az alap e fém præparatív alkalmazására. 1897-ben közölte ugyanis SZARVASY IMRE, hogy abszolút methylalkohol hydrogen-fejlődés közben oldja a magnesiumot, az alábbi egyenlet szerint:



Később BJERRUM és e közlemény szerzői egyike megmutatta, hogy a reakció csekély vízmennyiség jelenlétében is megindul. Magasabb alkoholokra azonban nem hat a magnesium közönséges hőmérsékleten.

A vázolt tényállás egy új reductiós módszer kidolgozására ösztönzött. Célul tűztük ki, hogy magnesium- és methylalkoholnak lehetőleg sokféle szerves vegyületre gyakorolt hatását tanulmányozzuk. Kedvező kilátásokat ígért az a körülmény, hogy a magnesium tisztább állapotban alkalmazható, mint a kalcium, az alkáliáknál viszont kényelmesebb a kezelése. E mellett oly nehezen oldható hydroxydja van, hogy a reactió elegendő szokásos vízbeöntése sem vált ki számottevően bázisos kémhatást, ami lúg iránt érzékeny termékek esetében fontos lehet.

Így széles munkaterület nyílt meg előttünk, amelynek bejárására csupán az első lépést teszi a jelen dolgozat. Eddig vizsgálat alá kerültek:

1. aromás nitro-származékok,
2. halogen-tartalmú nitrovegyületek,
3. benzol-szénhidrogének halogén-származékai és
4. néhány aromás és kevert keton.

Az eljárás rendszerint abban állt, hogy a vizsgálandó termék metylalkoholos oldatába (egyszerre vagy részletenként) tiszta magnesium-szalagból készült szeletkéket vittünk és a visszafolyó hűtővel felszerelt lombikban csakhamar meginduló, élénk gázfejlődéssel és felmelegedéssel járó átalakulás sebességét a szükséghez képest hűtéssel, illetőleg melegítéssel szabályoztuk. A kísérlet legalább addig tart, míg a fém teljesen oldatba ment. A reactió elegy feldolgozása esetenként kissé eltérően történhetik, amiről részletesebben a kísérleti rész tájékoztat.

1. Aromás nitrovegyületek, magnesium és metylalkohol.

A *nitrobenzol* redukciója első pillantásra egyszerű feladatnak látszhatik, de a valóságban éppen ellenkezőleg áll a dolog. Már PERKIN és PRATT megfigyelte, hogy e legegyszerűbb aromás nitrovegyületet kalcium és alkoholok segélyével nem sikerül egységes terméké redukálni.³ Hasonló eredménnyel végződtek két évvel ezelőtt más helyen közölt kísérleteink is, melyek a klorammonium-oldatból magnesium hatására fejlődő hydrogent hozták nitrobenzollal érintkezésbe.⁴

Sajátságosan viselkedik a nitrobenzol magnesium- és metylalkohollal szemben is. Legnagyobb része azo- és azoxybenzol elegyév alakul át, de ugyanekkor egy töredéke változatlanul marad, viszont más része, az azo-azoxy-fokon túlmenőleg hydrazobenzolt, sőt anilint ad. A bonyolult keverék teljes feldolgo-

¹ SZARVASY, Berichte d. deutschen chem. Ges., 1897. 30. k. 806. l.

² BJERRUM és ZECHMEISTER, ugyanott, 1923. 56. k. 894. l.

³ PERKIN és PRATT, Journ. of the chem. soc. 1909. 95. k. 159. l.

⁴ ZECHMEISTER és ROM, Ber. d. d. chem. Ges. 1926. 59. k. 867. l.

zása körülményes, annyi azonban könnyen megállapítható, hogy az eredeti nitro-vegyület ³ i-e jelenik meg azo-, illetőleg azoxy-származék alakjában. Ha e két anyag alkotta nyersterméket az irodalomban szokásos módon vasporral (vagy eljárásunk szerint magnesium-porral) hevítjük, akkor az azoxy-elegyrészből is azobenzol keletkezik, mely tiszta állapotban 70%-os termeléssel különíthető el.

Hogy magnesium és methylalkohol hatása tényleg számottevő mennyiségű azoxybenzolhoz vezet, azt közvetlen kísérlet is megmutatja, ha annak körülményeit akként választjuk, hogy változatlanul maradjon elegendő nitrobenzol, amelyet célszerű vízgőzzel elhajtani a kísérlet végén. Az átdestilláló nitrovegyület magával rántja az azo-származékot, mire a visszamaradt anyag átkristályosításánál tiszta azoxybenzolt nyerhetünk (például 25%-os termeléssel).

BAMBERGER vizsgálatai alapján az is valószínűnek látszott, hogy közbeneső termékként phenylhydroxylamin fog fellépni.¹ Tényleg megfigyeltük, hogy erős hűtéssel készült reakcióelegyek már hidegen redukálják a FEHLING féle oldatot, nemkülönben az ammoniás ezüstnitrátot, ami a hydroxylamin jelenlétét kétségtelenné teszi.

A nitrobenzol átalakulásánál egységesebben játszódik le a három *nitrotoluol* redukciója, mely praeparative jól használható eredményt adott. Itt is változatlanul marad ugyan némi kiindulási anyag és az o-, valamint m-isomer esetében itt is kimutatható némi amin-bázis és hydroxylamin-származék az anyagban, azonban az azoxy-termék annyira előtérbe lép, hogy könnyen sikerül a következő termeléseket elérni (az elméletileg lehetséges mennyiségekre számítva):

| | | | | | |
|---|---|-----|---|----|---|
| o-nitrotoluolból: 57% tiszta o-azoxytoluol, | | | | | |
| m- | " | 70% | " | m- | " |
| p- | " | 61% | " | p- | " |

A valóságban persze még jóval több azoxy-vegyület keletkezik, mert a tisztítás veszteségekkel van egybekötve. Az ered-

¹ BAMBERGER és munkatársai, Ber. d. d. chem. Ges. 1894. 27. k. 1347. és 1548. l.; 1900. 33. k. 3623. és 3642. l. stb.

mény közel áll az említett szalmiákos eljáráséhoz, mely annak idején a következő termeléssel adott sorjában o-, m- és p-azoxy-toluolt: 61, 69 és 71%.¹

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy methyl jelenléte egysegebb irányt ad a nitrobenzol redukciónak. Felmerült azért a kérdés, hogy más substituens is képes-e hasonló hatást kifejteni és hogy milyen a redukció menete akkor, ha alkyl helyett halogen kapcsolódik a maghoz?

2. Halogen-tartalmú nitrovegyületek viselkedése.

A kérdés eldöntése végett a három klornitrobenzolt és az analog brom-származékokat vontuk a kísérletek körébe, hogy egyszerre mind a halogen helyzetének befolyásáról is tájékozódhassunk. Kiderült, hogy a magnesium- és methylalkoholos redukció főtermékei itt is azoxy-vegyületek, melyekből az elméletileg lehetséges mennyiségek alábbi törtrészeit különítettük el tiszta állapotban:

| | | |
|----------------------------|---|---------|
| 2, 2'-diklorazoxybenzoltól | : | 60%-ot, |
| 3, 3'- | " | 80%-ot, |
| 4, 4'- | " | 81%-ot, |
| 2, 2'-dibromazoxybenzoltól | : | 32%-ot, |
| 3, 3'- | " | 70%-ot, |
| 4, 4'- | " | 84%-ot. |

A tényleges kitermelés itt is nagyobb, mert a számok átkristályosított, analysis-tiszta készítményekre vonatkoznak. Nem lehet kétséges, hogy például a p-vegyületek igen simán lefolyó reductiójánál több mint 90% azoxy-vegyület van a nyersanyagban. Összehasonlítva ezeket az adatokat a szalmiákos módszer megfelelő eredményeivel, látható, hogy az új eljárás a brom-származékoknál kedvezőbben alakul. Ammoniumklorid és magnesium segítségével ugyanis a következő termeléseket lehetett elérni: o-, m- és p-diklorazoxybenzoltól 51, 90 és 81%-, a dibromazoxybenzoltól sorjában 30, 59 és 57%-ot.

¹ ZECHMEISTER és ROM, Ber. d. d. chem. Ges. 1926. 59. k. 867. l.

A halogen helyzete mindkét eljárásnál befolyásolja tehát a termelést. A legkevésbé simán halad az átalakulás az ortho-állásban substituált származékok esetében: itt az olajos nyers-termék rendszerint csak akkor szilárdul meg, ha a változatlanul maradt nitrovegyületet előbb vízgőzzel eltávolítottuk. Érdekes, hogy az o-halogen-nitrobenzolok redukálásánál átmenetileg gyönyörű, sötétvörös, ismeretlen festékek mutatkoznak, amelyek tanulmányozását tervbe vettük. A m- és p-isomereknél nem észlelhető hasonló jelenség.

Feltűnhetik, hogy a különböző halogen-vegyületek redukciója mennyire eltérő eredményt adott, hiszen 30 és 84% között ingadozik az azoxy-termelés. E jelenség egyik számottevő okát abban kell keresnünk, hogy magnesium és metylalkohol aromásan kötött halogentre is hat. Eredetileg azt vártuk ugyan, hogy a nascens hydrogen csupán a könnyen redukálható nitro-csoportra veti majd magát, tényleg azonban a halogen és a gyűrű közti kötés is erős támadásnak van kitéve. Mindig találunk ugyanis *ionisált halogent* a kísérlet végén.

Az utóbbi kvantitatív meghatározására külön kísérlet-sorozat szolgált. A vízben oldhatatlan szerves termékek eltávolítása után, a salétromsavval megsavanyított szűrletben, alkalmas módon megtitráltuk a halogen-iont, azzal az eredménnyel, hogy az o-, m- és p-klorinitrobenzol eredeti klor-tartalmának 9, 6 és 4%-a hasadt le, míg a három brom-származéknál sokkal több és pedig 22, 20, illetőleg 7% brom lépett ki a szerves molekulából. Az összehasonlításra szánt adatok csupán bizonyos kísérleti körülmények között érvényesek, sőt nem egy esetben párhuzamos meghatározásoknál is ingadozott kissé a titrálás eredménye, ami apróbb hőmérséklet-különbségekre és hasonló külső tényezőkre vezethető vissza.

Halogen lehasadása nemcsak azáltal csökkenti az azoxy-termelést, hogy anyagot von el az átalakulás rendes útjáról, hanem akként is, hogy a halogenjétől megfosztott nitro-vegyület redukációs termékei szintén belekeverednek a nyers készítménybe, melynek tisztítása a szokottnál nagyobb veszteséggel jár.

3. Halogenbenzolok redukciója.

Az előző pontban vázolt körülmények kívánatossá tették, hogy a halogen-leválás menetét közelebbről megismerjük, függetlenül a nitrocsoport jelenlététől. Legeészerűbbnek látszott az egyszerű mono-halogenbenzolokhoz folyamodni. El kellett döntününk, hogy a lehasadt halogent hydrogen pótolja-e vagy hogy két-két dehalogenisált gyök diphenyllé áll-e össze?

Az előbbi feltevés bizonyult helyesnek. Jod- vagy brombenzoltól benzol képződött, míg diphenylt eddig egy esetben sem sikerült kimutatni. Magnesium és methylalkohol játszva és quantitative távolítja el jodbenzoltól a halogent, elég könnyen a brombenzoltól a brom nagyobb részét, míg klorbenzolt nem képes megtámadni. Egyazon körülmények között végzett kísérletek végén az eredeti halogen-tartalom következő törtrészeit találtuk ionisált állapotban:

| | | | | |
|---------------|-----|---------|--------|-----|
| klorbenzoltól | 0% | halogen | hasadt | le, |
| brombenzoltól | 60% | " | " | " |
| jodbenzoltól | 98% | " | " | " |

Még érzékenyebb a naphtalin-gyűrűhöz kapcsolt halogen, kémszerünkkel szemben: már az α -chlor — vagy brom-származék is teljesen redukálódik naphtalinná. 9, 10-dibromanthracen nem reagál.

4. Ketonok redukciója.

Magnesium és methylalkohol többféleképpen hat egyszerű ketonokra. *Benzophenon* síma reakcióban, közel 90%-os termeléssel, vegytiszta benzhydrollá változik, a nélkül, hogy pinakon keletkeznek. Az átalakulás egyúttal a hydrol legkényelmesebb előállítási módszere.

Sokkal kevésbé egységes irányban halad az *acetophenon* redukciója, mely az alkalmazott kísérleti körülmények között csupán felerészben változott methyl-phenylcarbinollá; 11%-át a pinakon alakjában találtuk meg. Végül harmadik termékként amorph, gyantaszerű anyag képződött. Hasonló volt a carbinoltermelés a *p-methoxy-acetophenon* feldolgozásánál is. Kívána-

tos, hogy e vizsgálatok még számos carbonyl-vegyületre terjeszkedjenek ki.

A ketonok tájékoztató tanulmányozásával lezárult kísérleteink első csoportja; reméljük azonban, hogy tovább haladva a megkezdett úton, új lehetőségeket találhatunk majd a magnesiumos módszer számára. Eddigi kísérleteinket az *Orsz. Magyar Természettudományi Alap* támogatása tette lehetővé, amiért e helyütt is köszönetet mondunk.

KISÉRLETI RÉSZ.

I. Aromás nitrovegyületek redukciója.¹

Nitrobenzol, methylalkohol és magnesium.

A nitrobenzol redukcióját, mint említettük, nem sikerül egysegés vagy nagyjában egységes irányba terelni. Sok magnesium jelenlétében, mérsékelt termeléssel azobenzol különíthető el, míg kevesebb fém alkalmazása esetén az anyag $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ részét azoxybenzol alakjában nyerhetjük ki.

a) 6·15 g nitrobenzol abszolút methylalkoholos oldatában (110 ccm) 6·0 g magnesium-szalagból készült fényes szeletek csakhamar élénk gázfejlődést indítottak meg. A hűtéssel mérsékelt heves reakció lezajlása után kapott tiszta oldatot vízbe öntöttük, majd gyengén savanyú kémhatásig ecetsavat adtunk a csapadékos folyadékhoz. Kevergetésre a magnesiumhydroxyd oldatba megy és szilárd halmazállapotú, sárga nyerstermék jelenik meg, mely borszeszből való kétszeri átkristályosításra 1·25 g tiszta azobenzol ad. Termelés: az elméletileg lehetségesnek 27·5%-a; olvadáspont: 67°.

Hogy az említett nyerstermék lényegében azo- és azoxybenzol keveréke, az kétségtelenné válik, ha átkristályosítás helyett vas- vagy magnesium-porral desztilláljuk az anyagot. Ilykép,

¹ Az egyes vegyületekre vonatkozó irodalmi összeállítást l. Ber. d. d. chem. Ges. 1926. 59. k. 867. l.

a fentihez hasonló kísérletnél, 3·2 g azobenzolt kaptunk; termelés: 70%.

0·1470 g anyag (vasporral készült): 20·35 ccm

N (25°, 748, korr. 734 mm).

0·1381 g anyag (magnesiumporral készült): 18·55 ccm

N (20·5°, 751, korr. 740 mm).

$C_{12}H_{10}N_2$. Számított: 15·38% N.

Talált: 15·39 és 15·24% N.

b) 24·6 g nitrobenzol, 0·6 liter methylalkohol, 10·95 g magnesium. Az a) szerinti eljárásnál itt olajos nyerstermék jelent meg, mely sok változatlan nitrobenzolt tartalmazott. Amidőn utóbbit vízgőzzel leftjtuk, a visszamaradt narancssárga anyag lehűtésre megszilárdult. Termelés átkristályosítás után: 8·0 g azoxybenzol, vagyis 24·5%; olvadáspont: 36°.

0·1286 g anyag: 16·03 ccm N (18°, 754, korr. 738·5 mm).

$C_{12}H_{10}ON_2$. Számított: 14·14% N.

Talált: 14·22% N.

A gőzdesztillationál átment nitrobenzol (5·3 g) narancssárga, minthogy azobenzolt vitt magával, mely a párlatból kinyerhető, sőt esetleg önként kikristályosodik. Hasonló jelenséget figyeltünk meg a nitrotoluolok alábbi redukciónál is.

o-nitrotoluol redukciónja.

Az átalakulás eredménye itt is keverék. Nagymennyiségű azoxy-vegyületen kívül azo-származék keletkezik, mellettük némi amin is, míg hydrazotoluol jelenlétét nem észleltük. Egyik kísérletünk adatai a következők:

38·4 g o-nitrotoluol, 0·75 liter methylalkohol, 30·7 g magnesium. Az első két órában hűtés mérsékelte a heves reakciót. A gázfejlődés lezajlása, további egy órai forralás, majd a methylalkohol elűzése után 0·2 liter vizet és 0·25 liter tömény sósavat adtunk óvatosan a lehűlt folyadékhoz, mire narancssárga nyerstermék vált le (21·6 g, olvadáspont 40°). Ligroinból átkristályo-

sítva, 18·0 g tiszta 2, 2'-dimethyl-azoxybenzolt adott. Termelés: 57% ; olvadáspont: 59°.

0·1590 g anyag: 17·60 ccm N (20°, 753, korr. 742 mm).

$C_{14}H_{14}ON_2$. Számított: 12·39% N.

Talált: 12·59% N.

Az anyalúgban erősen pozitív a klormész-reakció. Némely esetben tolylhydroxylamin is mutatható ki.

Kevesebb magnesium alkalmazásakor a nitrotoluol jelentős része változatlanul marad és a nyerstermék olajos. Az utóbbit ilyenkor vízzel főzzük, míg az olajcseppek (nitro- és azo-vegyület) távozása megszűnt. Vízhűtésre rendszerint úgy a párlat, mint a lombikban maradt anyag kristályos alakot ölt. Az előbbi azo-, a lombik tartalma pedig azoxy-vegyületet ad.

m-nitrotoluol redukciója.

Az m-vegyület redukciója az o-isomeréhez hasonlóan történt és hasonló eredményt adott. Példa:

10·96 g nitrovegyület, 0·6 liter methylalkohol, 8·76 g magnesium. Hűtés itt is szükséges. A fém két óra alatt feloldódott. Egy óráig tartó forralás után a fentiek szerint készült el a nyerstermék, melyet gőzdesztillationnak vetettünk alá. 2·0 g nitrotoluol szállt el, a lombikban pedig a vízcsep alatt megszilárduló kristályos tömeg maradt vissza. Aethylalkoholból való átkristályosítás halványsárga azoxy-vegyületet eredményezett (6·2 g; olvadáspont 38—39°). Egy nagyobb kísérletnél 38·35 g m-nitrotoluolból 22·0 g tiszta 3, 3'-dimethyl-azoxybenzolt nyertünk. Termelés: 69, illetve 69·5%.

0·1456 g anyag: 16·05 ccm N (17°, 746, korr. 731 mm).

$C_{14}H_{14}ON_2$. Számított: 12·39% N.

Talált: 12·48% N.

Az anyalúgok klormésszel elég erős amin-reakciót mutatnak. Hydrazo-vegyület nincs jelen. Tolylhydroxylamint több esetben találtunk.

p-nitrotoluol redukciója.

10·96 g p-nitrotoluol, 0·6 liter methylalkohol, 8·76 g magnesiumium. A fém oldódása és még egy órai forralás után, már a kihűlt methylalkoholos oldat megtelt sárga tükkal. Az alkoholt ledesztilláltuk és 0·1 liter vizet, majd savanyú kémhatásig híg sósavat adtunk az elegyhez, mire a feltisztult oldatból sárga, szilárd nyerstermék vált le (8·0 g). Vízgőz 2·0 g át nem alakult nitro-vegyületet üzött ki belőle. A maradék, ligroin és æthylalkohol elegyből átkristályosítva, 5·5 g tiszta 4, 4'-dimethylazoxybenzolt adott. Termelés: 61%; olvadáspont: 70°.

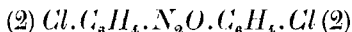
0·1440 g anyag: 16·10 ccm *N* (16°, 743, korr. 729 mm).

$C_{14}H_{14}ON_2$. Számított: 12·39% *N*.

Talált: 12·67% *N*.

II. Halogen-tartalmú nitrovegyületek redukciója.

2, 2'-diklor-azoxybenzol előállítása



6·0 g o-klornitrobenzol abszolút methylalkoholos oldatában (200 ccm) 6·0 g magnesium-szelet egy-két óra alatt feloldódott, miközben az elegy színe sárgába, majd vörösbe csapott át. A reakciót úgy kell szabályozni, hogy a folyadék enyhén, de állandóan forrjon. Egy napi állás és az oldószer elhajtása után, részletenként, óvatosan 50 ccm tömény sósavat öntöttünk a hűtött tömeghez, majd egyszerre 0·1 liter vizet. A magnesiumhydroxyd feloldását sárga tükből álló kristálytömeg megjelenése kísérte. Nyerstermék 3·5 g. Borszeszből való átkristályosítás eredménye 2·9 g (58%) tiszta 2, 2'-diklor-azoxybenzol. Olvadáspont: 56°.

0·1914 g anyag: 17·90 ccm *N* (22°, 751, korr. 739 mm). —

0·1498 g anyag: 0·1626 g *AgCl* (CARIUS szerint).

$C_{12}H_8ON_2Cl_2$. Számított: 10·49% *N*; 26·56% *Cl*.

Talált: 10·52% *N*; 26·85% *Cl*.

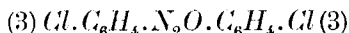
Egy nagyobb kísérletnél, 37·8 g klornitrobenzoból 1·5 liter methylalkohol és 35·0 g magnesium hatására, 28·0 g nyerster-

mék vált le. Összetétele világosan mutatta, hogy némi nitro-vegyület változatlanul maradt (talált: 9·70% *N*; számított: azoxy-származéokra 10·49%, nitro-vegyületekre 8·89%). Átkristályosítás itt is tiszta 2, 2'-diklor-azoxybenzolt eredményezett (talált: 10·58% *N*). Termelés: 19·2 g=60%; olvadáspont 56°.

Különböző kísérleteknél nem egyszer olajos volt a nyers-termék és hűtésre sem szilárdult meg, aminek oka tökéletlenül lefolyt redukció. Célszerű ilyenkor a változatlan nitro-vegyületet gőzzel elűzni, mire a visszamaradó anyag csakhamar kristályos lesz.

Ha a fent közölt előíratot akként módosítjuk, hogy igen erős hűtés folytán a reakciós elegy felforrása elmaradjon, akkor a nyers-termék, de az átpárolt methylalkohol is, erősen redukálja a hideg ammoniás ezüst-oldatot. Phenylhydroxylamin-származék van tehát jelen. Rendszerint amint is sikerül az anyalúgokban kimutatni (positív klormész-reakció).

3, 3'-diklor-azoxybenzol



6·3 g m-klornitrobenzol 300 ccm methylalkoholban, 5·84 g magnesium. Az élénkülő reakciót vízhűtéssel mérsékeljük, majd pedig két órán át forraltuk a tiszta oldatot. Lehűtésre sárga tük jelentek meg, melyek sokkal nagyobb mennyiségben váltak le, midőn a methylalkoholt elűztük és a magnesiumhydroxydot híg sósavban feloldottuk. Nyers-termék: 4·75 g; olvadáspont: 91°. Alkoholból átkristályosítva: 4·25 g tiszta azoxy-vegyület, a lehetséges mennyiség 80%-a. Olvadáspont: 95·5°.

0·1374 g anyag: 13·00 ccm *N* (21°, 750 korr. 738 mm).

$C_{12}H_8ON_2Cl_2$. Számított: 10·49% *N*.

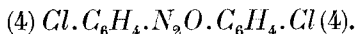
Talált: 10·67% *N*.

Az anyalúg amin-tartalmú; hydroxylamin- vagy hydrazo-származék nincs jelen.

A leírt kísérletben alkalmazott fémmennyiség az azoxy-vegyület előállításához elméletileg szükségesnek négyszerese volt. Kevesebb magnesium nem vezet jó eredményre; ilyenkor ugyanis sok nitro-klorbenzol változatlanul marad, a nyers-termék pedig

60° körül olvad és összetételét illetőleg a kiindulási anyag és az azoxy-vegyület között áll (pl. talált: 9·92% N, míg a klor-nitrobenzol nitrogen-tartalma 8·89%, az azoxy-vegyületé 10·49%) A klor-nitrobenzol átfűvése után csupán 50% volt itt az azoxy-termelés.

4, 4'-diklor-azoxybenzol



3·0 g magnesium 2 óra alatt feloldódott 6·0 g p-klor-nitrobenzol methylalkoholos oldatában (250 ccm). A hűtéssel mérsékelt átalakulás folyamán nem mutatkozik vörös szín, amiben a p-isomer viselkedése az előző készítményével egyezik. Még a redukció alatt nagymennyiségű sárga tű vált le a meleg methylalkoholos oldatból. Feldolgozás mint fent. A nyerstermék (5·08 g=100%) majdnem a helyes összetételt mutatta: nitrogen-tartalma 9·93% volt 10·49% helyett. Kevés benzolban forrón oldottuk és szűrés után meleg borszeszt elegyítettünk hozzá. Hűtés és részleges bepárlás 4·1 g, vagyis 81%-nyi tiszta 4, 4'-diklor-azoxybenzolt eredményezett. Olvadáspont: 155°.

0·1290 g anyag: 18·00 cm N (21°, 749, korr. 738 mm).

$C_{12}H_8ON_2Cl_2$. Számított: 10·49% N.

Talált: 10·57% N.

2, 2'-dibrom-azoxybenzol



16·16 g o-brom-nitrobenzol, 0·6 liter methylalkohol, 11·68 g magnesium. A redukció folyamán átmenetileg itt is vörös színéződés lép fel, mely később sárgába csap át. A gázfejlődés megszünte után két órát forraltuk vízfürdön a folyadékot s ekkor ledesztilláltuk az alkoholt. A jéggel kevert, majd hig sósavval enyhén megsavanyított elegyből sárga olaj vált le, mely 0°-on csakhamar kristálytömeggé változott. Az utóbbit vízzel főztük, míg az olajcseppecskék távozása megszűnt. A visszamaradt anyag, hig alkoholból, majd ligroinból való átkristályosítás után, tiszta azoxy-vegyületnek bizonyult. Termelés: 4·5 g, tehát 32%. Hosszú, sárga tűk; olvadáspont: 112°.

0·2148 g anyag: 15·05 ccm N (20°, 754, korr. 736·5 mm). —

0·1074 g anyag: 0·1137 g *AgBr*.

$C_{12}H_8ON_2Br_2$. Számított: 7·87% N; 44·91% Br.

Talált: 7·92% N; 45·05% Br.

A csekély termelésnek egyik oka az lehet, hogy az o-azoxy-vegyület sokkal jobban oldódik methylalkoholban a m- s kivált a p-isomernél, mely még a reakció folyamán kikristályosodik s így elvonódik a további behatástól.

A fenti kísérlet mellékterménye 2·0 g anilin, némi azo-termék, valamint át nem alakult bromnitrobenzol volt. Az anyagok bőséges bromid-iont tartalmaznak. Nem javul az eredmény több fém alkalmazásakor sem.

3, 3'-dibrom-azoxybenzol

(3) $Br.C_6H_4.N_2O.C_6H_4.Br$ (3).

E készítménynél a kedvező eredmény előfeltétele, hogy bőséges mennyiségű fém, a számítottak mintegy hatszorosa legyen jelen.

8·08 g m-nitrobenzol, 300 ccm methylalkohol, 8·76 g magnesium. A kezdetben hűtéssel mérsékelt heves reakciót másfél óras forralás fejezte be. A methylalkoholtól megfosztott és meg-savanyított elegyből helyes eljárásnál nem olaj, hanem hosszú, sárga tűkből álló tömeg válik ki. E nyerstermék (7·6 g, olvadáspont 94°) borszeszből kristályosítható át. Eredmény: 5·0 g tiszta azoxy-vegyület. Termelés: 70%; olvadáspont: 111°.

0·2050 g anyag: 14·01 ccm N (16°, 760, korr. 752 mm).

$C_{12}H_8ON_2Br_2$. Számított: 7·87% N.

Talált: 7·99% N.

4, 4'-dibrom-azoxybenzol

(4) $Br.C_6H_4.N_2O.C_6H_4.Br$ (4).

16·16 g p-bromnitrobenzolt enyhe melegítéssel oldottunk 600 ccm methylalkoholban; 5·84 g magnesium hatására, egy idő múlva szép, sárga tűk kezdtek leválni. Feldolgozás, mint az előző készítményeknél, de utólagos forralás nélkül. Nyerstermék 13·95 g (olvadáspont 155°). Kevés forró benzol és alkohol ele-

gyéből végezve az átkristályosítást, 12·0 g tiszta anyagot nyertünk. Termelés: 84%; olvadáspont: 172°.

0·1922 g anyag: 13·80 ccm N (21°, 746, korr. 734·5 mm). —

0·1078 g anyag: 0·1148 g *AgBr*.

$C_{12}H_8ON_2Br_2$. Számított: 7·87% N; 44·91% Br.

Talált: 8·05% N; 45·31% Br.

A sósavas anyalúg amin-, phenylhydroxylamint, azovegyületet nem tartalmaz. A nyerstermékben némi nitroszármazék van jelen.

2, 2'-5, 5'-tetrabrom-azoxybenzol

(2, 5) Br_2 . C_6H_3 . N_2O . C_6H_3 . Br_2 (2, 5).

22·5 g 2,5-dibrom-nitrobenzol, 600 ccm methylalkohol, 11·7 g magnesium. A reakció folyamán itt is vörös festék keletkezik, ami csak o-állású halogen jelenlétében történik meg. A vízbe öntött elegy megsavanyítását ecetsavval végeztük. A szokott eljárás eredménye 6·1 g (30%) tiszta 2, 2'-5, 5'-tetrabrom-azoxybenzol.¹ Világossárga tűk, olvadáspont 162° (ligroin-benzolból), miután a nyerstermékéből forró ligroinnal eltávolítottunk egy narancs-sárga anyagot.

0·2269 g anyag: 10·82 ccm N (18°, 755, korr. 745 mm). —

0·1026 g anyag: 0·1508 g *AgBr*.

$C_{12}H_6ON_2Br_4$. Számított: 5·45% N; 62·22% Br.

Talált: 5·48% N; 62·54% Br.

Az anyalúgban az amin- és phenylhydroxylamin-reakció pozitív; hydrazobenzol nincs jelen. Az eredeti brom-mennyiségnek 21%-át találtuk meg ion-állapotban a kísérlet végén, ami a csekély termelés magyarázatául szolgálhat.

¹ Az anyag jellemző reakciója: tömény kénsavban rendkívül intenzív carminvörös színnel oldódik. A szín több hét alatt sem tűnik el.

III. Aromásan kötött halogen viselkedése.

Klorbenzol.

Az alkalmazott körülmények között magnesium-methylalkohol hatására nem hasadt le halogen. A kiindulási anyagot változatlanul visszanyertük.

Brombenzol.

A brombenzol magnesium és methylalkohol hatására nagyobb részben benzollá alakul, a maradék pedig változatlanul marad.

31·4 g brombenzol, 0·5 liter methylalkohol, 18·25 g magnesium. A lombik visszafolyó hűtőt hordozott, melynek felső nyílására kétszer görbitett, jéghideg methylalkohol alatt végződő üvegcső volt szérelve, hogy a heves reakció folyamán lehetőleg kevés benzol illanjon el. A fémet négy részletben vittük be. A kísérlet végén ledesztilláltuk az egyesített folyadékokból a methylalkoholt, mely benzolt és brombenzolt ránt magával. Vizbeöntés, leemelés és ismételt, gondos frakcionálás után, 4·35 g tiszta benzolt különítettünk el (28%), a keletkezett egész mennyiségnek mintegy a felét.

A desztillálás után visszamaradt tömeget salétromsavban oldva, meghatároztuk az ion-állapotba jutott brom mennyiségét, azzal az eredménnyel, hogy az eredeti halogen-tartalomnak 50—60%-a hasadt le a kísérlet folyamán. A változatlanul maradt brombenzolt minden esetben visszanyertük.

Jodbenzol.

Teljesen más a kép a jodbenzólnál, amelynek egész halogenge lehasad. A titrálás itt pl. 98% jod-iont mutatott ki. A keletkezett benzolnak mintegy kétharmadrészét sikerült tiszta állapotban elkülöníteni. Példa:

40·8 g jodbenzol, 0·5 liter methylalkohol, 29·2 g magnesium. Az utóbbit hat részletben, négy óra alatt adtuk az oldathoz. A reakciókeverék feldolgozása úgy történik, mint a brombenzol esetében, csupán itt a desztillatiót addig kell folytatni, míg a

párlat egy próbájában víz már nem idéz elő zavarodást. Rectifikálással 11·0 g tiszta benzolt nyertünk, vagyis az elméleti mennyiség 70%-át. Olvadáspont 5·4°, forráspont 80°. Változatlan jodbenzol nincs jelen.

α -bromnaphtalin.

Naphtalin-gyűrűben álló halogen, mint említettük, sokkal érzékenyebb redukálószerünkkel szemben, mint a megfelelő benzol-származék: a klor- és brom-naphtalin is quantitativ dehalogenisálódik.

4·14 g α -bromnaphtalin methylalkoholos oldatához (100 ccm) egyszerre adtuk hozzá a magnesiumot (2·92 g). Már az átalakulás folyamán fénylő, fehér lapok váltak le. A magnesium eltűnése után vízbe öntöttük az átlátszó oldatot, mire a lombik megtelt szintelen kristályokkal. Termelés: 2·45 g tiszta naphtalin (96%), olvadáspont: 80°. Átkristályosítás mellőzésével analysáltuk:

0·1041 g anyag: 0·3569 g CO_2 , 0·0610 g H_2O .

$C_{10}H_8$. Számított: 93·71% C, 6·30% H.

Talált: 93·50% C, 6·56% H.

A naphtalin anyalúgójában, titrálás útján, a bromnaphtalin halogen-tartalmának 100·7%-át találtuk meg. E szám és az elért termelés szerint az átalakulás quantitativ.

Függelék: A lehasadt halogen titrálásának módszeréről.

A redukció lefolyása és a methylalkohol elűzése után, az ionisált halogen meghatározása céljából, salétromsavval meg-savanyítottuk a folyadékot. A jégszekrényben való állásnál levált szerves termék szűrletét meghatározott térfogatra egészítettük ki és annak aliquot részét VOLHARD szerint titráltuk. A térfogatos meghatározást színes oldat esetén csontszénnel való főzésnek kell megelőznie. Az o-chlornitrobenzólnál még így is nehézségbe ütközik a kísérlet, mert itt ezüstnitrát hozzáadására rendszerint rózsaszíneződés, majd sötétedés következik be.

Jód-tartalmú anyagoknál annyiban módosítandó a vázolt eljárás, hogy a tömeg megsavanyítását ecetsavval tanácsos végezni, mert salétromsav jódot tehet szabaddá. Csupán a már leszűrt és titrálásra készen álló próbához öntsünk néhány ccm tömény salétromsavat, a vastímsó hozzáadása pedig csak a jódezüst-csapadék teljes összeállása után történjék, máskülönben ugyancsak jód szabadulhat fel.

IV. Ketonok redukciója.

Benzhydrol benzophenonból.

9·1 g phenon, 200 ccm methylalkohol, 4·55 g magnesium. A csakhamar meginduló élénk reakciót vízhűtéssel kell időnként mérsékelni. A fém két óra alatt eltűnt és tiszta, átlátszó oldat keletkezett. A methylalkohol ledesztillálása és jéghideg víz hozzáadása után híg ecetsavat (nem sósavat!) vittünk be savanyú kémhatásig és vízfürdön hevítettük az elegyet, míg a magnesiumhydroxyd teljesen feloldódott. A levált szintelen olaj már a víz-csap alatt fehér kristály-tömeggé fagyott meg. A nyersterméket (9·0 g, olvadáspont: 64°) legcélszerűbb (vacuumban való szárítás után) ligroinból átkristályosítani. Így 8·2 g tiszta benzhydrolt nyertünk. Termelés: 89%. Hófehér, csillagosan csoportosult tűk, melyek kénsavval az ismert vörös színreactiót adják. Olvadáspont és keverék-olvadáspont: 67·5°.

0·1534 g anyag: 0·4758 g CO_2 , 0·0908 g H_2O .

$C_{13}H_{12}O$. Számított: 84·73% C; 6·57% H.

Talált: 84·59% C; 6·62% H.

Acetophenon redukciója.

24·0 g acetophenon, 400 ccm methylalkohol, 29·2 g magnesium (négy részletben). Erős hűtés szükséges. Az átalakulás lezajlása után, a methylalkoholtól megfosztott elegyet tört jéggel hígítottuk és a magnesiumhydroxydot megfelelő mennyiségű 80%-os ecetsavval vittük oldatba (sósav alkalmazása itt hátrányos). Egy nap alatt a folyadék kitisztult. Ismételt ætheres kirázás 23 g anyagot távolított el. Az ætheres oldat ecetsavtartalmát többszöri bicarbonatos kirázás semlegesítette, mire a

natriumsulfattal szárított ætheres folyadékot szárazra pároltuk. A visszamaradt sűrű olaj vacuum-desztillációjánál 11·1 g methylphenyl-carbinol párolt át. (Nyomás 15 mm; a fürdő hőmérséklete 155°.) Termelés: 45·5%. Forrpont légnyomáson: 204°.

0·1978 g anyag: 0·3672 g CO_2 , 0·0968 g H_2O .

$C_8H_{10}O$. Számított: 78·62% C; 8·26% H.

Talált: 78·36% C; 8·48% H.

A desztillációnál visszamaradt mézgaszerű tömeget légritkított térben, 240°-os fürdőben tovább hevítve, 13—14 mm nyomás mellett, hig olaj elszállását lehetett megfigyelni, mely a szedőben színtelen tükké változott. Forró, tömény benzolos oldatából ligroin kristályosított ki 2·4 g pinakont (dimethyldiphenyl-æthylenglykol); az anyalúgból további 0·15 g-ot nyertünk. Termelés: 2·55 g, kereken 11%.

0·1538 g anyag: 0·4444 g CO_2 , 0·1085 g H_2O .

$C_{16}H_{18}O_2$. Számított: 79·29% C; 7·49% H.

Talált: 79·32% C; 7·95% H.

A lombikban végül 4·5 g kolophoniumhoz hasonló amorph anyag maradt.

p-methoxy-acetophenon redukciója.

6 g phenon, 200 ccm methylalkohol, 5·84 g magnesium (három részletben, hűtés közben hozzáadva). A fém 2—3 óra alatt tűnik el. Az alkoholt lepároltuk és a jégre öntött elegyet 80%-os ecetsavval savanyítottuk meg. Az 1—2 óra alatt feltisztult oldat ætheres kivonatából bicarbonat-oldattal való ismételt rázás eltávolította a savat. A szárított oldat maradékának vacuum-desztillációjánál 2·85 g methyl-p-methoxyphenyl-karbinol ment át. Termelés: 47%, forrpont légnyomáson 298°. Ánishoz kissé hasonló szagú folyadék. Tömény kénsavval heteken át állandó, sötétvörös színeződést ad.

0·1456 g anyag: 0·3778 g CO_2 , 0·1035 g H_2O .

$C_8H_{12}O_2$. Számított: 71·01% C; 7·96% H.

Talált: 70·77% C; 7·95% H.

ÜBER DIE REDUKZION ORGANISCHER
VERBINDUNGEN,
MIT HILFE VON MAGNESIUM UND METHYLALKOHOL.

Von L. ZECHMEISTER und P. ROM.

In der gleichzeitigen Anwendung von Magnesium und Methanol ergibt sich ein neues Reduktionsverfahren, dessen Brauchbarkeit in verschiedenen Körperklassen erprobt werden soll. Die Einwirkung des Metalls verläuft lebhaft, unter H-Entwicklung (SZARVASY) und findet auch in Gegenwart von etwas Feuchtigkeit statt (BJERRUM, ZECHMEISTER).

Nitrobenzol gibt mit dem Reagens ein ziemlich kompliziertes Gemisch, in dem die Azo- und Azoxystufe vorwalten. Einheitlicher verläuft die Reduktion von substituierten Nitrobenzolen. So wurden nachstehende Ausbeuten an reinen Azoxykörpern erzielt (in Prozenten der Theorie): o-, m- bzw. p-Nitrotoluol ergaben 57, 70 bzw. 61%, die drei Chlornitrobenzole der Reihe nach 60, 80 bzw. 84%, die entsprechenden Brom-Derivate 32, 70 bzw. 84%.

Als eine Ursache der schwankenden Ausbeuten hat man den Umstand ermittelt, dass stets Halogen abgespalten und ionogen wird. Um auch diese Nebenwirkung des Reduktionsmittels kennen zu lernen, war es nötig, Versuche mit einfachen Halogen-Verbindungen vorzunehmen. Jodbenzol wird quantitativ, Brombenzol zu etwa 60% enthalogenisiert und in Benzol übergeführt. Chlorbenzol bleibt völlig unverändert. In der Naphtalin-Reihe findet die Abspaltung aller drei Halogene glatt und vollkommen statt.

Die Prüfung einiger Ketone ergab folgendes: Benzophenon

verwandelt sich leicht in das Hydrol, das wohl am besten auf diesem Wege dargestellt wird. Hingegen beträgt die Hydrol-Ausbeute bei Acetophenon nur 50%; daneben entsteht das Pinakon, sowie ein harziger Körper. In Bezug auf die Bildung des Hydrols verhält sich p-Methoxy-acetophenon ähnlich.

Die Untersuchung, die in dankenswerter Weise von dem Ung. Naturwissenschaftlichen Landesfonds unterstützt wurde, soll unter Einbeziehung anderer Körperklassen weitergeführt werden.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

ÚJABB VIZSGÁLATOK A PAPIKA FESTÉKÉRŐL.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ-, CHOLNOKY LÁSZLÓ- és VRABÉLY VERÁ-tól.

(A pécsi egyetem kémiai intézetében készült dolgozat.)

I.

Az érett paprika vörös festékének kémiai vizsgálata hosszabb időn át eredménytelen maradt. A közelmúltban sikerült azonban a «capsicumvörös» fő-alkatrészét kristályos alakban kinyerni és elemezni. Az igen színerős új festék, a *capsanthin* $C_{34}H_{48}O_3$ legfontosabb tulajdonságait leírtuk, majd egy második kísérlet-sorozatban mellékfestékek után kutattunk. Kiderült, hogy a capsanthint a drogban mindig *carotin* $C_{40}H_{56}$ kíséri és hogy a két festék közt fennálló súlyarány 7 : 1, a capsanthin javára. A paprika carotinja azonos a sárgarépa (*daucus carota*) pigmentumával, valamint a levélzöld egyik alkotórészével.¹

Egyéb festékeket eddig nem sikerült elkülöníteni az érett paprika-csóból s a mennyiségi viszonyok figyelembe vételével nem is valószínű, hogy egy esetleges harmadik komponens számottevő arányban jelen lehessen. E megállapítással lezárult a capsicumvörös analitikai feldolgozása, hátra van azonban a nehezebb feladat: a két paprika-festék vegyi szerkezetébe való behatolás. A capsanthinról, mint eddig ismeretlen termékről, semmiféle adat sem áll rendelkezésre, míg a természetben elterjedt és régóta vizsgált carotin szerkezetét többen hiába igyekeztek felderíteni.²

¹ ZECHMEISTER L. és CHOLNOKY L., Mat. termtud. ért. 1927. 44. k. 404. l.; LIEBIGS Annalen 1927. 454. k. 54. l. és 455. k. 70. l.; Magy. chem. foly. 1926. 32. k. 97. l.

² V. ö. pl.: H. H. ESCHER, Zur Kenntnis des Carotins und des Lycopins. Doktori ért. Zürich. 1909.

Minthogy a két festék erősen telitetlen jellegű, arra a gondolatra jutottunk, hogy a kettős kötéseket *katalytikus hidrá-lással* próbáljuk eltüntetni s így növelve az anyagok állandóságát, kísérjük meg, a különböző behatásoknál ismételten megfigyelt gyantásodás kirekesztését. Csábító volt az a kilátás is, hogy a szerves molekulába lépő hydrogen mennyiségének szabatos megmérése bizonyos fokig tájékoztatni fog a szerkezetről. E reményünkben nem is csalódtunk.

II.

A jelen dolgozat kísérleti része a főfestéknek sehol még le nem írt hidrálásával foglalkozik s emellett néhány kiegészítő adatot hoz a carotin redukciójához, amelyet más helyen vázlatosan ismertettünk.¹ Ott közölt kísérleteink szerint, a carotin ætheres vagy cyclohexanos oldata, platina jelenlétében, 11 molekula hydrogenet vesz fel, mialatt fokozatosan, de végül teljesen elszíntelenedik. E váratlan analytikai eredményből az alábbi következtetést vontuk: «Minthogy a kíméletes eljárásnál gyűrűs rendszerek felnyílása valószínűtlen, az a ránk nézve meglepő tény derült ki, hogy a carotin lényegében *aliphás szerkezettel* bír. 11 molekula hydrogen felvétele ugyanis a $C_{40}H_{78}$ képlethez vezet, mely csupán négy hydrogen-atommal szegényebb, egy 40 szénatomot tartalmazó paraffinnál.»

E megállapításunk élénk visszhangra talált. Két zürichi kutató, R. KUHN és A. WINTERSTEIN közölte, hogy a carotin hidrálásának vázolt eredményei alátámasztják tapasztalataikat, amelyek sok conjugált kötést tartalmazó, szintetikus szénhydrogenekre vonatkoznak.² Véleményük szerint, a carotinban is számos conjugált olefin-kötés van. E valószínű hypothesis ellenőrzendő, colorimetriás mérésekkel kísért, részleges hidrálási kísérleteket végzünk s legközelebb beszámolunk azok eredményéről. Döntés ezen az úton remélhető, mert KUHN és WINTERSTEIN szerint, THIELE nézeteit (a conjugált kettős kötések additíós

¹ Berichte der deutsch. chem. Ges., 1928. 61. k. 566. l.

² Helvetica chimica acta 1928. 11. k. 427. l.

viszonyairól) az úgynevezett poly-enekre is ki lehet terjeszteni. E polyenek hydrálása igen jellemzően folyik le. Például, a diphenylhexatrien katalytikus redukálásánál, a szín-erősség arányosan csökken a felvett gázmennyiséggel, ami nyilván annyit jelent, hogy a részlegesen már hydrált termékek gyorsabban redukálódnak tovább, mint a trien maga.

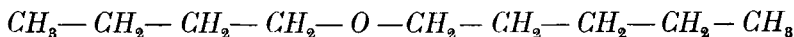
De térjünk át az érett paprika főfestékének katalytikus hydrogenisatiójára.

III.

Az alább leírt kísérleti körülmények között, a *capsanthin-molekulát is könnyen sikerül hydrogennel telíteni*. A mélyvörös alkoholos oldat színe csakhamar elhalványul, majd teljesen eltűnik s a levegőn való állásnál sem tér többé vissza. A felvett gázmennyiség, most lezárt kísérlet-sorozatunk szerint, pontosan 9 molekula hydrogennek felel meg, tehát hasonló nagyságrendű, mint a kissé magasabb molekulásúlyú carotin telítéséhez szükséges térfogat. A perhydro-capsanthin legvalószínűbb képlete $C_{34}H_{66}O_3$, amiből következik, hogy a paprika legfontosabb festéke *ugyancsak aliphás szerkezetű*. Molekulájában hosszú, nyílt szénlánc foglal helyet.

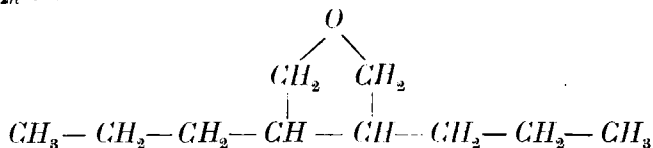
A carotin- és capsanthin strukturája közti hasonlóság azonnal felveti a kérdést, hogy milyen helyzetet foglalhat el az utóbbiban a három oxygen-atom? Savanyú, vagy carbonyl-tulajdonságokat a festék nem mutat, viszont diazomethannal sem reagál, tehát hydroxilt sem tartalmazhat. Biztosra vehetjük azért, hogy az *O*-atomok *aether-szerű* kötésben vannak, ami annyit jelent, hogy mindkét vegyértékük szénhez fűződik. Vizsgáljuk meg, hogy minő támpontokat nyújt ez a megállapítás a capsanthin szerkezeti problémájára nézve.

Ha egy telített, aliphás szénhydrogen molekulájába oxygen lép és ott *aether-szerű* kötésben helyezkedik el, akkor két lehetőség mutatkozik: 1. Az oxygen a főláncba iktatódik, a következő schema szerint:

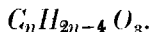


Ebben az esetben a termék tapasztalati képlete $C_nH_{2n+2}O$ lesz, tehát az eredeti paraffinéhoz közel, ugyanis az additio viszonyában áll. A H -atomok száma itt nem csökkent.

2. Elhelyezkedhetik azonban az oxygen akként is, hogy a főláncot egy melléklánccal, vagy két mellékláncot egymással köt össze, miáltal *gyűrűs* alakulat tagjává lesz. Minden ily módon belépett O -atom kettővel apasztja az eredetileg jelenvolt hydrogen-atomok számát; például az alábbi modell összegképlete $C_nH_{2n}O$:



Három oxygen esetén pedig a következő a képlet:



A hydrált capsanthinnál az első lehetőség $C_{34}H_{70}O_3$ -hoz vezetne, míg, ha az O -atomok posíciója a második schemának felel meg, akkor a képlet $C_{34}H_{64}O_3$. A perhydro-capsanthin tényleges összetétele $C_{34}H_{86}O_3$, tehát a kettő között áll, ami arra mutatna, hogy mindkét kötési mód előfordul benne. E következtetés végleges kimondása előtt azonban még némi óvatosságra van szükség, mert hiszen, ha az oxygenmentesnek képzelt perhydro-capsanthin-gyökben ($C_{34}H_{86}$ —) négygyel kevesebb H -t találunk, mint hasonló szénláncú paraffinban, akkor az a lehetőség is nyitva maradt, hogy a molekulának általánosságban nyílt szerkezete mellett, két carbocyclusos gyűrű mégis csak jelen van. A következő variánsok közül egyik sem zárható még ki teljes biztonsággal:

- a) 2 szényűrű; mindhárom O -atom nyílt láncban.
- b) 1 szényűrű; egy oxygen gyűrűs rendszer tagja és
- c) nincs szényűrű, de két O -atom van cyclusos kötésben.

Meg kell végül azt is fontolnunk, hogy a perhydro-capsanthinban 66 H -atom fordul elő; itt az analytikai meghatározások a hibaforrásokhoz oly közel állanak, hogy a képletek csekély módosításával ($\pm H_2$) is számolnunk kell.

Az oxygen posíciója összhangban van a capsanthinnak érez-

hetően bázisos természetével. Amidőn a festék sósavval reagál, nyilván oxonium-sót alkot.

IV.

A capsanthin szerkezetének megítéléséhez az észlelt *optikai jelenségek* is hozzájárulhatnak. Feltűnő, hogy a hydrált carotin poláros fényel szemben inaktív, míg a perhydro-capsanthin jelentékenyen balra forgat. Nyilván elvi eltérés van a két termék belső szerkezete között. A carotin-molecula hosszú, nagyjában elágazatlan láncot rejt magában, melyen az összegképlet jelezte két széngyűrűnek akként (talán a lánc végein) kell elhelyezkednie, hogy ne jöhessen létre asymmetria. Ezzel szemben, a capsanthin oxygen-gyűrűs rendszerei könnyen vezetnek asymmetriás szénatomok kialakulásához.

A tényállás felderítéséhez, igaz, még egy láncszem hiányzik: magukat a festék-oldatokat nem sikerült még polározni, átvilágítási nehézségek miatt. Azonban biztosra vehető, hogy a carotin éppúgy inaktív, mint redukciós terméke. A capsanthin-nál nem ennyire határozott a következtetés, mert hydrogen-felvétel könnyen idézhet elő forgatóképességet, inaktív, telítetlen rendszerekben.

V.

A vázolt viszonyokkal kapcsolatban ki kell térnünk a *carotin-csoport molekulásúlyának* kérdésére.

Tudtunkkal ZEISE állította fel, 1847-ben, az első carotinképletet ($C_5H_8 = 68$),¹ mely azonban később, ARNAUD közleményeinek hatása alatt, háttérbe szorult. ARNAUD szerint, a szénhydrogen összetétele $C_{28}H_{36}$ volna, molekulásúlya pedig 372.² Hosszú időbe telt, míg e symbolum tarthatatlansága kiderült. WILLSTÄTTER és MIEG³ modern eszközökkel láttak 1907-ben a carotinoidok vizsgálatához s ők állapították meg a máig is érvé-

¹ Annalen d. Chemie u. Pharm. 1847. 62. k. 380. l.

² Comptes rendus de l'Acad. franç. 1885. 100. k. 751 l.; 1886. 102. k. 1119. és 1319. l.; 1887. 104. k. 1293. l., végül 1889. 109. k. 911. l. V. ö. Bulletin soc. chim. 1887. 48. k. 64. l.

³ LIEBIG's Annalen 1907. 355. k. 1. l.

nyes képletet ($C_{40}H_{56} = 536$). Úgy látszott, hogy ezzel a carotin molekulájának gyakran vitatott kérdése végleg elintéződött. Azonban néhány héttel ezelőtt KARRER és SALOMON a következő szavakkal adtak kifejezést kételyüknek:¹ «A carotin és rokonainak jelenleg elfogadott molekuláris képletei főleg ebulioskopos molekulásúly-meghatározásokon nyugszanak; ámde nem egészen bizonyos, hogy ezek helyes értékeket adnak-e, minthogy ennyire telítetlen anyagoknál asszociációs jelenségek is a lehetőség határain belül vannak.»

A szerzők tehát lehetségesnek tartják, hogy a carotin valódi molekulásúlya az elfogadottnál jóval kisebb. Az így ismét aktuálissá tett kérdést eldöntik az alább közölt molekulásúly-meghatározások, amelyeket — most először, — nem carotinnal, hanem a perhydrált termékkel végeztünk. A hydrogen-felvétel eltünteti az olefin-kötéseket, miáltal az asszociáció lehetősége is megszűnik, vagy legalább háttérbe szorul. A perhydro-carotin molekulásúlyát átlag 570-nek találtuk, míg a számított érték 559. Ennélfogva az eredeti festékben is meg kell lennie a 40 szénatomból álló váznak, miáltal WILLSTÄTER és MIEG formulázása, új oldalról, teljes megerősítést kapott.

VI.

Hasonlítsuk most össze a nyert kísérleti eredményeket KARRER és SALOMON néhány adatával. E kutatók a sáfrányból elkülönített festékek közül az γ -crocetint ($C_{21}H_{26}O_4$) katalytikusan hydrálták és a nagyfokú H -felvételtől ugyancsak aliphás szerkezetre következtetnek. Érdekes, hogy a hydrálás terméke, úgy mint a capsanthin esetében, *színtelen olaj*, ami a szerzők szerint térbeli isomeriára vezetendő vissza. Ha ugyanis az eredeti festék egy vagy több kettősen kötött C -atomján oldallánc függ, akkor a hydrálásnál stereoisomerek elegye keletkezhetik, ami a kristályosodási képességet természetesen csökkenti. E meggondolás érvényesnek látszik a capsanthinra is; mindenesetre megmagyarázná a perhydrált carotin- és capsanthin közti fizikai

¹ Helv. chim. acta 1928. 11, k. 518. és 711. l.

különbség váratlan irányát, ugyanis azt, hogy az alacsonyabb molekulású termék hajlamos kevésbé kristályosodásra. Viszont optikai téren jelentős a különbség crocetin és capsanthin között, mert az előbbinek redukeiós terméke a poláros fényre hatástalan.

A tárgyalt eszmemenetek további kiépítését a carotin egyik legközelebbi rokonának, a *xanthophyll*nak $C_{40}H_{56}O_2$ vizsgálatától várjuk. [E vegyületet WILLSTÄTTER és STOLL módszerével,¹ csalámból (*urtica urens*) állítottuk elő és hidrálásával most foglalkozunk. Kis mennyiségű xanthophyll alkoholos oldatban két percen belül kifehéredik, mialatt mohón nyel el hydrogent, finoman elosztott platina jelenlétében.

Újabban egy további, távolabb eső lehetőség is mutatkozik módszerünk számára, amennyiben sikerült a chlorophyll első lebontási termékét, a *phäophytint*, hydrogennel reakcióba hozni. Quantitatív célokra a jól kristályosodó *phäophorbidok* alkalmazását tervezzük.

VII.

Az előző, tisztán kémiai fejtegetések után szabadjon végül néhány megfigyelést közölni, a vörös *paprika-pigment keletkezését* illetőleg.

Az éretlen paprika színe legtöbbször még a növényen fokozatosan vörössé változik. Gyakran a cső egyik oldala zöld, a másik már vörös. Éles határ a két színfolt közt alig van, ami a tájékozódást szerfelett megnehezíti. Hiszen magát a zöld pigmentet is rendszerint négy komponens szokta alkotni, chlorophyll a és b, carotin és xanthophyll. Találtunk azonban oly capsicum annum-varietásokat, melyek a vörös festék eredetének kérdését úgyszólván maguktól oldották meg: ezeknél közvetlenül a megvörösödés előtt alig láthatunk némi szint. Kolorimetriás méréseink szerint, oly nagy mérvű itt a szín-szegénység, hogy a később kifejlődő capsicumvörös intenzitásának még 1/10000 része sincs jelen. Ebből következik, hogy a carotin és capsanthin szintézise szintelen anyagokból történik a növényben.

¹ Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und Ergebnisse. Berlin. 1913. — Az új kísérleteket Tuzson PÁL úr végzi.

Érdekes, hogy a megvörösödés oxydatiós folyamat, amely késett, vagy elmaradt, midőn a leszedett gyümölcsöt széndioxyd-légekörben tartottuk. Nem bizonyult az oxygennel egyenrangú tényezőnek a nappali szórt fény; sötét szobában alig csökkent a festékképződés sebessége.

Vizsgálataink támogatásáért fogadja az Orsz. Természettudományi Alap őszinte köszönetünk kifejezését.

KISÉRLETI RÉSZ.

A. A capsanthinról.

Hydrálás.

A festéket a korábban leírt módon, az ætheres eljárás szerint állítottuk elő.¹ Hydrálás céljaira nagyon ajánlatos az anyagot végül methyalkoholból átkristályosítani, hogy megszabaduljon a szénkéreg utolsó nyomaitól, mely a platina aktivitását csökkentené.

A vacuumban súlyállandóságig szárított készítmény elemzési adatai a következők:

0.1188 g anyag 0.3531 g CO_2 és 0.1054 g H_2O .

Talált: 81.06 % C; 9.92 % H.

$C_{34}H_{48}O_3$. Számított: 80.89 % C; 9.60 % H.

Katalysatorul nem colloidális, hanem csupán finoman elosztott platinát használtunk, mely JAQUET szerint, platina-kloridból, formaldehyd segélyével készült.² A hydrálás a szokott módon, rázókörtében történt.³ Oldószerül alkohol, továbbá jég-ecet bizonyult alkalmasnak, miután vak kísérletben megállapítottuk, hogy telítetlen szennyezésektől mindkettő mentes. Az oldatok töménysége, tekintettel a festék csekély oldhatóságára, mindegyik kísérletnél 1 % alatt maradt.

¹ ZECHMEISTER és CHOLNOKY, LIEBIGS Annal. d. Chem. 1927. 454. k. 63. l.

² D. JAQUET, Über Hydrierung aromatischer Verbindungen . . . Doktori ért. Zürich (1914).

³ V. ö. például WILLSTÄTTER és munkatársai: Berichte d. d. chem. Ges. 1910. 43. k. 1179. l.; 1912. 45. k. 1472. l.; 1913. 46. k. 2956. l.; 1914. 47. k. 2808. l.; 1918. 51. k. 767. l.; 1921. 54. k. 113. és 1420. l.

Az egyik kísérlet-sorozat részletes adatai itt következnek:
1. 0·9854 g capsanthin oldata 300 ccm vízmentes aethyl-alkoholban, 2·0 g platina.

Hydrogen-készlet a kísérlet elején: 505 ccm (21°, 757, korr. 735·5 mm).

Hydrogen-készlet a kísérlet végén: 60 ccm (18°, 757, korr. 739 mm).

Az oldat színe csakhamar elhalványult, végül eltűnt.

2. 0·9842 g anyag, 300 ccm alkohol, 3·5 g platina. Időtartam: 3 óra.

A kísérlet elején: 495 ccm *H* (19°, 758, korr. 739 mm).

A kísérlet végén: 55 ccm (21°, 761, korr. 739·5 mm).

3. 0·6981 g anyag, 180 ccm alkohol, 2·1 g platina. Időtartam: 1 óra.

A kísérlet elején: 505 ccm *H* (21°, 746·5, korr. 725 mm).

A kísérlet végén: 195 ccm *H* (21°, 746·5, korr. 725 mm).

4. E kísérlet célja volt: megvizsgálni, hogy suspensióval is sikerül-e a redukció, ami praeparatív szempontból kívánatos lett volna. Az eredmény megmutatta, hogy az átalakulás ez esetben is végbe megy, azonban a platina aktivitása idő előtt kimerül, úgyhogy friss katalysatorot kell bevinni, többször is a kísérlet folyamán. Végül szintelen, átlátszó oldatot nyertünk, minthogy a hydrált termék oldhatósága sokkal nagyobb a festékénél. 1·6339 g anyag suspensioja 350 ccm alkoholban, 5·0 g platina.

520 ccm hydrogen (20°, 751, korr. 731 mm) felvétele után a reakció elakadt. 2·0 g friss platina még 110 ccm *H* (20°, 755, korr. 735 mm) elnyelését közvetítette, végül pedig további 1·0 g katalysator befejezte a redukciót: az elhasznált gázmennyiség itt 95 ccm (22°, 755, korr. 732·5). Ellenőrzésül egy negyedik adag platinát is vittünk be, azonban változás nem történt.

5. 0·6785 g anyag, 120 ccm *jégecet*, 1·4 g platina. Időtartam: 1 óra.

A kísérlet elején: 490 ccm *H* (22°, 748·5, korr. 726 mm).

A kísérlet végén: 185 ccm *H* (21°, 747·5, korr. 726 mm).

A közölt kísérletek egybehangzó eredményét az alábbi táblázat foglalja össze:

Capsanthin hydrálása.

| Sor-szám | Oldószer | Capsanthin (gramm) | ccm hydrogen (0°, 760 mm) | | Felvett H_2 (mol.) | Jegyzet |
|----------|----------------|--------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|------------|
| | | | használt | számított $9H_2$ -re | | |
| 1 | Alkohol_ _ _ _ | 0·9854 | 399 | 394 | 9·1 | |
| 2 | « _ _ _ _ | 0 9842 | 400 | 394 | 9·1 | |
| 3 | « _ _ _ _ | 0·6981 | 275 | 279 | 8·9 | |
| 4 | « _ _ _ _ | 1·6339 | 643 | 654 | 8·9 | sus-pensio |
| 5 | Jégecet_ _ _ _ | 0·6785 | 269 | 271·5 | 8·9 | |

Perhydro-capsanthin.

A hydrálás befejeztével, a platina leszűrése és az alkohol elhajtása után, nehezen mozgó, szintelen olaj maradt vissza, mely erős lehűtésre megfagy, de szobahőmérsékleten megolvad. 16 mm-es nyomáson nem desztillálható 280°-ig, hanem még jobban megsűrűsödik. A perhydro-capsanthin könnyen oldódik alkoholban, benzolban, vagy ætherben, kevésbé könnyen petrol-ætherben. Halogennel szemben telített; konc. kénsavval nem színeződik. Diazomethannal nem reagál.

Az analysis eredménye a számítottól néha egy kis eltérést mutat, ami még nincs felderítve, de valószínűleg azon alapul, hogy a terméket sem kristályosítás, sem desztillatio útján hathatósan tisztítani nem sikerül.

0·1203 g anyag (benzoból átoldva; vacuum-állandó): 0·3449 g CO_2 és 0·1376 g H_2O .

Talált: 78·19 % C; 12·80 % H.

$C_{34}H_{66}O_3$. Számított: 78·06 % C; 12·73 % H.

Az alábbi molekulásúly-meghatározásokhoz vacuumban száritott nyerstermékeket használtunk. A mérés kryoskoposan történt. Oldószer: benzol ($k = 5·12$.)

- I. 0·2138 g anyag 10·21 g benzolban: $\Delta = 0\cdot195^\circ$.
 II. 0·2238 " " 10·55 " " $\Delta = 0\cdot199^\circ$.
 III. 0·2438 " " 11·58 " " $\Delta = 0\cdot191^\circ$.

Talált: $M = 549, 545, 564$; középérték: 553.

$C_{34}H_{66}O_3$. Számított: M 522·5

Ugyancsak benzolos oldatban határoztuk meg a perhydrocapsanthin forgatóképességét is, két különböző készítményen:

I. $c = 2\cdot348$; $l = 4$ dm; $a_D = -2\cdot32^\circ$.

II. $c = 2\cdot054$; $l = 2$ dm; $a_D = -1\cdot01^\circ$.

Talált: $[a_D]^{20} = -24\cdot7^\circ$, illetőleg $-24\cdot6^\circ$ (benzolban).

B. Néhány adat a carotin ismeretéhez.

A festéket a paprikából, régebben közölt eljárásunk szerint állítottuk elő.¹ A készítmény összetétele a következő volt:

0·1164 anyag: 0·3823 g CO_2 és 0·1119 g H_2O .

Talált: 89·57 % C; 10·75 % H.

$C_{40}H_{56}$. Számított: 89·48 % C; 10·52 % H.

Kísérleteinkből csupán az eredményt közöljük, a capsanthinnal való összehasonlítás céljából. Részletes adatok másutt találhatóak.²

Carotin hydrálása.

| Sor-szám | Oldószer | Carotin (gramm) | ccm hydrogen (0°, 760 mm) | | Felvett H_2 (mol.) |
|----------|------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | használt | számított $11H_2$ -re | |
| 1 | Cyclohexan | 0·8032 | 369 | 369 | 11·0 |
| 2 | " | 0·5944 | 272 | 273 | 11·0 |
| 3 | " | 1·5049 | 711 | 692 | 11·3 |

A hydrált termék benzolos oldata optikailag teljesen inaktív.

LIEBIG's Annalen d. Chem. 1927. 455. k. 70. l.

² Ber. d. d. chem. Ges. 1928. 61. k. 566. l.

A perhydro-carotin molekulasúlya.

A mérés itt is a fagypontesökkenési módszerrel történt, benzolos oldatban ($k = 5.12$). Az I—II. meghatározás céljaira æther-alkoholból csaptuk át a hydrált nyersterméket, míg a III—IV. kísérletben kétszer átcsapott perhydro-carotin szerepelt.

I. 0.1468 g anyag 10.02 g benzolban: $\Delta = 0.148^\circ$.

II. 0.3774 " " 10.02 " " $\Delta = 0.325^\circ$.

III. 0.4680 " " 11.06 " " $\Delta = 0.369^\circ$.

IV. 0.3324 " " 10.70 " " $\Delta = 0.268^\circ$.

Talált: $M = 507, 593, 587, 593$; középérték: 570.

$C_{40}H_{78}$. Számított: M 559.5.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 jún. 4.-én tartott üléséből.)

NEUERE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN PAPRIKA-FARBSTOFF.

Von L. ZECHMEISTER, L. CHOLNOKY, und V. VRABÉLY.

Das Eindringen in die Konstitution der beiden Bestandteile des Capsicumrots, Capsanthin und Carotin, wird mit Hilfe der katalytischen Hydrierung versucht.

Carotin $C_{40}H_{56}$ nimmt 11 Mole Wasserstoff auf (vgl. Ber. d. d. chem. Ges. 61,566; 1928), während Capsanthin, wie in der vorliegenden Mitteilung gezeigt wird, 9 Moleküle H absorbiert. Perhydro-Capsanthin bildet ein farbloses Öl, das linksdrehend ist und das erwartete Molekulargewicht zeigt. Auch beim hydrierten Carotin ergab sich ein Molekulargewicht, welches die Carotin-Formel von WILSSÄTTER und MIEG bestätigt.

Es gelang auch Xanthophyll, ferner Phäophytin bei Gegenwart von Platin zu reduzieren. Ausführlichere Angaben hierüber stehen in Aussicht.

Auf Grund des vorliegenden Tatsachenmaterials, besprechen die Verfasser in dem theoretischen Teile der Abhandlung die gegenwärtigen Kenntnisse über die Konstitution von carotinoïden Farbstoffen. Versuche mit partieller Hydrierung sollen noch zeigen, inwieweit eine Reihe von conjugierten Doppelbindungen in Sinne von KUHN und WINTERSTEIN vorliegt. Auch die optischen Verhältnisse sind bei der Beurteilung der Struktur wichtig. Perhydro-Carotin ist inaktiv, während das entsprechende Capsanthin-Derivat, wie erwähnt, nach links dreht und wahrscheinlich Sauerstoff-haltige Ringsysteme enthält ($C_{34}H_{46}O_3$).

Schliesslich wird gezeigt, daß die natürliche Rötung der Paprika-Frucht bei der Reife ein Oxydationsprozess ist und in Kohlensäure-Atmosphäre ausbleibt. In der Pflanze entsteht das Capsicumrot nicht aus dem Chlorophyll-Komplex, sondern aus einer farblosen Vorstufe.

Die Untersuchung wurde durch Zuwendungen des Ung. Naturwissenschaftlichen Landesfonds ermöglicht.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

AZ ÉLŐLÉNYEK FEJLŐDÉSE SZABÁLYOSSÁGÁNAK A MAGYARÁZATA.¹

KÖVESSI FERENC-től (Sopron).

(I. közlemény.)

Az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás szerepe az életjelenségeknél.

Az élőlények vagy részeinek a növekedésére, sejtjeik szaporodására, a táplálkozás és hőtermelődés lefolyására vonatkozólag már régóta végeztek méréseket. A növényeknél a legelső kutató HARTING² volt 1845-ben. Azóta számtalan azoknak a vizsgálódásoknak a száma, melyekkel egysejtű és soksejtű szervezeteknek, baktériumoknak, moszatoknak, gombáknak, füveknek, fáknak, állatoknak, embereknek a fejlődésmenetét vizsgálták, mely alkalommal ezeknek az élőlényeknek hosszirányú, vastagsági, térfogati méreteinek, súlyának, a táplálkozásnak vagy a hőtermelődésnek és más sajátosságainak az időszerinti lefolyását állapították meg. Ezen ma már rendkívül nagyszámú adatgyűjtemény alapján világosan láthatjuk és sok kutató: PFEFFER³ (1904. B. II. p. 7—8.),

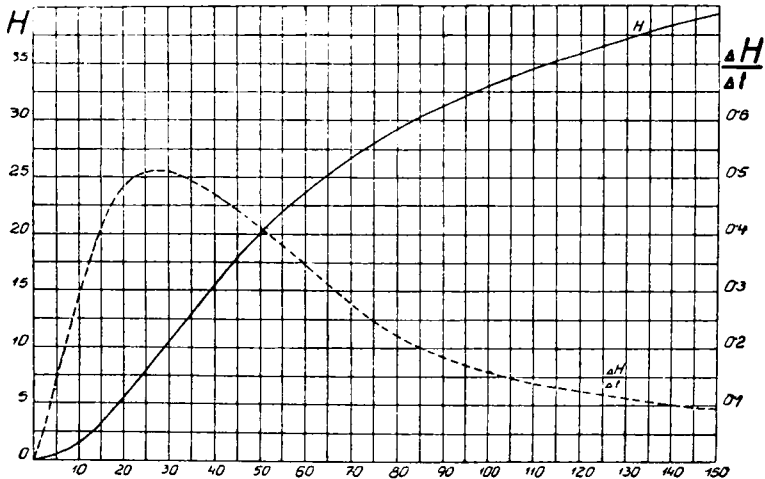
¹ Helyszüke miatt e tanulmányt csak megrövidítve közölhetjük. Bővebben l. *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*. XXXVI. Ungarische Akademie der Wissenschaften. Budapest. 1929. Azután magyar nyelven: *Erdészeti Kísérletek*. Sopron. 1929. évfolyamában.

² G. M. HARTING: Mikrometrische Untersuchungen über die Entwicklung der Elementarteile des jährlichen Stammes der Dicotylen. *Linnaea* 1847. Bd. 19. p. 465. p. 557. *Annales des Sc. nat.* Tom. IV. 1845. pp. 210—275.

³ PFEFFER: *Pflanzenphysiologie*. 2. Aufl. II. Bd. 1904. p. 7—8.

W. OSTWALD ¹ (1908. p. 20, 35.), RIPPEL ² (1919. p. 170.) és mások össze is foglalták az idevonatkozó eredményeket, melyekből az szűrhető le, hogy a fejlődésnek a menete belső okoknál fogva egy írott S betű törzséhez hasonló, melyet azért sok szerző röviden S-alakú görbének mond, helyesen pedig az egyéni-, vagyis az ontogenetikus-fejlődés menetének nevezhetjük.

A mellékelt 1-ső ábra mutatja a fejlődésnek ezt a lefolyását. Ezen a 150 éves lucfenyőnek (*Picea excelsa* Lk.) külön-



1. ábra.

féle korban elért magassága teljes vonallal van feltüntetve oly módon, hogy az abszcissára az évek, az ordinátára az ezen idő alatt elért fmagasság van felhordva, R. v. GUTTENBERG ³ 21 fára

¹ OSTWALD, WOLFGANG: Über die zeitlichen Eigenschaften der Entwicklungsvorgänge. Vorträge u. Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Herausgegeben von W. Roux. Heft 5. Leipzig. W. Engelmann. 1908.

² A. RIPPEL: Die Wachstumskurve. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Heft. 3. p. 169. Berlin. Bornträger. 1919.

³ Dr. R. v. GUTTENBERG: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Deuticke, Wien u. Leipzig. 1915.

vonatkozó mérésének középértékei nyomán. Az eddigi kutatók egyöntetűen bizonyítják, hogy egyéni, vagyis az ontogenetikus fejlődés lefolyását ábrázoló görbe minden élőlénynél, annak minden sejtjénél, minden szervénél — kisebb ingadozásoktól eltekintve — teljesen hasonló képet nyújt: *lassan indul, majd mind rohamosabban emelkedik és elérkezik egy legmeredekebb részéhez, ahol fordulópontot mutat és innen az előbb történtek sorrendjében fokozatosan lassul, míg végül megáll a fejlődés.*

Az esetben, ha az élőlényeknek nem az ontogenetikus-fejlődésmenetét, hanem annak az időszerinti változását, például a hosszúsági, vastagsági, térfogati vagy súlyszerinti növekedését, etc. vizsgáljuk, akkor egészen más görbét kapunk. A növekedésnek ez a menete a lucfenyő esetében az előző rajzon szakadozott vonallal van feltüntetve. Ezt a jelenséget legelőször SACHS¹ ismerte fel (1873) és elnevezte *a növekedés nagyperiodusának*. A két görbe egymással a legszorosabb összefüggésben van úgy, hogy egyik a másikkól kiszámítható.

Az ontogenetikus-fejlődés menetét nagyon sokan igyekeztek matematikailag kifejezni abban a reményben, hogy ilyen módon sikerül az élet rejtettebb törvényeihez hozzáférköznünk. Próbálkoztak hatványsorba fejtéssel, exponentiális és logaritmikus kifejezésekkel, a kémiai reakció sebesség egyenletéből és más kiindulásokból levezetett képletekkel.

Nem céлом, hogy részletes történeti áttekintést írjak arról, hogy ezek a formulák milyen módon fejlődtek. Sajnos, helyszűke miatt ezeknek az egyenleteknek még a fontosabb típusát sem tudom bemutatni. Csak röviden felemlítem, hogy ezzel a kérdéssel foglalkoztak: HARTING (1845), ASKENAY (1880), BASENAU (1895), HEDLUNG (1900), BÜCHNER (1901), STEFANOWSKA (1904), HENRY et BASTIEN (1904), MONNIER (1905), RAHN (1906), GRESSLER (1907), TERNETZ (1912), SCHÜEPP (1914), EULER u. LINDNER (1915), BLACKMAN (1919), ROBERTSON (1908), CARLSON (1913),

¹ SACHS: Jahrbuch f. Wiss. Bot. 1860. Bd. 2. p. 344. — Lehrbuch der Botanik 1873. III. Aufl. p. 726—731. Leipzig. Engelmann. — Arbeit d. Würzburger Institut. 1874. Bd. I. p. 190.

MITSCHERLICH (1919), BAULE (1920), RIPPEL (1925) és sokan mások.¹

E szerzők által alkotott egyenleteknek az a közös jellemük, hogy a fejlődésnek csak az elejével egyeznek jól. A későbbi korban még a legjobb eredményt adó ROBERTSON-féle formula is eltér a kísérleti adatoktól, amit úgy ROBERTSON, mint CARLSON és mások az élet későbbi folyamán fellépő «*secundär*»-jelenséggel igyekeztek magyarázni. Ez a *secundär*-jelenség az élet későbbi folyamatában kialakult új és eddig ismeretlen tényező volna, melynek létezését többen kétségbevonták és véleményem szerint sem látszik ROBERTSON feltevése valószínűnek. Ez eddigi egyenletek közül a már LIEBIG által felismert *fékezési tényezőt egyik sem juttatja kellő érvényre és nyilván azért kellett az eddigi kutatóknak a «secundär»-jelenséget feltételezni.*

A legfőbb hibájuk ezeknek az eddig alkotott kifejezéseknek az, hogy *nincsen biofizikai alapjuk.* A természetben semmiféle változás, semmiféle munka nem történhetik energiaelhasználódás nélkül. Az élő szervezet növekedése és szaporodása munkával jár, ami energiaelhasználódást jelent, ez pedig energiapótlást követel. Ez a pótlás a táplálkozás folyamán jut az élő szervezet rendelkezésére, miáltal az élő szervezet táplálkozása, növekedése és szaporodása ezen energiaforgalom alapján a legszorosabb összefüggésben kell hogy legyenek egymással. Ezekről az energetikai összefüggésekről az eddigi kifejezések nemcsak képet nem adnak, de nem is alkalmasak arra, hogy ezek a fogalmak azokkal a formulákkal kifejezhetők legyenek. *Világosan látjuk ezek után, hogy az eddigi iránytól el kell térnünk és biofizikai, biokémiai irányt kell a kutatás alapjául választanunk, hogy ezeket a kívánalmakat kielégíthessük.*

*

¹ Az irodalmi utalásokat helyszűke miatt nem idézhetem. A legtöbb munkának pontos címét megtalálhatja az érdeklődő a következő helyen: RIPPEL: *Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen.* Naturwissenschaft und Landwirtschaft 1925. Datterer et Comp. Freising-München. p. 83—88.

Az élő szervezet fejlődésének menetét kifejező matematikai összefüggést, mint az előző fejtegetésekből láttuk, az eddigi kutatók az S alakú görbe értékeiből igyekeztek megoldani. Az ontogenetikus-fejlődés $\lim (\Delta S / \Delta t)$ időszerinti változásával, mely mint később meg fogjuk látni, azonos a növekedésnek a SACHS-féle nagyperiodusával, ezideig legalább olyan irányban, mint a következőkben azt tárgyalni fogom, tudtommal senkisé meg nem lalkozott.

További vizsgálataimnak az lesz az alapja, hogy az *élőlények növekedése SACHS-féle nagyperiodusáról felismertem, hogy a görbe a legnagyobb hasonlatosságot mutatja a periodus nélkül csillapított harmonikus rezgőmozgást ábrázoló görbe menetéhez*. Kísérleti adataim és elméleti megfontolásaim ezt a felismerésemet igazolják, miért vizsgálódásaimat kiterjesztettem más kutatók kísérleti adataira, melyek alapján nyert bizonyítékaim feltevésemet még jobban megerősítik.

A következőkben az lesz a feladatomban, hogy példa gyanánt egy fa növekedésére vonatkozó mérési sorozat kiszámításával bebizonyítom a kísérletileg talált és elméleti alapon számított értékek nagyfokú egyezését és reámutatok arra, hogy a kísérletileg talált és a számított értékek közötti különbségek a biológiai tényezők változása folytán jönnek létre.

A csillapított rezgőmozgások az anorganikus természetben igen jól ismert jelenségek. Az elméleti fizika a rezgőmozgásokat, mint alapvető ismereteket tanítja, miért ezen jelenségek ismertetését bármely részletesebb fizikában, például TANGEL, RHORER-ében, analitikai levezetését pedig bármely mechanikában, például FRÖHLICH, SZILY, avagy speciális szakmunkákban megtalálhatja az érdeklődő.

Az aperiodusosan csillapított rezgőmozgást a következő egyenlet fejezi ki:

$$2s = ae^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} + be^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t}, \quad (1)$$

ahol s a t folyóidőnek megfelelő kilengés (elongáció) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamely életjelenségével, e a természetes logaritmus alapja, a , b , r , w értelmét a

későbbiekben fogjuk megismerni; r és w gyökjel alatti össze-
függését egyszerűsítés céljából jelöljük m betűvel, akkor lesz:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ ahol } m \text{ értéke reális, vagyis } r^2 > w^2. \quad (2)$$

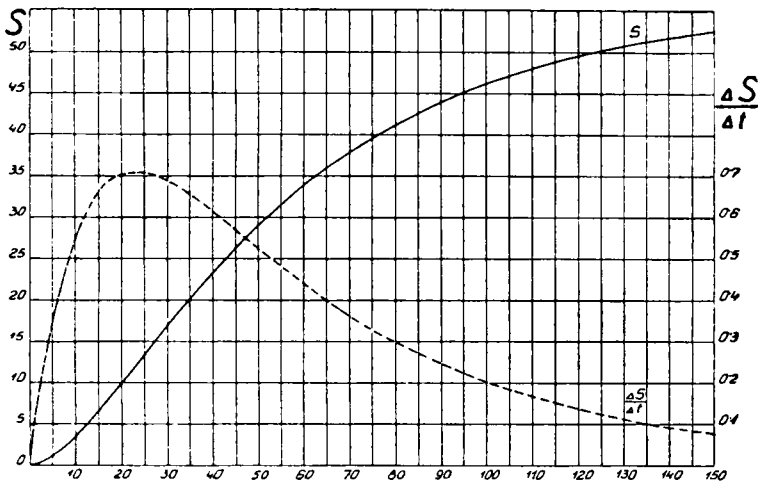
Az (1) egyenletbe a (2) értékét behelyettesítve lesz:

$$2s = a e^{-(r-m)t} + b e^{-(r+m)t}. \quad (1a)$$

Az (1a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva lesz:

$$2S = 2 \int_0^t s dt = -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m}. \quad (3)$$

A fogalmak tisztázása céljából a 2-ik ábra az (1), illetőleg (3) egyenletekkel kiszámított aperiodusosan csillapított rezgő-



2. ábra.

mozgás képét mutatja, ahol az egyenletek koefficiensei a követ-
kezők: $r = 0.05$, $w = 0.04$, $m = 0.03$, $a = 3$, $b = -3$, t a
folyóidőt jelenti. A 2-ik ábrán a szaggatott vonal az $s = dS/dt$
aperiodusosan csillapított rezgőmozgás képét mutatja, míg a vas-

tagabb teljes vonal ennek az integrálját ábrázolja, melyet a (3) számú egyenlettel és az itt felsorolt koefficiensek segítségével számítottam.

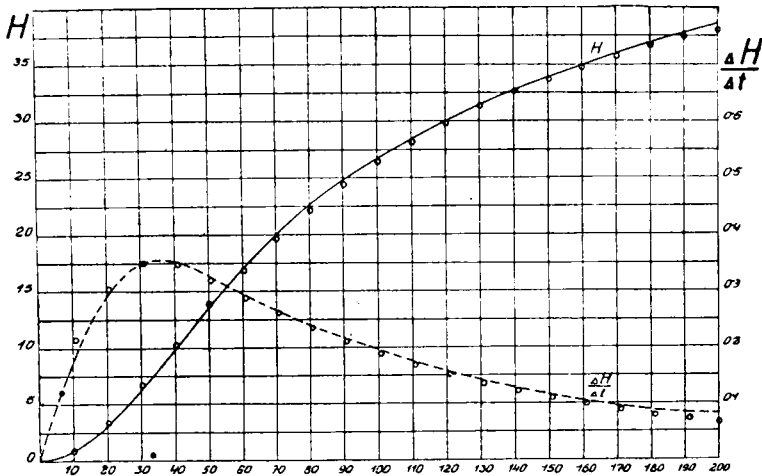
Ha most a 2-ik ábrát összehasonlítjuk az 1-ső számú ábrával, akkor azt tapasztaljuk, hogy az aperiodusosan csillapított mozgás görbéje (2-ik ábra, szaggatott vonal) hasonló az élőlények növekedésének SACHS-féle nagyperiodusához (1-ső ábra, szaggatott vonal), míg a csillapított görbe integrálja (2. ábra, teljes vonal) azonos az ontogenetikus-fejlődés menetének *S*-alakú (1. ábra, teljes vonalú) görbéjével.

*

A következőkben példa gyanánt az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás (1), illetőleg (3) alatti egyenletével meg fogok vizsgálni egy fa hosszúsági és vastagsági növekedésére vonatkozó mérési sorozatot. A megvizsgálandó adatok a lucfenyő, *Picea excelsa* Lk. növekedésére vonatkoznak. A számításokat dr. GUTTENBERG-nek a mérési adatai alapján ejtettem meg, melyeket a Paneveggio-i (Dél-tirol) 200–250 éves lucosokban gyűjtött (l. c. p. 149). Tanulmányomban kiterjeszkedtem a fának úgy a hosszúsági, mint a vastagsági és térfogati növekedése vizsgálatára. Sajnos, hogy helyszűke miatt sem az eredeti mérési adatokat, sem a számítás-elméleti levezetését, sem annak technikai kivitelét, sem a számítások táblázatokba foglalt eredményeit nem tudom bemutatni. Röviden csak azt vázolhatom, hogy hogyan végeztem e munkákat:

A lucfenyők 10—10 évenként megadott eredeti GUTTENBERG-féle *H*-magassági adatai alapján (l. c. p. 149) megrajzoltam a derékszögű koordinátarendszerben a fa ontogenetikus-fejlődésének *S*-alakú görbéjét, melyből azután differenciálás által kiszámítottam a *növekedés* SACHS-féle nagyperiodusát adó értékeket. Ez utóbbi munka úgy történt, hogy az *S*-alakú görbe abscissa tengelyét kicsiny (egy-egy évnyi) időközökre osztottam, azután ez időpontoknak megfelelő ordináták hosszát, tudniillik a fa akkori *H* magasságát, a rajzon lemértem, táblázatba írtam, majd a famagasságoknak a különbségeit, azután az időeknek a különbségeit képezvén, megoldottam a $\Delta H/\Delta t$ viszonyt.

Ha ezen műveletnél az időközöket igen kicsinyeknek vesszük, akkor ez a viszony egy határérték felé, $\lim \Delta H/\Delta t = dH/dt$ felé közeledik, mely a mellett hogy megfelel az ontogenetikus-fejlődés S-alakú görbéje időszerinti differenciálhányadosának, egyúttal megadja a növekedés SACHS-féle nagyperiodusának a pontos értékeit is. A SACHS-féle nagyperiodusnak, vagy ami ugyanaz, az $s = h = \lim \Delta H/\Delta t$ differenciálhányadosnak $h_{t=10.5 \text{ év}} = 0.1834$, $h_{t=35.5 \text{ év}} = 0.3540$, $h_{t=60.5 \text{ év}} = 0.2944$, $h_{t=85.5 \text{ év}} = 0.2269$ értékeiből számítottam ki az (1) egyenlettel az r és w exponentiális



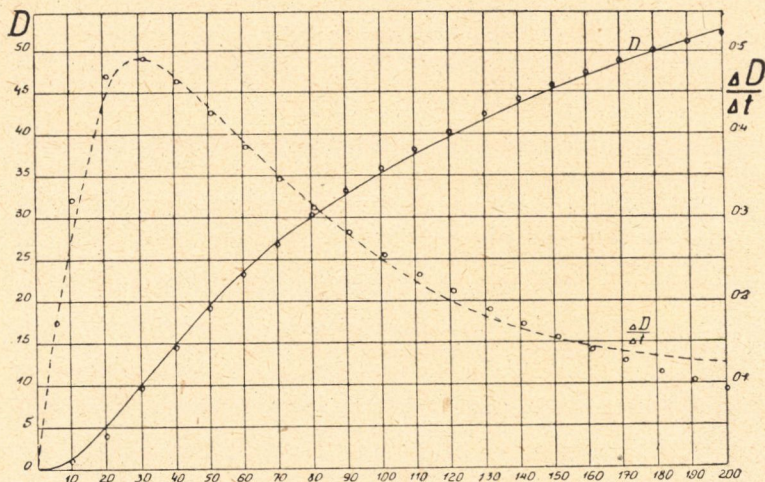
3. ábra.

koefficienseket, míg a $h_{t=6.5 \text{ év}} = 0.1227$, $h_{t=35.5 \text{ év}} = 0.3540$ értékekből nyertem az a és b együtthatókat.

Mikor azután $r = 0.048379$, $w = 0.030643$, $m = 0.037441$, $a = 1.144308$, $b = -1.433101$ koefficiensek megvoltak, ezeknek az eredeti (1), illetőleg (3) egyenletbe való behelyettesítése által kiszámítottam úgy a növekedés SACHS-féle nagyperiodusának, mint az ontogenetikus-fejlődés S-alakú görbéjének az elméleti értékeit. Sajnos, helyszüke miatt idevonatkozó táblázataimat nem közölhetem, tájékoztatásul szolgáljon azonban a 3. ábra, melyen a folyóidő az abscissa tengelyre, a fa H magassága és a $\Delta H/\Delta t$ magassági növekedés az ordinátára van felhordva, még pedig a

GUTTENBERG-féle mérések útján nyert fa H magasság értéke a rajzon teljes vonallal van meghúzva, a fa növekedésének SACHS-féle nagyperiodusát kísérleti alapon adódó értékek pedig szaggatott vonallal vannak megrajzolva, míg ugyanezen görbék mellett látható bekarikázott pontok a (3), illetőleg (1) egyenlettel számított elméleti értékeket mutatják.

A kísérleti és számított értékek egyezése teljesen kielégítő. Az eltéréseket a biológiai viszonyok változása által magyarázom. Ha a növény külső biológiai viszonyai állandók volnának,



4. ábra.

nak, a belső biológiai viszonyok pedig meghatározott szabályszerű lefolyásukat betartanak, akkor a számított és mért értékek még pontosabban egyeznének.

Hasonló vizsgálatokat ejtettem meg ugyanennek a lucfenyőnek GUTTENBERG által adott vastagsági D méretei alapján (l. c. p. 449.). Ezeket a számításokat helyszűke miatt szintén nem közölhetem. Az eredmény, mint azt a 4. ábra mutatja, hasonló az előzőhöz, vagyis hogy a mért D és $\Delta D/\Delta t$ adatok és a számított (az ábrán a köröscékkkel jelzett) értékek kielégítő módon egyeznek. Az eltéréseket a biológiai viszonyok változásával óhajtom magyarázni.

Azok a tapasztalatok, melyeket a kutatók az életjelenségek lefolyásának mérése kapcsán HARTING-tól (1845) napjainkig tettek, mint azt már sokan (PFEFFER, W. OSTWALD, RIPPEL és mások) bebizonyították és jelen közleményem elején röviden én is reámutattam, egyöntetűen azt igazolják, hogy az ontogenetikus-fejlődés menetének sajátos S-alakú lefolyása teljesen általános jelenség az összes élőlényeknél. Egyformán nyilvánul ez a törvényszerűség az egyetlen sejtből, a fejlődés kezdetétől a különféle időpontokig vegetatív úton szaporodott utódoknak a számában, azok térfogati- és súly-növekedésében, azok táplálékfogyasztásában, a melléktermékek keletkezésében, a hőtermelésben stb. éppen úgy, mint a soksejtű élőlényeknek a fejlődés kezdetétől a különféle időpontokig elért hosszúsági, vastagsági, térfogati, súlyszerinti stb. fejlődésében az asszimilált vagy disszimilált tápanyagok mennyiségében, a termelt kalóriák összegében stb. Mindezek a jelenségek egyöntetűen az ontogenetikus fejlődés jellegzetes S-alakú függvényének a jegyében folynak le.

Ezzel parallel az *ontogenetikus-fejlődés menetének az időszerinti változása*, vagyis a növekedés SACHS-féle nagyperiodusa — még ha itt-ott néha kisebb horpadások, kiemelkedések, szabálytalan ingadozások látszanak is — szintén állandóan ugyanolyan formában jelentkezik minden egysejtű és minden soksejtű élőlénynél, azok életjelenségének legtöbbszörénél egyaránt, mint teljesen jellegzetes folyamat; ami nem más, mint az ontogenetikus-fejlődés menetének az időszerinti differenciálhányadosa. Az ontogenetikus-fejlődés lefolyásának sajátos S-alakú függvényéből következik, hogy differenciálhányadosként a nagyperiodus jellegzetes alakját kell kapnunk.

Mivel pedig a növekedés nagyperiodusának az alakja mindig hasonló az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás görbéjének az alakjához, közelfekvő a két jelenség azonosságának a gondolata, amit a példa gyanánt bemutatott számítások bizonyítanak is. És ha a kettő között az egyezés sok esetben nem lesz annyira tökéletes, hogy a kísérleti adatokat a megadott (1) vagy (3) képlettel konstans r , w , a , b koefficiensek mellett pontosan követni lehessen, annak az az oka, hogy az élőlény fejlődésének külső biológiai viszonyai nem konstansok vagy a belső

biológiai viszonyok a zavaró külső vagy valamely eddig ismeretlen belső oknál fogva (például energetikai tényezők megváltozása miatt) nem olyan normális lefolyásúak, mint amilyent a csillapított rezgőmozgás állandó koefficiensek mellett képvisel; következésképpen a két jelenség tökéletesen csak akkor fedheti egymást, ha az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás koefficienseit a (külső- és belső-) biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük.

Hogy a biológiai viszonyok (táplálkozás, hőmérséklet, nedvesség stb.) az élőlények fejlődését módosítják, azt mindnyájan tapasztaljuk. Azt is régóta ismerjük (SACHS: Lehrb. III. 1873. p. 726.), hogy a biológiai viszonyoknak ezek az ingadozásai a fejlődés nagyperiodusában kisebb-nagyobb ingadozásokat létesítenek, melyeket a fejlődés *kisperiodusainak* nevezünk. Ezek a kisperiodusok a fáknál is látszanak, mert a fák évi hosszúnövekedése, azután az évgyűrűk vastagsága valóban nem egyforma, hanem az időjárás szerint is változik. Csakhogy míg ezek az ingadozások a fa nagy méretéhez képest viszonylag kicsinyek, más élőlényeknél ezek az eltérések sokkal kiadósabbak lehetnek, melyet fokozhatnak még a belső biológiai viszonyoknak a fejlődés folyamán beálló módosulásai is. Ha tehát az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás egyenlete és a növekedés nagyperiodusa nem fedik egymást olyan pontosan, mint az előbb látott példa gyanánt megadott lucfenyők esetében láttuk, *annak a biológiai tényezők változásában kell a magyarázatát keresnünk.*

Az élőlények növekedésének nagyperiodusa mellett jelentkező kisperiodusok minden kétséget kizáróan bizonyítják, hogy a növekedés lefolyásának a képe a biológiai viszonyok szerint is változik. Másrészt egyszerű matematikai összefüggés, hogy egy függvény menete módosul, mihelyt a koefficiensek értékei megváltoznak, így a csillapított rezgőmozgás lefolyása is más lesz, ha koefficiensei a reá ható okok folytán módosulnak. A biológiai viszonyok a növekedést befolyásolják, a növekedés változása folytán pedig a rezgőmozgás egyenletének koefficiensei fognak megváltozni. A növekedési jelenség és a csillapított rezgőmozgás függvénye tehát akkor fedik egymást, ha az utóbbinak koefficienseit az élőlény külső és belső biológiai viszonyai szerint változóknak tekintjük.

A kutatók idevonatkozó tapasztalatai, saját kísérleteim és elméleti megfontolásaim alapján kimondhatom tehát, hogy:

Az élőlények növekedésének és több egyéb, a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével olyan feltétel mellett, ha a csillapított rezgőmozgás koefficiensait a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük.

Teljes világosság kedvéért újból meg kell jegyeznem, hogy $s =$ növekedés stb. alatt egy határértéket, $s = \lim \Delta S / \Delta t = dS/dt$ értünk, hol S jelenti akár egy sejtnek, akár egy soksejtű élőlénynek a súlyát, hosszát, szélességét, térfogatát, sejtjei számát, az assimilált vagy dissimilált tápanyagnak, vagy a termelt hőnek a mennyiségét stb., t pedig jelenti a szóbanforgó valamely életfolyamat lejátszódásához szükséges időt.

Hogy az r , w , a , b értékei valóban a biológiai viszonyok szerint változnak, azt a következő értekezésemben még pontosabban fogom bizonyítani.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 március 12.-én tartott üléséből.)

ERLÄUTERUNG DER GESETZMÄSSIGKEITEN
IM VERLAUFE DER LEBENSERSCHEINUNGEN
LEBENDER WESEN.

Zusammenfassung der I. Mitteilung.

Von FRANZ KÖVESSI. (Sopron.)

Bei der Erforschung des Ablaufes der Lebenserscheinungen untersuchte ich die SACHSISCHE «*große Periode*» des Wachstums der Lebewesen, an der ich erkannte, daß sie die *größte Ähnlichkeit habe mit der die aperiodisch gedämpfte harmonische Schwingungsbewegung darstellenden Kurve.*

Sowohl meine eigenen, wie die auf Grund der Versuche anderer Autoren gemachten Untersuchungen bestätigen diese Erkenntnis. Mit der Gleichung der aperiodisch gedämpften Schwingung kann die SACHSISCHE große Periode des Wachstums der Lebewesen und mehrerer anderer Lebenserscheinungen ausgedrückt werden. Als Beispiel der Untersuchungen zeige ich die Angaben über das Wachstum einer 200-jährigen Fichte. Die Versuchs- und Rechnungsergebnisse stimmen zufriedenstellend mit einander überein. Die Abweichungen erkläre ich mit Änderungen der biologischen Verhältnisse. Auf dieser Basis komme ich zu dem Schlusse, daß :

die Gesetzmäßigkeit im Wachstum und verschiedener mit dem Wachstum zusammenhängender Lebenserscheinungen übereinstimmt mit der Gesetzmäßigkeit der aperiodisch gedämpften Schwingung, unter der Bedingung, daß wir die Koeffizienten r , w , a , b derselben je nach den biologischen Verhältnissen für variabel betrachten.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 12. März 1928.)

AZ ÉLŐLÉNYEK FEJLŐDÉSE SZABÁLYOSSÁGÁNAK A MAGYARÁZATA.¹

KÖVESSI FERENC-től (Sopron).

(II. közlemény.)

Annak bizonyítása, hogy az élőlények fejlődésénél szereplő csillapított rezgőmozgás koefficiensei a biológiai viszonyok szerint változnak.

Az előzőkben közölt tanulmányom folyamán² arra a következtetésre jutottam, hogy «*az élőlények növekedésének és több egyéb, a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével olyan feltétel mellett, ha az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás koefficienseit a biológiai viszonyok szerint változóknak tekintjük*». Jelen tanulmányomban annak a megvizsgálását és bebizonyítását óhajtom céloomul kitűzni, hogy a rezgőmozgások egyenletében szereplő r , w , a , b koefficiensek értékei valóban a biológiai viszonyok szerint változnak.

Előző közleményem folyamán reámutattam arra a biológiában régóta ismert jelenségre is, hogy a növekedés SACHS-féle nagyperiodusa mellett rendszeren jelentkezik egy másodlagos, néha

¹ Helyszűke miatt e tanulmányt csak megrövidítve közölhetjük. Bővebben lásd *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn* XXXVI. kötetében. Ungarische Akademie der Wissenschaften. Budapest, 1929. Azután magyar nyelven: *Erdészeti Kísérletek*. Sopron, 1929. évfolyamában.

² Matematikai és Természettudományi Értesítő. 1928. p. 652, Budapest.

szabályosnak látszó periodusos menetet mutató ingadozás, mely a nagyperiodus értékéhez hozzáadódik. A növekedés menetének ezt az ingadozását a fejlődés kisperiodusainak nevezzük és az összes kutatóknak az az egybehangzó tapasztalata, hogy azokat a biológiai viszonyok változása idézi elő. Ezzel a kvalitatív jelentőségű ingadozással azonban, bármilyen megdönthetetlen is ez a tapasztalat, nem lehet számításokat végezni. Ha az r , w , a , b koefficiensek értékeinek a biológiai viszonyok szerint való változását akarjuk kimutatni, különféle biológiai viszonyok között fejlődő élőlények növekedésére vonatkozó *mérési adatokra van szükségünk*, melyeket csak megfelelő kísérletek kapcsán nyerhetünk. Hogy előző tanulmányom irányában és keretei között megmaradjak, e számítások megejtéséhez felhasználom R. v. GUTTENBERG-nek¹ ugyancsak a lúcfenyők (*Picea excelsa* Lk.) növekedésére vonatkozó mérési adatait, melyeket a Paneveggio-i lúcosokban (Dél-tirol) végzett.

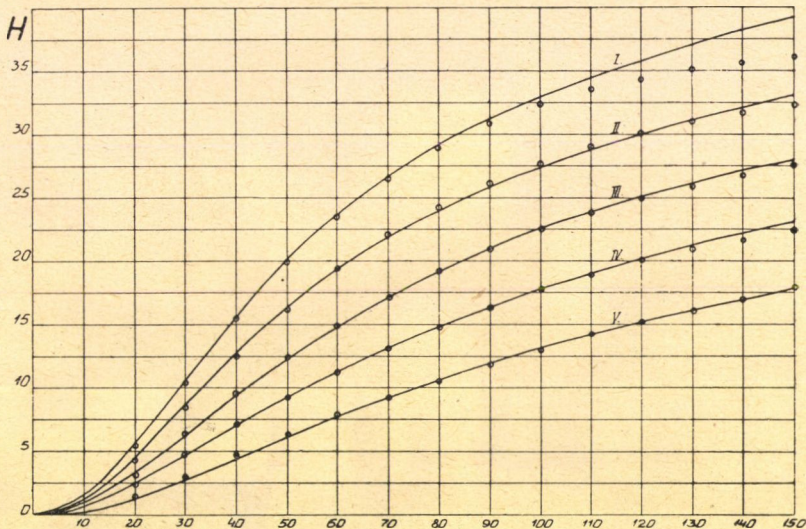
R. v. GUTTENBERG e tanulmányában a szóbanforgó lúcfenyőkre nézve öt termőhelyet különböztet meg, melyek között a legjobbat I., a legrosszabbat V. számmal jelöli és elnevezi: *kitűnő*, *nagyon jó*, *jó*, *gyenge* és *nagyon gyenge* jelzéssel. Az egyes termőhelyek leírását v. GUTTENBERG tanulmányában pontosan megadja. Sajnos, helyszűke miatt e szöveget itt nem idézhetem (l. c. p. 48.).

A biológiai viszonyoknak körülírása gyakorlati alapon történt, de mégis magában foglalja az összes talaj- és klímatermi és egyéb biológiai befolyást, melyek a fák növekedésére hatással vannak. Mivel az egyes I., II., III., . . . termőhelyek között a fizikai, kémiai és biológiai tényezők nagyfokú különbséget mutatnak, érthető, hogy ezek az eltérések az egyes termőhelyeken élő fák növekedésében pontosan visszatükröződnek. Valóban a termőhelyeknek ebbe az öt csoportba való beosztását GUTTENBERG a fák növekedése alapján definiálta. És pedig azt a helyet, melyen a lúcfenyők Paneveggio környékén a legjobban növekednek, elnevezte I-ső osztályúnak, ahol a legkevésbé jól növekednek,

¹ R. v. GUTTENBERG: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. F. Deuticke. Wien u. Leipzig. 1915. p. 117—119. Tafel IX.

elnevezte V. osztályúnak; azután a fák növekedésében található különbségek alapján a többi termőhelyeket úgy osztotta be osztályokba, hogy az azok által előidézett növekedési — főleg hossz-növekedési — különbségek egyenlők legyenek. Így a 100 éves fák magasságának különbsége az egyes termőhelyek között éppen 5—5 métert mutat.

Az öt termőhelyen nőtt fa magasságára vonatkozó eredeti mérési adatokat helyszűke miatt nem idézhetem (lásd 1. c. p.



1. ábra.

149.). Az első ábra azonban világos képet nyújt ezen fáknek a különféle korban elért és egymáshoz viszonyított magasságáról. A teljes vonallal kihúzott görbék menetén látható, hogy az évek előhaladtával az egyes termőhelyi osztályok fájának magassága közötti különbségek mindig nagyobbodnak. Ugyanabban az évben azonban a fák egymás közötti magasságkülönbsége (az ordináták különbsége) megközelítően egyforma. Ezek a tapasztalatok azt mutatják, hogy itt pontos törvényszerűség van és ha ezen az úton elindulunk, szilárd alapon fogunk maradni.

Én most azt állítom, hogy annak az összefüggésnek, melyet GUTTENBERG a fák magassági méretei alapján a termőhelyi

viszonyok jellemzésére felállított, a rezgőmozgás w , r , a , b koef-ficiensei értékeinél is meg kell nyilvánulni. Mert amint a külön-féle biológiai viszonyok a fák növekedését megváltoztatják, ez-

Ital megváltozik a növekedéssel egyenlő menetet mutató rezgő-mozgás elongációjának értéke is, mely pedig csak úgy lehetséges, ha a rezgőmozgás koef-ficiensei is módosulnak. Az V—I. termő-helyen növő lúcfenyők w , r , a , b koef-ficienseinek értékei között tehát a kísérleti hibák határain belül szabályszerű nagyságkül-önbségeknek kell kiadódni.

A számításokat most is, mint első közleményemben, az ott bemutatott aperiodusosan csillapított rezgőmozgás képletével vé-geztem, melyet a későbbi fejtegetések érdekében itt újra leírok :

$$2s = ae^{-(r-\sqrt{r^2-w^2})t} + be^{-(r+\sqrt{r^2-w^2})t}, \quad (1)$$

ahol s a t folyóidőnek megfelelő kilengés (elongáció) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamely életjelensé-gével, e a természetes logaritmus alapja, a , b , r , m , w koef-ficiensek, melyeknek értelmét a későbbi fejtegetésekben fogjuk megtalálni. Az m , r , w exponenciális koef-ficiensek között a kö-vetkező összefüggés van :

$$m = \sqrt{r^2-w^2}, \text{ ahol } m \text{ reális, tehát } r^2 > w^2. \quad (2)$$

Ha a (2) alatti egyszerűsítést az (1) egyenletbe behelyette-sítjük, nyerni fogjuk a következő egyenletet :

$$2s = ae^{-(r-m)t} + be^{-(r+m)t}. \quad (1. a)$$

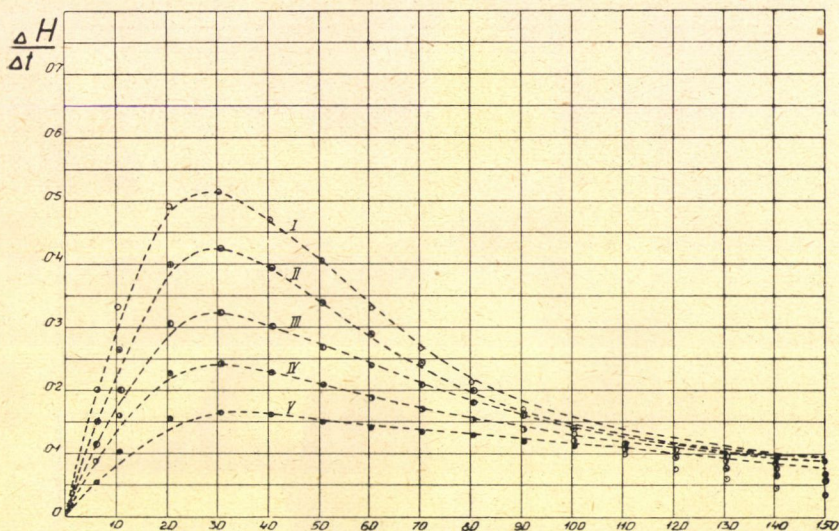
Az (1), illetőleg az (1. a) egyenlet integrálva lesz :

$$2S = 2 \int_0^t s dt = -\frac{a}{r-m} e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m}. \quad (3)$$

A számítás elméleti levezetését, annak technikai kivitelét, az eredeti mérési adatokat és számításaim eredményét magába fog-laló táblázatokat helyszüke miatt nem közölhetem. Az eredeti H és D mérési adatokat megtalálhatja az érdeklődő GUTTENBERG közleményében (1. c. pp. 117—119.). A fák magassága és vastag-

sági növekedésére vonatkozó kutatásaim menetét pedig röviden a következőképpen vázolhatom:

A fa magassági növekedésére vonatkozó vizsgálataim meg-
ejtése céljából a fejlődés ontogenetikus görbéjéből elsősorban ki-
kelletett számítanom a növekedés SACHS-féle nagyperiodusának
megfelelő értékeket, vagyis az eredeti mérési adatokból szer-
kesztett S-alakú görbét differenciálnom kellett. E munka
elvégzésénél ez alkalommal is úgy jártam el, mint azt az előző
közleményemnél leírtam, hogy a fa 10, 20, 30, 40, ... éveknek



2. ábra.

megfelelő H hosszát derékszögű koordináta-rendszerben meg-
rajzoltam nagy léptékben milliméterpapirosra. Azután a pontokat
összekötöttem, majd minden egyes évnek megfelelő H értéket a
görbéről leolvastam (interpoláltam), táblázatba írtam, azután az
egymás után következő évek értékei közötti ΔH különbségeket
képeztem. Az egy-egy évnek megfelelő $\Delta H/\Delta t = h$ értékeket
táblázatba foglaltam. Ezek alapján rajzoltam meg a 2. számú
ábra szaggatott vonallal feltüntetett $\Delta H/\Delta t$ jelzésű görbéit.
Ugyancsak ezeknek $h_{10.5}$, $h_{30.5}$, $h_{50.5}$, $h_{70.5}$ értékeiből számítottam
ki mindenik termőhelyre vonatkozólag az aperiodusosan csilla-

pított rezgőmozgás w , r , illetőleg m koeficienseit, majd ha ezeket megkaptam, a műveletet továbbfolytatva $h_{6.5}$ és $h_{30.5}$ értékekből számítottam az a és b koeficienseket.

Már az előbb kifejtettem, hogy a számítás menetének levezetését és technikai kivitelét a helyszűke miatt, sajnos, nem közölhetem, kizárólag az r , w , a , b koeficiensek értékeinek a bemutatására szorítkozhatom, melyeket az V—I. termőhelyeknek megfelelően az I. táblázat tünteti fel.

I. Táblázat.

| Termőhelyi osztály | r | w | a | b |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|
| I. | 0.042065 | 0.039217 | 4.049960 | -4.353879 |
| II. | 0.045701 | 0.037474 | 2.010047 | -2.352918 |
| III. | 0.051056 | 0.034894 | 1.121788 | -1.410619 |
| IV. | 0.056723 | 0.033006 | 0.716187 | -0.941630 |
| V. | 0.060866 | 0.025932 | 0.410298 | -0.609984 |

E koeficiensek segélyével kiszámítottam mindenik termőhelyi osztálynál az (1) számú egyenlettel a SACHS-féle nagyperiodus értékeit, valamint a (3) egyenlettel kiszámítottam az egyéni (ontogenetikus) fejlődés értékeit. Sajnos, a számításokat tartalmazó táblázatokat nem közölhetem. A könnyebb megértés végett mégis ezeket az értékeket az 1. és 2. ábrával tüntetem fel. És pedig a fák hossznövekedésének *H eredeti mérési adatait* az 1. ábra *S*-alakú teljes vonallal kihúzott görbéi mutatják, míg a (3) hasonló jelentésű *képlettel számított értékeket* ezen vonalak közelében fekvő bekarikázott pontok jelzik. A SACHS-féle nagyperiodus értékei a 2. ábrán szaggatott vonallal vannak megrajzolva, míg az (1) egyenlettel számított értékek ezen görbe mellé bekarikázott pontok alakjában vannak felrakva.

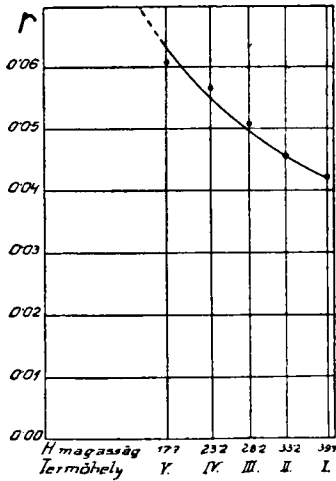
A rajzokon láthatjuk, hogy a kísérleti és számított értékek mind az öt termőhelynek megfelelően nemcsak megközelítően azonos menetet mutatnak, de elég jól is egyeznek egymással. Az eltéréseket a biológiai viszonyok megváltozásával óhajtom magyarázni.

Mielőtt fejtegetéseimmel továbbmennék, legelső sorban is azt kívánom megállapítani, hogy ezeken az V—I. termőhelyen nőtt lúcfenyők magassági növekedésének menete *teljesen olyan szabályosságokat mutat, mint amilyent előző tanulmányomban analizált lúcfenyőnél találtunk. Az ottani tapasztalataimat és következtetéseimet tehát ezek az újabb vizsgálatok megerősítik.*

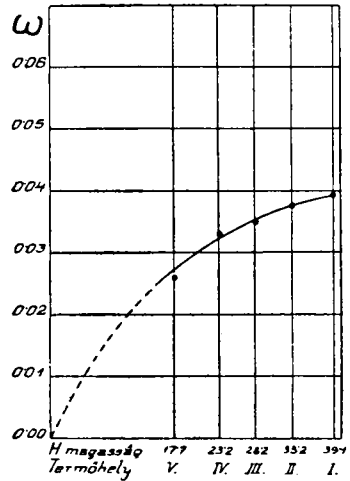
*

Ezek után térjünk reá tulajdonképpeni célunkra és vizsgáljuk meg, hogy az V—I. termőhelyen nőtt fák w , r , a , b koeficienseinek értékei valóban úgy viselkednek-e, hogy abból határozott szabályosságra lehet következtetni. Ebből a célból nem szükséges mást tennünk, mint az V—I. termőhelynek megfelelő famagasságokat, valamint a hozzájuk tartozó w_V , w_{IV} , $w_{III}\dots$, r_V , r_{IV} , $r_{III}\dots$, a_V , a_{IV} , $a_{III}\dots$, b_V , b_{IV} , $b_{III}\dots$, koeficienseket a derékszögű koordinátarendszerben ábrázoljuk. Hordjuk fel pl. a 150 év alatt az V—I. termőhelyen nőtt fák magasságát az abszcissatengelyre, míg az egyes termőhelyeknek megfelelő w_V , w_{IV} , $w_{III}\dots$, r_V , r_{IV} , $r_{III}\dots$, a_V , a_{IV} , $a_{III}\dots$, b_V , b_{IV} , $b_{III}\dots$, koeficiensek értékeit a hozzájuk tartozó ordinátatengelyre. A fák magasságára vonatkozó eredeti 17·7m, 23·2m, 28·2m, 33·2m, 39·1m adatokat GUTTENBERG eredeti közleményében (p. 117—119.) az r , w , a , b koeficiensekre vonatkozó adatokat az I. táblázatban találjuk, melyek alapján rajzoltam az r -re vonatkozólag a 3. sz. ábrát, a w -re vonatkozólag a 4. sz. ábrát, az a -ra vonatkozólag az 5. sz. ábrát és a b -re vonatkozólag a 6. sz. ábrát. Mivel a fák magassági növekedése valóban a legszorosabb összefüggésben van a biológiai viszonyokkal, azért az abszcissára felhordott famagasságok egyúttal a biológiai viszonyokkal arányos értékeket jelentenek, az r , w , a , b -nél ezen módon tapasztalható szabályosságok tehát jogosan hozhatók függvényyszerű összefüggésbe a biológiai viszonyokkal.

Ha most a 3-tól 6. sz. ábrákon látható w_V , w_{IV} , $w_{III}\dots$; r_V , r_{IV} , $r_{III}\dots$; a_V , a_{IV} , $a_{III}\dots$; b_V , b_{IV} , $b_{III}\dots$, értékeket feltüntető pontokat egymás között a valószínű középvértéket jelentő vonal segítségével összekötjük, megkapjuk annak az összefüggésnek a képét, mely a fák biológiai viszonyai és a szóbanforgó rezgőmozgás

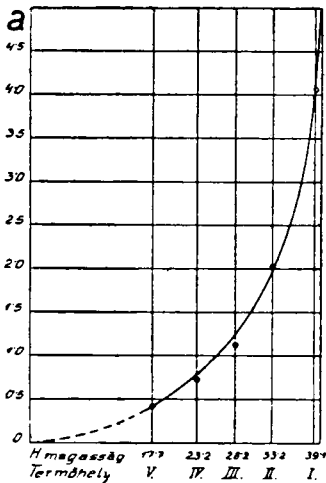


3. ábra.

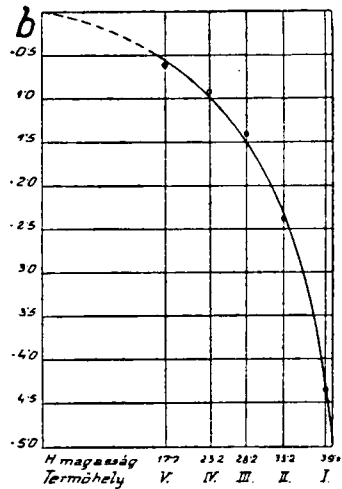


4. ábra.

koefficiensei között fennforog. A 3–6. számú ábrákon a bekari-
kázott pontok között megrajzolt vonal ezeket a görbéket tünteti
fel. Világosan látható, hogy ezeknél a példánál az r annál kisebb,
minél jobb a termőhely, a w , a , b koefficiensek értékei pedig
annál nagyobbak, minél jobb a termőhely, vagyis minél jobbak



5. ábra.



6. ábra.

a biológiai viszonyok. (Meg kell jegyezni, hogy b , — negatív érték lévén, — annál nagyobb, minél kisebb annak abszolút értéke.)

Az (1) és (3) egyenlet megvizsgálásából láthatjuk, hogy úgy az r , mint a w koeficienseknek a szerepe ezekben az egyenletekben rendkívül bonyolult, sok helyen előfordulnak és előjelük egyszer pozitív, más helyen negatív, úgy, hogy e miatt nem lehet ez a kevés tapasztalat elegendő arra, hogy viselkedésükre nézve általános törvényszerűséget képesek volnánk levonni. Azt azonban az eddigiekből is sikerül pontosan megállapítani, hogy a termőhelyi, illetőleg a biológiai viszonyok által a fák hosszúsági növekedésében tapasztalható módosulások az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás a , r , w , b koeficienseinél is határozott szabályszerű változásokat hoznak létre, mely tapasztalat alapján kimondhatom, hogy: *a fák hosszúsági növekedését kifejező aperiodusosan csillapított rezgőmozgásnak a koeficiensei a biológiai viszonyok szerint változnak.*

*

Tanulmányom további folytatása az volt, hogy megvizsgáltam ugyanezeket az V—I. termőhelyen nőtt lúcfenyőnek a különféle időpontokig elért D vastagságát GUTTENBERG mérései alapján (1. c. p. 117—119. D oszlop). Sajnos, helyszűke miatt ebből a vizsgálatból semmiféle részletet ez alkalommal nem tudok közölni, csak annyit mondhatok, hogy a tanulmánynak a menete elvileg azonos a magassági növekedés vizsgálatánál az előzőekben leírtakéval. Eredményei pedig a következők:

Tapasztalataim alapján legelsősorban azt állapítottam meg, hogy:

1. Ezen, az V—I. termőhelyen nőtt lúcfenyőknek a vastagságnövekedési menete teljesen olyan szabályosságot mutat, mint amilyent az első közleményemben a 4. sz. rajz kapcsán bemutattam, vagyis hogy *a lúcfenyő vastagsági növekedésének törvényszerűsége, bármilyen termőhelyi viszonyok között nőtt is a fa, egyezik az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével.* Ezek az újabb tapasztalatok tehát az előzőket megerősítik.

2. *A fák vastagsági növekedésének lefolyását kifejező aperiódusosan csillapított rezgőmozgásnak a koefficiensei a fák biológiai viszonyai szerint változnak.*

*

Teljesség kedvéért most harmadik példának a térfogati, illetőleg a fatömeg növekedésének a vizsgálatát kellene bemutatnom, melyről azonban itt helyszűke miatt le kell mondanom. Mivel azonban a térfogat, az alap, és a magasság méretéből adódik, egyszerű az a következtetés, hogy a fák térfogati növekedésére vonatkozó törvényszerűség teljesen olyan lesz, mint az előzőkben látott alaptereteknél, vagyis *a biológiai viszonyok és az r, w, a, b koefficiensek között szabályszerű összefüggésnek kell lenni.*

*

Ezeken a méréseken alapuló bizonyítékokon kívül elméleti megfontolások alapján is kimutatható, hogy a w, r, a, b koefficiensek a biológiai viszonyok szerint változnak.

Első tanulmányom kezdetén az volt a legelső lépésem, hogy reámutattam arra a teljesen általános tapasztalatra, mely szerint úgy az egysejtű, mint a soksejtű élőlények kifejlődésének a lefolyása kizárólag az S -alakú ontogenetikus görbe jegyében történik. Az is általános tapasztalatunk, hogy ha a biológiai viszonyok rosszabbak, az ontogenetikus fejlődés S -alakú görbéje minden élőlénynél alacsonyabb ívelésű, míg ha jobbak, minden élőlénynek minden életnyilvánulása ugyanazon idő alatt magasabb értékre fokozódik. A meredekebb S -alakú (3) görbe (l. 1. sz. ábra) érintőjének a hajlásszöge ugyanazon időpontban nagyobb lesz, amiből azután tisztán matematikai következmény, hogy az érintő hajlásszögének a tangensét kifejező $s = \lim \Delta S / \Delta t = dS/dt$, (1) rezgőmozgásnak az r, w, a, b koefficiensei is — a különféle biológiai viszonyok szerint — meg kell hogy változzanak.

Mivel az ontogenetikus fejlődés S -alakú görbéjének a meredeksége és a biológiai viszonyok jósága közötti összefüggésre vonatkozó fentebb előadott alapvető tapasztalataink általánosak úgy az egysejtű, mint a soksejtű és úgy a növényi, mint az

állati szervezeteknél kényszerítő szükség, hogy a fentebbi matematikai dedukció is általános érvényű legyen az összes szervezetre.

Az eddig előadottakból bebizonyítottak vehetjük tehát, hogy az élőlények növekedésének és több egyéb, a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével, hol a csillapított rezgőmozgás w , r , a , b koeficiensei a biológiai viszonyok szerint változnak.

A w , r , a , b koeficienseknek a biológiai viszonyok szerinti változása mellett képesek leszünk a rezgőmozgás egyenletével az életjelenségek lefolyását a kívánt pontossággal kifejezni és követni.

Következő tanulmányomban be óhajtom mutatni a w , r , a , b koeficiensek biofizikai magyarázatát.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1928 június hó 4.-én tartott üléséből.)

ERLÄUTERUNG DER GESETZMÄSSIGKEITEN IM VERLAUFE DER LEBENSERSCHEINUNGEN LEBENDER WESEN.

Zusammenfassung der II. Mitteilung.

Von FRANZ KÖVESSI. (Sopron.)

In dieser Abhandlung untersuchte ich den Wachstumsverlauf von auf 5 verschiedenen Standortsklassen gewachsenen Fichten, derart, daß ich aus den Daten der großen SACHS-ischen Periode des Baumwachstums die Koeffizienten der aperiodisch gedämpften Schwingung berechnete. Sodann verglich ich in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Größen der biologischen Verhältnisse mit den Größen der Koeffizienten $w_v, w_{iv}, w_{iii}...$; $r_v, r_{iv}, r_{iii}...$; $a_v, a_{iv}, a_{iii}...$; $b_v, b_{iv}, b_{iii}...$, derart, daß ich die unter verschiedenen biologischen Verhältnissen in 150 Jahren erreichten Baumhöhen als proportionell mit der Güte der biologischen Verhältnisse annahm. Die Baumhöhen zeichnete ich auf die Abscisse, während die den Koeffizienten entsprechenden Größen auf die Ordinate aufgetragen wurden. Die erhaltenen Punkte verband ich mit einer Linie. Auf diese Weise erhielt ich zwischen den Punkten eine in Fig. 3, 4, 5, 6 ersichtliche regelmäßige Kurve, die den Zusammenhang zwischen den biologischen Verhältnissen und den Größen der Koeffizienten veranschaulicht. Die sich bei diesen Kurven zeigende Regelmäßigkeit beweist auch, daß die Größen der Schwingungskoeffizienten sich mit den biologischen Verhältnissen ändern.

Zum selben Resultat gelangt man auch durch rein theoretische Überlegung.

Wir können somit aus dem Vorgebrachten für bewiesen betrachten, *dass die Gesetzmässigkeit im Wachstum und verschiedener mit der Wachstum zusammenhängenden Lebenserscheinungen übereinstimmt mit der Gesetzmässigkeit der aperiodisch gedämpften Schwingung, wobei die Koeffizienten w , r , a , b der gedämpften Schwingung sich je nach den biologischen Verhältnissen ändern.*

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

AZ ÉLŐLÉNYEK FEJLŐDÉSE SZABÁLYOSSÁGÁNAK A MAGYARÁZATA.¹

KÖVESSI FERENC-től (Sopron).

(III. közlemény.)

Az élőlények növekedésénél és többi fejlődési sajátosságainál szereplő csillapított rezgőmozgás koefficienseinek biofizikai értelmezése.

Első és második közleményemben bebizonyítottam,² hogy az élőlények növekedésének és több egyéb a növekedéssel összefüggő életjelenség lefolyásának a törvényszerűsége egyezik az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás törvényszerűségével, hol a csillapított rezgőmozgás w , r , a , b koefficiensei a biológiai viszonyok szerint változnak.

A w , r , a , b koefficienseknek a biológiai viszonyok szerinti változása azt jelenti, hogy ezek sok esetben, például a szabadban élő növényeknél, az idővel változóknak tekinthetők, amit $w(t)$, $r(t)$, $a(t)$, $b(t)$ betűkkel jelölhetünk. A koefficienseknek a biológiai viszonyok szerinti változása további tárgyalásainkat lényegesen megnehezíti, mert a $w(t)$, $r(t)$, $a(t)$, $b(t)$ függvényeket ma még nem ismerjük és így azokkal nem dolgozhatunk. További kutatásaink érdekében tehát bizonyos engedményeket kell tennünk és pedig olymódon, hogy egyelőre ne változtassuk a biológiai viszonyokat és ezekkel a koefficiensek értékét bármilyen széles határok között, hanem *első megközelítésre* tegyük fel,

¹ Helyszűke miatt e tanulmányt csak megrövidítve közölhetjük. Bővebben l. *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*. XXXVI. Ungarische Akademie der Wissenschaften, Budapest 1929. Azután magyar nyelven: *Erdészeti Kísérletek*. Sopron. 1929. évfolyamában.

² Matematikai és Természettudományi Értesítő XLV 1928 p. 652. Budapest.

hogyan azok — mint például az ugyanazon termőhelyen nőtt lucfenyőnél láttuk, — olyan kis mértékben változnak, hogy a w , r , a , b koefficiensek konstans-értékük mellett is majdnem fedik a növekedés menetét. Ha azután ezzel a megközelítő módszerrel sikerülni fog a koefficiensek összetevőit kideríteni, lassanként meglehet alkotni a $w(t)$, $r(t)$, $a(t)$, $b(t)$ függvényeket is és majd ha a tudomány addig eljutott, a tárgyalásokat pontosabb formában lehet vezetni.

E megszorítások után előző közleményeimből adott megállapításokból fontos következtetéseket kell levonnom; ezek a következtetések azonosak lesznek a w , r , a , b koefficiensek biofizikai magyarázatával.

A harmonikus rezgőmozgás az anorganikus természetben igen gyakori jelenség. Ezért a fizikában nagyon pontosan ismeretes annak feltétele, hogy milyen körülmények között jöhet létre a harmonikus rezgőmozgás, illetőleg annak periodus nélküli csillapított alakja. Ennek megvilágítására legalkalmasabb, ha a rezgőmozgás differenciális egyenletét (6) közelebről megvizsgáljuk. Mivel pedig az alábbi függvényekre a későbbi tárgyalásoknál hivatkozás fog történni, leghelyesebb lesz, ha ezeket itt mind leírjuk.

Az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás egyenlete a következő:

$$2s = ae^{-(r-\sqrt{r^2-w^2})t} + be^{-(r+\sqrt{r^2-w^2})t}, \quad (1)$$

ahol s a t folyóidőnek megfelelő kilengés (elongáció) nagyságát adja, mely arányosnak vehető az élőlény valamilyen életjelenségével, e a természetes logaritmikus alapja, a , b , r , w értelmét a későbbiekben fogjuk megismerni, r és w gyökjel alatti összefüggését egyszerűsítés céljából jelöljük m betűvel, akkor lesz:

$$m = \sqrt{r^2 - w^2}, \text{ ahol } m \text{ reális, tehát } r^2 > w^2. \quad (2)$$

Az (1) egyenletbe ezt a (2) kifejezést behelyettesítve lesz:

$$2s = ae^{-(r-m)t} + be^{-(r+m)t}. \quad (1a)$$

Az (1a) egyenletet integrálva és a (2) rövidítést használva lesz:

$$2S = 2 \int_0^t s dt = - \frac{a}{r-m} \cdot e^{-(r-m)t} - \frac{b}{r+m} e^{-(r+m)t} + \frac{a}{r-m} + \frac{b}{r+m}. \quad (3)$$

Az aperiodusosan csillapított rezgőmozgás (1) első differenciálhányadosa, vagyis annak v sebessége lesz:

$$2 \cdot v = 2 \cdot \frac{ds}{dt} = - a \cdot (r-m) e^{-(r-m)t} - b \cdot (r+m) e^{-(r+m)t}, \quad (4)$$

míg a második differenciálhányadosa, vagyis a φ gyorsulása lesz:

$$2 \cdot \varphi = 2 \cdot \frac{d^2s}{dt^2} = a \cdot (r-m)^2 e^{-(r-m)t} + b \cdot (r+m)^2 e^{-(r+m)t}, \quad (5)$$

vagy ezt az (5) egyenletet egyszerűbb alakban kifejezve:

$$\frac{d^2s}{dt^2} = - w^2 s - 2r \cdot \frac{ds}{dt}. \quad (6)$$

Ez a (6) egyenlet azt mondja, hogy itt olyan mozgásról van szó, melynek d^2s/dt^2 gyorsulása két részből adódik: az első rész a mozgást létesítő erővel, a második a mozgást csillapító ellenállással arányos.

A $-w^2s$ mechanikai értelmezéséből következik, hogy a gyorsulás nagysága egyenesen arányos a nyugalmi helyzettől való s távolsággal, az $ú. n.$ kilengéssel (elongációval), arányossági tényezője w^2 , negatív előjele pedig azt mondja, hogy úgy az erőnek, mint a gyorsulásnak az iránya a nyugalmi helyzet felé tart.

A jobboldal második tagja a fékezési vagy csillapodási tényező $-2r \cdot ds/dt$ egyenesen arányos a $2ds/dt$ sebességgel, az r az arányossági tényezőt jelenti, a negatív előjel pedig azt mondja, hogy a csillapodás állandóan ellentétes irányú a gyorsuláshoz képest.

Mivel nem valószínű, hogy az élő szervezet kivételt képezne a fizika általános törvényei alól, azért ezek a tapasztalatok és megfontolások bizonyítják, hogy: az élő szervezetben egy erő és egy ellenállás szerepel.

Tudjuk ugyanis, hogy az élőlények növekedése és szaporodása munkával jár. A táplálkozás célja, hogy általa a szervezet

energiát produkáljon, mely a növekedés és szaporodás munkáját és az ezt kísérő hőtermeléssel, és egyéb változásokkal kapcsolatos energiaelhasználódást pótolja.

A táplálékul használt vegyületek a szervezeten más vegyületekké alakulnak át. Az átalakulások kezdetén és végén szereplő anyagok összes energiamennyisége nem marad egyenlőnek, hanem a végén mindig kevesebb a képződött bomlási termékek összes energiamennyisége. E két helyzet közötti energiataralomban előálló különbséget, ugyanis *a szabaddá váló energiát használja fel a sejt, illetőleg a szervezet saját életcéljaira*, organizmusának működésben tartására, hogy *legfontosabb munkáit, a sejt szaporodását és a sejt növekedését végezhesse*, valamint az ezekkel kapcsolatos egyéb mellékjelenségeket fenntarthassa.

A sejt mechanizmusát tehát a táplálékok kémiai energiájából az *élő szervezetben felszabaduló és ott megfelelően átalakuló energia tartja működésben*.

Szerény nézetem szerint, *az élő sejtben szabaddá váló kémiai (potenciális) energiából az energiának egy speciális alakja keletkezik, melyet én biomotoros energiának óhajtok elnevezni*.

Az én igénytelen felfogásom szerint a kémiai potenciális energia, mikor a sejt élő anyagaiban felszabadul, — valószínűleg az átalakulással kapcsolatos kisebb-nagyobb hőfejlődés kísérete mellett, — az energiának egy más alakját veszi fel, melyet én *biomotoros energiának* nevezek. Ez a speciális energia az élő szervezetet speciális munkára képesíti. *Ez végzi a sejtek növekedésének, szaporodásának, táplálkozásának a munkáját*. Ezt az energiaféleséget senki ne tévessze össze a vitalisták misztikus «vitális-erejével, mert amiről én beszélek, az az általános energiának egy itt szereplő speciális alakja, tehát nem misztikus. Ennek az arányossági tényezője a w .

A szervezetben működő $-2rds/dt$ csillapodás r arányossági tényezője nem egy később jelentkező «secundár» folyamat koefficiense. Úgy látszik ez képviseli a fejlődéssel vele járó öregedést, mely mint az analitikai fejtegetésekből kiténik, a sejt növekedésének már a kezdő pillanatában is megvan, az erő w koefficiensével és egy harmadik, később bevezetendő v_0 =kezdssebesség koefficiensével kapcsolatban.

Az előadottak alapján úgy képzelem az életet, hogy: a *biomotoros energia terjed az arra alkalmas anyagokon az ő speciális törvényei szerint és ezáltal az anyagokat «organizálja», azaz élőkké változtatja. Élnek addig, míg bennük energia van; mikor ez az energia megszűnik, beáll a halál.*

*

Ha az előzőekben sikerült a w és r koefficiensek jelentését megérteni, keressük meg most az a és b koefficiensek értelmezését is. Ebből a célból át kell gondolnunk az élőlény fejlődésének kezdetén lejátszódó folyamatokat és annak eredményeit le kell fordítanunk az analitikai mechanika nyelvezetére, hogy vele ezen a téren tovább dolgozhassunk.

Az ivaros úton létrejött élőlény saját élete abban a pillanatban kezdődik, mikor a hímsejt a női sejttel egyesül. Ebben a pillanatban teste, tápanyag- és energiakészlete a két szülőtlől örökölt anyagokból és energiakészletből tevődik össze. Ebben a $t=0$ kezdőpillanatban a sejt saját számlájára még sem nem táplálkozott, sem nem növekedett, sem nem szaporodott. Ugyanez áll a vegetatív módon osztódó sejteknek az oszlást befejező arra az idő pillanatára is, mikor az új sejt önálló élete megkezdődik, ami az analitikai mechanika nyelvére lefordítva annyit jelent, hogy $t=0$ pillanatban $s=0$, tehát az aperiodikus csillapított rezgőmozgás (1) görbéje a koordináták kezdőpontján megy keresztül.

Ha mi az (1) vagy (1a) egyenletekbe $t=0$ és $s=0$ értékeket *egyszerre* behelyettesítjük, akkor azt kapjuk, hogy:

$$2s_{t=0} = a + b = 0, \text{ honnan } a = -b. \quad (7)$$

Vizsgáljuk meg azután, hogy mi lesz ebben a $t=0$ kezdő pillanatban és az s kezdő helyen a $2.ds/dt$ sebesség (4) egyenletének értéke: vagyis mi lesz a $v_{t=0}$ kezdősebesség.

$$2v_{t=0} = -a(r-m) - b(r+m). \quad (8)$$

Behelyettesítve ebbe az utóbbi egyenletbe a (7) egyenlőségből $-b=a$ értékét, azután a -ra megoldva és egyszerűsítés céljából $v_{t=0}=v_0$ jelzést bevezetve, kapni fogjuk, hogy:

$$v_{t=0} = a \cdot m = v_0,$$

illetőleg

$$a = \frac{v_0}{m} = \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}} = -b. \quad (9)$$

A $v_{t=0}$, illetőleg v_0 az élő sejt kezdő sebességét jelenti, mellyel a szülő, illetőleg szülők azt útjára bocsátják.

Ezen (9) alatti eredményünk alapján összes (1), (3), (4), (5) egyenleteinket át kell alakítanunk olyan módon, hogy az a és b koefficiensnek helyébe $a = v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ és $b = -a = -v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ értékeket kell tennünk, miáltal kifejezéseink tetemesen egyszerűsödnek, mert a négy érték helyett mostantól kezdve csak három fog szerepelni és pedig w , r , a , illetőleg w , r , $v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$.

A *gyorsulás* értékének megismerése céljából kezdjük egyenleteink átalakítását a második differenciálhányadoson (5). Ha ehbe az $a = -b = v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ értéket behelyettesítjük, a gyorsulás értéke lesz:

$$2\varphi = \frac{2d^2s}{dt^2} = \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}} \left\{ (r - \sqrt{r^2 - w^2})^2 \cdot e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} - (r + \sqrt{r^2 - w^2})^2 \cdot e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} \right\}. \quad (10)$$

Ez a kifejezés $t=0$ pillanatban, vagyis a fejlődés kezdetén lesz:

$$\varphi_{t=0} = \varphi_0 = -2rv_0. \quad (11)$$

A (10) kifejezés csak látszólag komplikáltabb, mint az (5), azért mert az ottani m helyett itt annak $m = \sqrt{r^2 - w^2}$, (2) értékét alkalmaztam, hogy lássuk, hogy az egyenletben valóban csak három koefficiens, w , r , v_0 szerepel.

A (11) kifejezés azt mutatja, hogy a sejtnak a kialakulás $t=0$ pillanatában, mikor saját maga még semmit nem tevékenykedhetett, $-2r \cdot v_0$ gyorsulása van. A (11) kifejezést írhatjuk más alakban is, hogy a benne szereplő (9) összetevőket más alakban is láthassuk:

$$\varphi_0 = -2a \cdot r \cdot \sqrt{r^2 - w^2}. \quad (11a)$$

Ezt a gyorsulást a sejt a szülőtől, illetőleg a szülőktől örökli.

A *sebesség* képletének az átalakítása céljából helyettesítsük be a (4) egyenletbe a (9) alatti ugyanezeket az értékeket:

$$2v = 2 \frac{ds}{dt} = - \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}} \left\{ (r - \sqrt{r^2 - w^2}) e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} - (r + \sqrt{r^2 - w^2}) e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} \right\}. \quad (12)$$

A sejtnek a $t=0$ pillanatban levő v_0 kezdősebessége a (9) alapján lesz:

$$v_0 = a \sqrt{r^2 - w^2}. \quad (13)$$

Ezt a sebességet a sejt a szülőitől, illetőleg a szülőktől örökli és ennek az örökölt tulajdonságnak nagy fontossága van a sejt egész életében, mert ez, mint a (12) kifejezés mutatja, a sejtet egész életén át kíséri.

A *növekedés*, és a többi sajátságokat kifejező s egyenletét (1) ezen (9) értékek behelyettesítésével átalakítjuk, kapni fogjuk, hogy:

$$2s = \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}} \left\{ e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} - e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} \right\}. \quad (14)$$

Ebből, mint (7) alatt:

$$2s_{t=0} = 0. \quad (14a)$$

Ez a (14) kifejezés értéke $t=0$ pillanatban; ez tehát $2s=0$, ami azt jelenti, hogy a sejt élete első pillanatában saját erejéből még sem nem táplálkozott, sem nem növekedett, sem nem szaporodott. Úgy anyagát, mint energiakészletét a szülőitől, illetőleg szülőktől nyerte. Ennek a (14) egyenletnek $2s$ értéke $t=0$ pillanatban azért zérus, mert a nagy zárójelben levő két egymásból kivonandó tag értéke $t=0$ -nál zérus lesz, mellyel a külső tag megszoroztatván, az egyenlet $2s$ értéke zérussá válik annak dacára, hogy a $v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ koefficiensekből álló szorzó éppen nem zérus. Hiszen ezeket az értékeket és az általuk képviselt tulajdonságokat az utód a szülőitől örökli, ezek $t=0$ időben is megvannak és ezeknek a legnagyobb jelentősége van az élőlény egész életében, mert ezek végigkísérik az éltől haláluk pillanatáig.

Az *ontogenikus fejlődés* S -alakú görbéjét kifejező (3) egyenletét az a és b értékek kicserélése által átalakítva kapni fogjuk, hogy:

$$2S = \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}} \left\{ -\frac{1}{r - \sqrt{r^2 - w^2}} e^{-(r - \sqrt{r^2 - w^2})t} + \right. \quad (15)$$

$$\left. + \frac{1}{r + \sqrt{r^2 - w^2}} e^{-(r + \sqrt{r^2 - w^2})t} + \frac{1}{r - \sqrt{r^2 - w^2}} - \frac{1}{r + \sqrt{r^2 - w^2}} \right\}.$$

Ez a kifejezés $t=0$ pillanatban $2S=0$ értéket ad, ami helyes és érthető is, mert ha $t=0$, akkor mint a (14)-nél láttuk, a sejt ebben az időpontban saját erejéből sem nem táplálkozott, sem nem növekedett, sem nem szaporodott, vagyis ha $t=0$ pillanatban $2s=0$, akkor ezen tevékenységnek a (15) summációja sem lehet más, mint zérus. Az egyenlet $2S$ értékének zérussá válását a nagyzárjelek között szereplő két-két ellentétes előjelű tag okozza, melyek $t=0$ pillanatban páronként egyenlő értékűek, de ellentétes előjelűek lévén, zérust eredményeznek. Ha most a zárójelen kívül levő $v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ koeficiensből álló tényezőt zéróval szorozzuk, a szorzat $2S$ értéke is zérus lesz, dacára, hogy a $v_0/\sqrt{r^2 - w^2}$ kifejezés értéke éppen nem zérus, hiszen ezeket a tulajdonságokat, mint az előzőkben kifejtettük, a szülőtlől, illetőleg a szülőktől örökölte az utód és ezek $t=0$ pillanatban is megvannak.

Ha most megvizsgáljuk 10, 12, 14, 15 egyenleteinket, akkor azt állapíthatjuk meg, hogy e kifejezések mindenikében kizárólag három w , r , v_0 koeficiens szerepel, továbbá, hogy mindeniknél a zárójelen kívül ott van az $a=-b$ koeficiensket helyettesítő érték, melyek most már nem ismeretlen betűkkel, hanem megfelelő biofizikai értelemmel ellátott tényezőkkel vannak kifejezve, hiszen láttuk, hogy:

$$a = -b = \frac{v_0}{\sqrt{r^2 - w^2}}. \quad (9)$$

Fontosnak tartom annak a kiemelését, hogy a (9), illetőleg a (14), (15) kifejezésekben az erő w koeficiense mellett a csillapodás r koeficiense mindjárt a fejlődés első pillanatában jelen van, sőt mi több, ezt a tulajdonságot is éppen úgy a szülőtlől örökli, mint a w tulajdonságát és fékezési szerepét az élet végéig megtartja. A csillapodás tehát nem egy később fellépő «secundär» életjelenség, hanem az élővel *s, az élettel együtt teremtett*, annak szerves hozzátartozóját alkotó tulajdonság.

Ezek az értékek, melyeket a w , r , v koefficiensek képviselnek, melyeket az élet alaptényezőinek óhajtók elnevezni, szerzett tulajdonságok révén gyarapodhatnak, vagy rosszabb viszonyok között értékükből veszíthetnek, de ezeknek bizonyos mennyiségére mindig szüksége van az élő szervezetnek, hogy előírt pályáját befuthassa. Az alapul szolgáló $w_{t=0}$, $r_{t=0}$, $v_{t=0}$ kezdő mennyiségeket azonban, az igazi állandó koefficienseket, a szülőktől vagy szülőktől kapja örökségképpen.

A w és r értékeket már ismerjük, a v_0 pedig, — ha nem az ontogenetikus fejlődés $2S(15)$ egyenletéből, hanem az aperiodusosan csillapított $2s$ rezgőmozgásból (1), (14) indulunk ki, — a v_0 a kezdősebességet (12), (13) jelenti.¹ Én szívesebben a rezgőmozgás (1) egyenletéből való kiindulást választom, mert ezáltal megmaradunk a fizika és a mechanika járt útjain, ami összes tárgyalásainkat megkönnyíti.

A v_0 olyan érték, melyet a sejt a szülőktől (13) örököl, mely tulajdonság az élet egészen a haláláig kíséri (14). Ennek nagysága lehet változó aszerint, hogy milyen nagy volt a szülő, illetve a szülők növekedési, és a többi fejlődési sajátosságainak a sebessége az utód kialakulása pillanatában.

A v_0 kezdősebesség kisebb vagy nagyobb értéke lényegesen módosítja az élőlény életének teljes lefolyását.

¹ Ha nem a növekedés SACHS-féle nagyperiodusának s egyenletéből, hanem az egyéni fejlődés S egyenletéből indulunk ki, akkor a derivátumok jelentése eltolódik. Az s mint előbb már több alkalommal reámutattam, az S -nek az időbeli változását fejezi ki és így s -nek az S -hez képest sebességsdimenziója van, míg a rezgőmozgás egyenletében az s az elongációt jelenti, tehát hosszúság-dimenziója van. Természetes, hogy mai ismeretünk szerint a biológiában szereplő mennyiségeket nem tudjuk olyan szabatosan definiálni, mint a jól ismert mechanikai mennyiségeket. Az itt felmerülő problémát ma nem is lehet tisztázni, ezt csak akkor sikerül eldönteni, ha az élet fizikájának idevonatkozó része teljesen ismert lesz és a jelenségek közötti összefüggések fel lesznek építve, mely alapon a dimenziókat helyesen meg lehet határozni. Ez a különbség azonban, mely a két kiindulás között van az s (1) (14) függvény és differenciálhányadosai: (4) (12), valamint (5) (6) (10) derivátumok, azután ezeknek $t=0$ időre vonatkozó esetei (7) (8) (9) (11) (11a) (13) (14a) vagy bármely ezekből levezethető egyenletek között fennforgó matematikai összefüggéseknek például a S -nek (3) a helyességét nem befolyásolja.

Az öröklött élettulajdonságok a értéke ugyanazon élőlény különböző időben létrejött ivartalan utódaiban, vagy ugyanazon himnemű és nőnemű egyednek más-más időben keletkezett ivaros úton létrejött utódaiban a szülőnek illetőleg a szülőknak akkori biológiai viszonyai szerint más értékű lehet. Ez, mint a (9) kifejezés mutatja, nemcsak a v_0 kezdősebességtől függ, hanem a nevezőben levő gyökjel alatti (2) kifejezés $m = \sqrt{r^2 - w^2}$ értékétől is. Ugyanolyan v_0 mellett minél kisebb az m , annál nagyobb lesz $a = v_0 m$ értéke. Az m pedig függ a gyökjel alatti r és w mennyiségek nagyságától. Mindenik változhat ugyanazon élőlényéletfolyamatában időről-időre a biológiai viszonyok alakulása szerint tágabb határok között is, és ez az egyenlet értékét lényegesen befolyásolhatja.

Ha mindezekhez hozzávesszük, hogy ugyanezen w , r értékek egyenleteinkben mint hatványkitevők is szerepelnek, melyek az egyenlet S , s , n , φ értékeit még tágabb határok között módosítják, mintha csak $a = v_0 \sqrt{r^2 - w^2}$ alakban szorzóként szerepelnének, akkor elképzelhetjük, hogy milyen nagy fontossága van annak, hogy az utód minél előnyösebb értékű w és r tulajdonságokat örököljön. Hiszen most már világosan láthatjuk, hogy még a legkedvezőbb biológiai viszonyok mellett is a w , r , v_0 öröklött tulajdonságok szabják meg az élőlény fejlődésének az *intenzitását*, a szervezet «életrealóságát» vagyis *munkaképességét*.

Egyik közelebbi tanulmányomban ennek a fejlődésképességnek vagy munkaképességnek a változó mértékben való öröklődésére fogok reámutatni, azután annak létezését egysejtű organizmusokon — erjesztő sejteken — fogom kísérleti úton bebizonyítani.

ERLÄUTERUNG DER GESETZMÄSSIGKEITEN IM VERLAUFE DER LEBENSERSCHEINUNGEN LEBENDER WESEN.

Zusammenfassung der III. Mitteilung.

Von FRANZ KÖVESSI. (Sopron.)

Aus der Feststellung, daß die Gesetzmäßigkeit im Wachstum und verschiedener mit dem Wachstum zusammenhängenden Lebenserscheinungen übereinstimmt mit der Gesetzmäßigkeit der aperiodisch gedämpften Schwingung, müssen wir wichtige Konsequenzen ableiten:

Nach unseren bisherigen Kenntnissen kann eine gedämpfte Schwingung nur dann entstehen, wenn auf den schwingungsfähigen Körper eine die Bewegung verursachende, bewegende Kraft, und gleichzeitig ein die Bewegung dämpfender Widerstand einwirkt.

Aus den im Vorherigen gegebenen Beweisen folgt, daß *auch bei der Funktion der lebenden Organismen eine Kraft und ein Widerstand im Spiele sind*. Die hierzu benötigte Energie erhält der Organismus aus seiner Nahrung.

Die in der Nahrung enthaltene chemische potentielle Energie ändert sich während sie in der Zelle frei wird erst in eine spezielle Energie um, welche ich *biomotorische Energie* nenne. Diese, spezielle Eigenschaften besitzende Energieart befähigt den Organismus spezielle Arbeiten zu leisten. Sie bringt die charakteristischen Lebenserscheinungen, wie Zellvermehrung, Wachstum, Ernährung, und andere Erscheinungen zustande.

Auf dieser Basis kann das Leben so aufgefaßt werden,

dass: die biomotorische Energie verbreitet sich in den Stoffen nach ihren speziellen Gesetzen und macht dadurch die Stoffe lebend. Sie leben so lange, als diese Energie in ihnen wirksam ist. Wenn die Wirkung dieser Energie aufhört, tritt der Tod ein.

Die analytischen Erörterungen zeigen uns, daß von den in der Gleichung der gedämpften Schwingung vorkommenden w , r , a , b Koeffizienten, w der proportionelle Faktor derjenigen Energie ist, welche die Bewegung verursacht, während r der proportionelle Faktor der Bewegungsdämpfung ist. Die Koeffizienten a und b können auf Grund biophysischer und analytischer Erwägungen zu einem einzigen Faktor zusammengezogen werden und dadurch erhalten wir einen Ausdruck, in welchem ebenfalls die Faktoren w und r und die Anfangsgeschwindigkeit v_0 vorkommen. In Folge dieser Vereinfachung braucht man nun statt 4 nur mehr 3 Koeffizienten in Betracht zu ziehen, deren jeder einen biophysisch genau bestimmten Sinn besitzt.

Die analytischen Erwägungen zeigen uns auch, daß die Nachkommen die Anfangswerte der Faktoren w , r , v_0 von den Eltern erben. Vom Standpunkte der Vererbungs- und Entwicklungslehre sind die Faktoren w , r , v_0 von größter Bedeutung.

Die Größe der Koeffizienten w , r , v können sich je nach den biologischen Verhältnissen ändern, unter günstigen Umständen können sie zunehmen, unter ungünstigen abnehmen, aber eine gewisse Größe müssen sie zur Erhaltung der Lebewesen stets haben. Sie sind es, die die *Arbeitsfähigkeit* und die *Intensität* der Ernährung, des Wachstums und der Vermehrung bestimmen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 4. Juni 1928.)

