

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA  
A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA 1888-BAN SZILY KÁLMÁN.

ILOSVAY LAJOS  
KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE  
GORKA SÁNDOR.

CXXI—CXXIV. PÓTFÜZET.

76 KÉPPEL ÉS 3 GRAFIKONNAL.

AZ 1916. ÉVI, XLVIII. KÖTETHEZ.

BUDAPEST.  
KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.  
(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)  
1916.



A Pesti Lloyd-társulat könyvsajtója.



# TARTALOMJEGYZÉK.

## NAGYOBB CZIKKEK.

GYÓRFFY ISTVÁN, A gánóczi „Hradek“ végveszedelme. 2 képpel ...	59
HALTENBERGER MIHÁLY, A dűnék rendszertana. 17 képpel ...	134
HEGYFOKY KABOS, Az eső óránkénti eloszlása a Nagy-Alföldön és az egyenlítő alatt. 2 grafikonnal... ..	75
N. KONEK FRIGYES, A két- és négyvegyértékű nitrogén és a páros atómszámok törvénye... ..	66
— A mesterséges kaucsuk... ..	97
LENDVAI JÁNOS, Biológiai kutatások ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával. 3 rajzzal ... ..	125
MELCZER MIKLÓS, Véresejtjeink keletkezése. 5 képpel ... ..	169
MENDE JENŐ, A $\delta$ -sugarokról. 1 képpel ... ..	85
MOESZ GUSZTÁV, A gombák szaporodása. 5 képpel ... ..	1
PÁTER BÉLA, Néhány orvosi növény színváltozása ... ..	92
PONGRÁCZ SÁNDOR, Az ősvilági rovarok szervezete és életmódja. 23 képpel ... ..	21
RÉTHLY ANTAL, Napsütés a Magas-Tátrában. 1 grafikonnal és 6 táblázattal ... ..	79
SAILER GÉZA, A vas rozsdásodása. 3 képpel ... ..	116
SÁNTHA LÁSZLÓ, Sztereoszkópi képek készítése közönséges fotografáló készülékkel. 3 képpel... ..	89
SCHAFARZIK FERENCZ, A gyémánt ismerete és forgalma az ókori népeknél ... ..	70
SZILÁDY ZOLTÁN, A fürkészölegyek ételszokásai. 2 képpel ... ..	165
VÉSZI GYULA, A tudatos jelenségek élettani alapjai. 4 képpel .. ..	155

## KISEBB CZIKKEK.

BOGDÁNFY ÖDÖN, A szénpor ipari alkalmazása. 3 képpel ... ..	176
GORKA SÁNDOR, A földgáz előfordulása Délorszországban ... ..	96
KNAPP OSZKÁR, Az autogén-hegesztő gáznemek ... ..	179
N. KONEK FRIGYES, A nukleinsavak mesterséges előállítása ... ..	174
MENDE JENŐ, Drótnélküli telegráfia nagy távolságra ... ..	96
— A higanyos áramátalakító. 4 rajzzal ... ..	182
STEINER LAJOS, A földmágneses erő mérése katódsugarakkal... ..	95
ZIMMERMANN ÁGOSTON, A kutya bőrének pikkelyszerű felülete. 1 képpel ... ..	95

## TÁRGYJEGYZÉK.

**I. Az állattan köréből:** Az ősvilági rovarok szervezete és életmódja 21. — A kutya bőrének pikkelyszerű felülete 95. — Biológiai kutatások ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával 125. — A tudatos jelenségek élettani alapjai 155. — A fürkésző legyek életszokásai 165.

**II. A csillagászat és meteorológia köréből:** Az eső óránkénti eloszlása a Nagy-Alföldön és az egyenlítő alatt 75. — Napsütés a Magas-Tátrában 79. — A földmágneses erő mérése katódsugarakkal 95.

**III. A chemia, ásvány- és földtan köréből:** A gánóczi „Hradek“ végveszedelme 59. — A két- és négyvegyértékű nitrogén és a páros atómszámok törvénye 66. — A gyémánt ismerete és forgalma az ókori népeknél 70. — A földgáz előfordulása Délországban 96. — A mesterséges kaucsuk 97. — A vas rozsdásodása 116. — A dűnék rendszertana 134. — A nukleinsavak mesterséges előállítása 174.

**IV. Az élettan köréből:** Biológiai kutatások ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával 125. — A tudatos jelenségek élettani alapjai 155. — Vérsejtjeink keletkezése 169.

**V. A fizika köréből:** A  $\delta$ -sugarakról 85. — A földmágneses erő mérése katódsugarakkal 95. — Drótnélküli telegráfia nagy távolságra 96. — A higanyos áramátalakító 182.

**VI. A növénytan köréből.** A gombák szaporodása 1. — A gánóczi „Hradek“ végveszedelme 59. — Sztereoszkópi képek készítése közönséges fotografáló készülékkel 89. — Néhány orvosi növény színváltozása 92.

**VII. A technika köréből:** Stereoszkópi képek készítése közönséges fotografáló készülékkel 89. — Drótnélküli telegráfia nagy távolságra 96. — A mesterséges kaucsuk 97. — A vas rozsdásodása 116. — A szénpor ipari alkalmazása 179. — Az autogén-hegesztő gáznemek 179. — A higanyos áramátalakító 182.

---

**Megjegyzés.** A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közlöny XLVIII. kötetének tárgymutatójába van beosztva.

---

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.  
ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 2 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 12 K.

XLVIII. KÖTETHEZ.

1916. AUGUSZTUS

1—2. (CXXI—CXXII.) PÓTFÜZET.

### A gombák szaporodása.

„Úgy nő, mint a gomba eső után“ szokták mondani a gyorsan növő gyermekről. A nyári szárazság idején tűvé tehetjük az erdőt és nem akadunk gombára, a mint azonban eső éri a száraz talajt, itt is, ott is egyszerre száz meg száz helyen bújik ki a föld alól. Felüti kerek fejét, majd gyorsan ernyő alakot ölt. Nem telik bele egy-két nap és előttünk áll a teljesen kifejlődött kalapos gomba. „Gomba-módra szaporodik“ szintén eléggé használatos mondás, mely ugyancsak arra vall, hogy a gombák gyors szaporodásmódja a népnek is feltűnik. A gombák szaporodásának lényegét, a szaporodás módjának rejtjelmeit azonban csak az újabb kor tudósai fűrészték ki. Csak a mikroszkópnak sok százszoros nagyító erejével és a tudósok fárasztó, türelmes munkájával sikerült a gombák szaporodási folyamatait meglesni. Hiszen mikroszkóp nélkül, még arra az egyszerű kérdésre sem tudnánk válaszolni: mi a gomba?

A közönség tulajdonképpen csak azt tudja, hogy vannak ehető gombák és bolond gombák, és sejtelve sincs a több tízezernyi parányi gombáról, mely mindenütt ott van, a hol szerves anyag él, vagy bomlik. Ezek közül legfeljebb a penészfélék tűnnek fel, vagy azok, melyek gazdasági növényeinket rontják, mint a milyenek a rozsdagombák, az üszökfélék, a lisztharmat, a peronoszpora, az anyarozs.

Érdekes dolog utána járni annak, mit tudtak a régiek a gombák szaporodásáról? Az ókor és a középkor tudósai körülbelül annyit tudtak erről, mint a mi népünk mostan. Maga a gomba is nagyon különös természeti tárgynak tűnt fel szemük előtt. THEOPHRASTUS (Kr. e. kb. 320) meg is jegyzi róluk, hogy csodálatosak, mert „nincs gyökerük, sem törzsük, sem ágaik, sem rügyeik, sem levelük, sem viráguk, nincs belük, erezetük és nincsenek rostjaik, holott a növények lényege éppen ezekben a részekben rejlik“. De még az újkor elején is, a gombákról a legzavarosabban vélekedtek elismert tudósok is. S akkor jutottak a legnagyobb bajba, a mikor a gombákat a rendszerbe akarták helyezni, mert nem tudták, hová sorozzák őket. VAILLANT-nak (1718) úgy tetszik, mintha a gombák az ördög művei lennének, mert zavarják azt a szépen kigondolt rendszert, melybe a gombák sehogy sem illettek. MÁTYUS ISTVÁN (1725—1796), a ki a „Plánták Országában“ szintúgy megkülönböztet különböző rendű és rangú növénycsoportokat,



mint akár az emberi társadalomban különböző osztályokat, ugyancsak kevésre becsüli a gombákat, a mikor azokat a legutolsó rendű osztálylyal, a szolgálkkal, béresekkal és pásztorokkal állítja egy sorba, mondván: „A gombák, mint ganéjok, tsundaságok közt született senyvedő, hitvány matériák: éppen olyanok, mint nyárban a barmokkal bánó, télben azoknak ganéjait ki-takarító, alatson tsunda, paraszt, izetlen, büzetlen, rossz erköltsű, nagy ehető, tolvaj, hitvány béresek, pásztorok és legalatsonabb szennyes szolgálk, szolgálók.“<sup>1</sup>

A gombákról való ilyen nézetek mellett nem csodálatos, hogy a gombák szaporodása felől is a legkülönösebb módon gondolkoztak. DIOSCORIDES (Kr. u. kb. 60-ban) azt írja például, hogy némelyek állítása szerint, ehető gombára úgy lehet szert tenni, még pedig egész éven át, ha a fehér és fekete nyárfának apróra tört héját trágyázott földbe szórják. A mindent tudó PLINIUS a következőképpen szól a gomba keletkezéséről: „Az az anyag, a melyből a gombák lesznek, benn van az agyagban, az erjedő nyirkos talajban, vagy a tölgyfák gyökérzetében. Eleinte csak mint ragadós hab jelentkezik, mely később bőrszerű anyaggá, végül gombává lesz.“ A gombák nyeresének egy másik recipjét az egyik Geopon a következőképpen adja meg. „A fekete nyárfa törzsének frissen vágott felületére vízben áztatott kovászt öntünk. Ha azonban azt akarjuk, hogy a földön is teremjenek gombák, akkor olyan helyt keresünk valamely magaslaton, a hol nád nő, itt rőzsét és egyéb éghető növényi anyagokat halmozunk össze, melyet eső közeledtével lángba borítunk. Ezen a szenes helyen fog gomba nőni. Ha azonban a rőzse elégett és eső nem esett, akkor az esőt tiszta vízzel is pótolhatjuk, ekkor azonban a gombák már nem lesznek olyan jók.“ BOCK HIERONYMUS (TRAGUS) 1560-ban a gombákról többek közt ezt írja: „A gombák a föld, a fák, korhadt fa és egyéb rothadó anyagok fölösleges nedvességéből lesznek. Ezt onnan is tudhatjuk, mondja AQUINAS PONTA, hogy minden gomba, különösen az, melyet a konyhában is használnak, többnyire mennydörgés és eső idején nő. Erre a régiek nagyon ügyeltek, és azt vélték, hogy a földalatti gombák (Tubera), mivel nem magvakból erednek, az éggel állanak valamely összeköttetésben. Ily módon gondolkozott PORPHYRIUS is, a mikor azt mondta, hogy a gombák és a szarvasgombák (Tubera) az Istenek gyermekei, mert nem magvakból lesznek és nem úgy születnek, mint az emberek.“

Ugyancsak gyermekes gondolkodásra vall a régieknek az az általánosan elterjedt hite, hogy a gombák mérges tulajdonságukat a közelükben lévő tárgyaktól kapják: rozsdás szögektől, rothadó anyagoktól, mérges gyümölcsöt hozó fáktól, vagy a vipera fészektől.

Sokáig uralkodott ez az okoskodás, míg végre CAMERARIUS RUDOLF JAKAB, a tübingeni egyetem tanára 1694-ben kísérletek alapján kimutatta,

<sup>1</sup> Гомбocz E., Linné és a magyar Botanika (1914) 15. lap.

hogy termékeny magvak csak akkor jönnek létre, ha a termős virágot a virágpór (pollen) megtermékenyíti. Ezzel a régiek sejtése, hogy a növények szaporodása is ivarosán történik, biztos alaphoz jutott. LINNÉ ugyan nem sokat törődött CAMERARIUS és KOELREUTER pontos kísérleteivel, de azt elismerte, hogy a magvak a termékenyülés eredményei. Az ivaros szaporodás, szerinte, már a növények természetében rejlik. „Minden növénynek van virága és termése, ha mindjárt azt szemünk nem is látja mindig.“ LINNÉ-nek ez a mondása lebegett azok szeme előtt, a kik a virágtalan növényeken is virágokat kerestek. Persze, inkább a külső hasonlatosság és az analógia alapján fedeztek föl virágrészeket ott is, a hol azoknak nyoma sem volt. Így például a harasztok lélekzönyilásait, indusiumát és mirigyes szőreit portokoknak nézték, a mohák spóratokját porzós virágnak. De már LINNÉ előtt is volt egy jeles kutató, MICHELI, a ki 1729-ben erőnek erejével nemi szerveket keresett a virágtalan növényekben. „Nova plantarum genera“ cz. művében, melyet különösen szép rajzai miatt méltán érhet dicséret, a virágtalan növényeket is a virágosak módjára rendszerezi. A zuzmókról és a gombákról azt mondja, hogy porzóik a szíromnélküli virágokban vannak. Még az éles szemű HEDWIG is beszélt a gombák porzóiról. A mit porzóknak láttak, azok a kalapos termőtest lemezein álló *cystidák* (2. kép, G, c). És bár LÉVEILLÉ, kitől a *cystida* elnevezés ered, 1836-ban kimutatta, hogy ezek nem szaporodási szervek, CORDA, a gombák jeles rajzolója és leírója, 1837-ben a *cystidákat* mégis *antheráknak* tartotta.

Voltak azonban olyanok is, a kiket LINNÉ nagy tekintélye sem tudott megingatni abban a véleményükben, hogy a kryptogam növények valóban virágtalanok, a melyeknek semmiféle szaporodási szervük sincs. Így gondolkozott NECKER is 1783-ban. LINK (1809) a gombákat az *Anandrae* csoportba, tehát a „hímnélküliek“ közé helyezte. RICHARD ACHILLE (1833), a kinek a francia botanikusok közt igen sok követője volt, határozottan kijelentette, hogy a gombák szaporodása ivartalan. A gombák ama szervei pedig, a melyeket nemi szerveknek tekintettek, nem azonosak a virágos növények szaporodási szerveivel, valamint a gombák spórái sem azonosak a virágos növények magvaival. Látjuk tehát, hogy a gombák szaporodásának vizsgálata két egymással ellenkező felfogást hozott felszínre: voltak, a kik a gombákban is a virágos növények szaporodási szerveit keresték, és voltak, a kik tagadták az ivaros szaporodást. A vitát elmékedéseken alapuló okoskodással megoldani nem lehet. Önként kínálkozik az egyedüli helyes út: a gombák mesterséges tenyésztése abból a célból, hogy fejlődésüknek minden szaka megfigyelhető legyen. Ha sikerül a gomba életét a spóra kicsirázásától kezdve, a spóra fejlődéséig figyelemmel kíséni, akkor a szaporodás módja sem maradhat tovább homályban.

Ilyen úton próbált haladni már MICHELI is (1729), a mikor különböz

gombák spóráit elvetette és megfigyelte csirázásukat. GLEDITSCH 1753-ban megismételte ezeket a kísérleteket. Minthogy azonban a vizsgálati módszerek ebben az időben még tökéletlenek voltak, az ilyen tenyésztési kísérletek nem jártak kellő eredménnyel és nem tudták megingatni az *ősnemzésben* való általános hitet, a melynek még olyan neves hívei is voltak, mint RUDOLPHI, LINK és PERSOON. Igaz, hogy PERSOON a gombák egy részére vonatkozóan elismerte a spórákból való szaporodást is. Csak a midőn EHRENBERG 1820-ban „*De Mycetogenesi*“ cz. munkájában körülményesen tárgyalta a gombáknak spórából való fejlődését és megmagyarázta a termőtest keletkezését, vált általánosabbá az a meggyőződés, hogy a gombák fejlődése a spórából indul ki. Különösen nevezetes, hogy a gombák párosodását először EHRENBERG figyelte meg a *Sporodinia grandis* ágain.

NEES v. ESENBECK 1820-ban lelkes szavakkal magasztalva EHRENBERG fölfedezéseit, örömmel jelentette, hogy a *Mucor stolonifer* penésznek nedves kenyérrre elvetett spóráiból már 24 óra multával fehér, pelyhes tenyészetet látott fejlődni, melyből a harmadik napon már érett termőtestek keletkeztek. Utóbbiak spóráiból ismét sikerült tenyészetet kapnia. A mi most olyan egyszerűnek és természetesnek tűnik, az abban az időben nagy fölfedezésszámba ment. NEES v. ESENBECK e kísérletei alapján a következő eredményeket rögzíti meg, melyeket főbb vonásaiban csakis azért jegyzek föl, mert hű képet nyújtanak a mykológia 100 év előtti állásáról. 1. A gombák spórái nem duzzadnak egyenesen gombává (azaz termőtestté), a mint azt sokszor hitték, hanem csirázás útján fonalakká, penészfonalakká lesznek. 2. A spórák nem gemmák, mert a gemmákból az anyához hasonló egyének fejlődnek, hanem inkább magvak, vagy azok lényeges részei. A gemmák növekedését helyesen *reproductió*-nak, a magvakét ellenben *fejlődés*-nek kell mondanunk. 3. A gombák spórái csupasz, tökéletlen embriók, olyanok, mint az aranka (*Cuscuta*) embriói, de csupaszok. 4. A gombák többsége párosodással szaporodik.

A gombákról való tudás ebben az időben bizony eléggé zűrzavaros volt. A tisztánlátás azonban fokról-fokra terjedt. A míg régebben általánosan azt hitték, hogy a magasabbrendű gombák kalapja alkotja a gomba igazi testét, lassan-lassan észrevették, hogy a gomba kalap-alakú része nem más, mint a termőtest, míg a gomba tenyészeti része a föld alatt van. Ez a föld-alatti rész elágazó, gyökérszerű fonalakkból áll, melyet régebben *Byssus*-nak neveztek és részben önálló gombagénusznak tartottak. TRATTINICK (1805) óta a *micélium* nevet viseli. EHRENBERG 1820-ban tisztán látta, hogy a gomba termőteste fonalakkból, úgynevezett *hyphák*-ból áll, a termőtestet azonban a virágos növények termésével hasonlította össze, s arra az eredményre jutott, hogy a gomba termőteste nem termés, hanem annak csodálatos előhírnöke. („Fungus non est fructus, sed fructus prodigiosum indicium.“) DUTROCHET



1834-ben határozottan különválasztotta a gomba termőtestét annak vegetatív részétől és TROG 1837-ben kimutatta, hogy a spórából előbb miczélium fejlődik és utóbbi létesíti azután a spórát viselő termőtestet. Ugyancsak ő figyelte meg először, hogy a *Peziza*- és a *Helvella*-félék spóráit a szél röpíti ki apró felhőcske alakjában.

Látjuk, mily nehezen bontakozott ki az igazság, a helyes felfogás abból a kaoszából, a mi örökségképpen szállott a 19. század elejére a babonás és balitéletes multból. A TULASNE-TESTVÉREK szebbnél-szebb művei 1850 és 1865 között egyszeribe élesen megvilágították a mykológia homályos útvesztőit. Leírásaik egyszerűek és mintaszerűen világosak. Nem keresnek analógiákat a távolban. Gondolatmenetük nem csapong szerte-széjjel, hanem szorosan odasimul a megfigyelt jelenséghez. Mindig igen nagy súlyt fektetnek a spórákra: azokat csiráztatják s a keletkezett miczéliumból ismét termőtesteket iparkodnak kitenyészteni. Észreveszik számtalan esetben, hogy ugyanannak a gombának kétféle, sőt többféle spórája is lehet. Ennek a jelenségnek, a melyet *pleomorfizmus*-nak mondunk, ettől az időtől kezdve nagy szerepe van a gombák tanulmányozásában. A TULASNE-TESTVÉREK fölfedezései valóban meglepték a kortársakat. Ez természetes is, mert olyan gombaalakokról, a melyekről addig azt hitték, hogy különálló fajok, kimutatták, hogy összetartoznak. Így például az anyarozsról, melyet sokan eltorzult, megbetegedett rozsszemnek tekintettek, kiderítették, hogy az tulajdonképpen összetömörült miczéliuma a *Claviceps purpureá*-nak, a melynek fejlődési körébe még a *Sphacelia segetum* is tartozik. A lisztharmatfélékhez bizonyos *Oidium*-ok tartoznak s a *Rhytisma acerinum*-hoz a *Melasmia*, mely a juharka levelének jól ismeretes feltünő fekete foltjait idézi elő. És a mi szintén meglepő fölfedezés volt: kimutatták az összefüggést a rozsdagombák egyes spóraalakjai közt, nevezetesen azt a kapcsolatot, a mi az *aecidium*, az *uredo*-és a *teleuto*-spóra között van. TULASNE-ék vizsgálatai óta egészen más szemmel kezdték nézni a gombák világát. Azok az utólérhetetlen szépségű művészi rajzok, a melyek a TULASNE-TESTVÉREK megfigyeléseit oly ékes-szólián és meggyőzően szemünk elé állítják, szöveg nélkül is nagy hatást keltettek volna. A TULASNE-TESTVÉREK voltak a mykológia reformátorai. Követők seregéből meg kell emlékeznünk FÜCKEL-ről, a ki azt hirdette, hogy azok a gombák, a melyeknek ez idő szerint csak *konidiumos* alakjait ismerik, bizonyára valamelyik tömlős vagy bazidiumos gomba fejlődési körébe tartoznak. Addig is, a míg hovátartozandóságuk kiderül, külön csoportba helyezendők. Ezeket a gombákat „*Fungi imperfecti*“ (tökéletlen gombák) névvel jelölte.

Ebbe az időbe, a mikor a mykológia TULASNE-ék hatása alatt nagy lendületet nyert, esik DE BARY strassburgi egyetemi tanárnak tudományos működése is, melynek eredményei most is ugyanazzal az erős fényvel tündököl-

nek, mint a múlt század 60—80-as éveiben. A gombák fejlődésének kutatását valóságos művészetté emelte. A gombákat a természetes viszonyokhoz hasonló módon tenyésztette, mesterséges fertőzéssel átvitte őket a gazdanövénybe, megfigyelte az élősködő gombák behatolását a gazdanövénybe és abban a miczélium terjedését, spórafejlődését. Ő bizonyította be először, a mit már mások is sejtettek, hogy a gabona rozsdája életének csak egy részét (uredo és teleuto) tölti a gabona testében, míg aecidiumos és spermatiumos szakaszát a sóskacserje szöveteiben éli át. Azóta a rozsdagombák sok százáról derült ki, hogy gazdát változtatnak. Ezeket nevezik *heteroeczikus* gombáknak. Ő fedezte föl sok gombának ivaros szaporodását is. Ezek sorában talán legnevezetesebb fölfedezése, hogy a tömlős gombák termőteste is az ivaros szaporodás eredménye. Az ő nyomdokain haladnak a mai mykológusok is: BREFELD, KLEBAHN, KLEBS, BUBÁK, FISCHER ED. és mások. DE BARY fölfedezései egytől-egyig igen jelentékenyek és mindenik kiindulópontja lett számos részletkutatásnak. Valamennyi közül azonban azok vertek nagyobb hullámvázást, a melyek a gombák ivaros szaporodására vonatkoznak.

DE BARY-nak az ivaros szaporodásra vonatkozó megfigyelései és következtetései pompásan illenek be egy másik nagy elmének, HOFMEISTER-nek a gondolatkörébe. HOFMEISTER (1849 és 1851) észrevette, hogy a mohák és a harasztok fejlődése egységes alapterven nyugszik. A mohák leveles, száras része, mely a nemi szerveket viseli, egyértékű a harasztok előtelepével s a spórákat termő része, a *sporogonium*, a harasztok leveles lombjával, mely a spórákat hozza létre. A moha és a haraszt életében tehát két szakaszt lehet megkülönböztetni: az egyik kezdődik a spóra csírázásával és végződik a nemi szervek létrehozásával, a másik kezdődik a csírasejtek egyesülésével és végződik a spóra képződésével. E két szakasz állandóan váltakozik és egymással szorosan összefügg. HOFMEISTER ezt a jelenséget *nemzedékváltakozásnak* nevezte. A nemi szerveket viselő egyén az ivaros nemzedék, vagyis a *gametophyta*, a spórákat viselő egyén az ivartalan nemzedék, vagyis a *sporophyta*. HOFMEISTER-nek ezt a fölfedezését korszakot alkotónak kell tekintenünk, mert azóta egyre több és több bizonyíték szól a mellett, hogy a virágos növények fejlődésében is meg van ez a szakaszosság, a gametophyta és a sporophyta nemzedékeknek a váltakozása. Most már nincs abban kétség, hogy a virágos növények virágpora, a pollen, egyértékű a mohák és harasztok mikrospórájával és a magrügy embriózsákja a makrospórájával; a pollentömlő generatív magja egyértékű a mohák és harasztok spermatozoidjaival és a magrügy petesejtje, illetőleg petemagja a mohák és harasztok petesejtjeivel. A virágos növényt a maga teljességében, úgy, a mint szárazastul-levelestül szemünk előtt megjelenik, e szerint sporophytának, míg a virágport és a magrügyet gametophytának tekinthetjük. Míg azelőtt a virágtalanok (*Cryptogamae*) és a virágos növények (*Phanero-*

*gamae*) közt óriási különbséget láttak, HOFMEISTER fölfedezései ezt a nagy úrt teljesen kitöltötték. Most már tisztán látjuk azt a kapcsolatot, azt az alaptervet, mely a moháktól kezdve a harasztokon át a virágos növényekig szépen átvezet. (Lásd a 17. lapon levő vázlatot.)

HOFMEISTER alapgondolatát, az ivaros és ivartalan nemzedékek változásáról, újabban a gombákra is kiterjesztették. Persze, a gombák körében ez a fejlődési menet nem mutatkozik olyan szembeszökően. De már a virágos növények is megtanítottak minket arra, hogy valamely szaporodási szervnek vagy szerkezetnek elcsökevényesedése oly nagyfokú lehet, hogy annak csak gyenge nyoma marad meg. A harasztok soksejtű előtelepe is mindinkább csökevényesedik, míg végül a virágos növényekben az előtelepet (prothallium) már csak néhány sejtmag képviseli a pollenben, illetőleg a magrügyben. Ugyanazt mondhatjuk a hím (antheridium) és a női szaporodási szervek (archegonium) fokozatos csökevényesedéséről is. A spermatozoidból és a petesejtéből is végül a virágos növényekben csak azok magja marad meg.

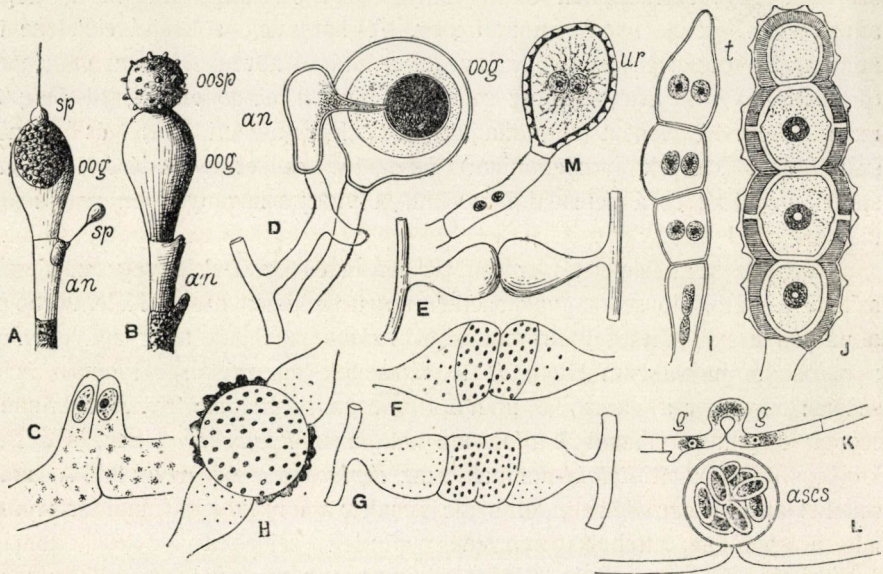
HOFMEISTER elméletét erősen támogatta és egyúttal lényegesen kiegészítette a párosodó sejtmagvak szerkezetének tanulmányozása. Kiderült, hogy a párosodással keletkezett kromoszomák száma mindig kétszer annyi, mint a párosodó magvakban. Ha tehát a csirasejtek magvaiban a kromoszomák száma:  $x$ , akkor a párosodás után a kromoszomák száma:  $2x$ . Az  $x$  kromoszomát tartalmazó magot *haploid*-magnak, azaz *haplocaryon*-nak, s a  $2x$  kromoszomás magot *diploid*-magnak, azaz *diplocaryon*-nak nevezzük. A csirasejteket létesítő nemzedék minden sejtje is csak  $x$  számú kromoszomát tartalmaz, míg a spórákat létrehozó nemzedék minden sejtjében a kromoszomák száma:  $2x$ . Ezért mondjuk, hogy a gametophyta nemzedék: *haploidnemzedék* (haplophasis), míg a sporophyta-nemzedék *diploidnemzedék* (diplophasis). A diplocaryon e szerint a párosodás eredménye. Kérdés, mikor és hogyan alakul át haplocaryonná, illetőleg a diploidnemzedék (sporophyta), haploidnemzedékké (gametophyta)?

A kromoszomák számának felényire csökkenése a magnak úgynevezett *redukciós oszlásával* történik, ekkor a kromoszomák, bár hosszanti irányban meghasadtak, mégis együtt maradnak és egészben vándorolnak az új leánymagvakba, míg a mag rendes oszlásakor a kromoszomák fele része kerül a leánymagvakba. A mohák és a harasztok redukciós oszlása a spórák anyasejtjeiben, a gombáké a *zygotában* megy végbe. Általában pedig *gonotokont*-nak nevezik azt a sejtet, a melyben a magoszlás redukciósan történik. A redukciós osztódás (*heterotipikus magoszlás*) persze nem ismétlődik a további osztódások alkalmával, mert akkor a kromoszomák száma újból felére csökkenne, hanem a redukciós osztódást nyomban a rendes osztódás (*homöotipikus magoszlás*) követi.



Mindezt előrebocsátva, a gombák ivaros szaporodására vonatkozólag a következő megállapodásokra juthatunk:

Az ivaros szaporodás bizonyára az ivartalanból fejlődött. Az csirasejtek (gameták) ősei az ivartalan rajzók (zoospórák) lehetnek. Az ivarosság megjelenésére okot a táplálékban való szűkülködés adhatott. VAN REES, DAN-GEARD és KLEBS az éhségben látja az ivarosság forrását. Különösen KLEBS kísérletei támogatják ezt a felfogást. Az egysejtű szervezetek (például a *Chlamydomonas*) tápláló folyadékban ivartalanul szaporodnak, mihelyt azon-



1. kép. A—B *Monoblepharis sphaerica*; an antheridium, oog oogonium, sp spermatozoid, osp oospóra, C *Basidiobolus ranarum* párosodása. D *Peronospora alsi-nearum*; an antheridium, oog oogonium. E—H *Sporodinia grandis* zygospórájának fejlődése, I—J *Phragmidium violaceum* teleospórája, M ugyanannak uredospórája, K—L *Eremascus fertilis* tömlőjének fejlődése; g gameta, ascs ascus, tömlő. (Mind nagyítva. Különböző szerzők nyomán.)

ban desztillált vízbe kerülnek, a melyben éhezni kénytelenek, gyorsan párosodnak és ily módon két sejtből egy lesz, melyet *zygotá*-nak neveznek. A párosodás ezen a fokon tulajdonképpen nem más, mint az egyik sejtnek a másiktól való bekebelezése, felfalása, az éhség kényszerítő hatása alatt.

A csirasejtek (gameták) kezdetben bizonyára egyforma alakúak voltak és mozogtak. Ilyen gametákat találunk most is az algák sorában. A gombák gametái a fejlődésnek magasabb fokán állanak, a mi főképpen a szárazföldi élethez való alkalmazkodásból magyarázható. A gombák csirasejtjei ugyanis jobbára mozdulatlanok. Csak a vízben élő gombák közt találunk olyan

fajokra, melyek gametái közül legalább az egyik mozogni is tud. Ilyen gombák a *Monoblepharis*-félék, a melyek vízbe hullott faágakon élnek. A *Monoblepharis sphaericá*-nak valamelyik ágvégződésében jön létre az egyik csirasejt, a gömbölyű mozdulatlan *petesejt*, és egy másik sejtben az egycsillangós, mozgó *spermatozoid* (1. kép, *A, B*). A spermatozoid a petesejt mellé telepedik és vele egyesül. E két csirasejt egyesülése a *megtermékenyülés* és ennek eredménye egy olyan sejt, mely vastagabb falat választ el maga körül és bizonyos idő múlva új egyént hoz létre. Ezt a sejtet *oospórának* mondjuk. Általában azt a sejtet, vagy szervet, a melyben a gameták keletkeznek *gametangium*-nak nevezzük. A gametangium lehet *antheridium*, ha benne hímszirasejtek, azaz *spermatozoidok* vannak és lehet *oogonium*, ha benne női csirasejt, azaz *petesejt* keletkezik. A gameták párosodásával létrejött új sejtet pedig *zygotá*-nak mondjuk. Kétféle zygótát szoktunk megkülönböztetni, úgymint *zygospórát* és *oospórát*. Zygospóráról akkor beszélünk, ha a párosodó gameták alakra és nagyságra egyenlők, oospóráról, ha a párosodó sejtek különböznek egymástól. Utóbbi esetben, a kisebb és mozgó gametát *hím* jellegűnek, a nagyobb és mozdulatlan csirasejtet pedig *női* jellegűnek minősítjük. E föltevésnek alapja az a hasonlóság, a mely a növények és az állatok csirasejtjei között észlelhető.

Mozgó csirasejtet csakis a *Monoblepharis*-ok sorában találunk. Ez a sajátosság arra vall, hogy e gombák nagyon közeli rokonságban vannak bizonyos zöld moszatokkal, nevezetesen a *Vaucheriá*-val vagy talán az *Oedogonium*-mal. A hasonlatosság eléggé feltűnő és ezért nem is lep meg, ha a *Monoblepharis*-okat a zöld moszatoktól, leginkább a *Siphonophyceae* névvel jelölt csoporttól származtatják.

A mikor a gombák a szárazföldi élethez alkalmazkodtak, a csirasejtek párosodásában is változás állott be. A csirasejtek teljesen elvesztették mozgási képességüket, vagy legalább is nem jutnak ki a szabadba. Abból a célból, hogy a párosodás mégis létrejöhessen, a csirasejtek közel egymáshoz fejlődtek ki; sokszor a csirasejteket csak egy sejt fal választja el, mely a párosodás idejében eltűnik s az ily módon támadt nyíláson a két sejt tartalma összefolyik. pl. (*Basidiobolus*, 1. kép, *C*). Olykor az egyik csirasejt a másik felé párosodásra való csatornát fejleszt és ezen keresztül történik a két sejt tartalmának egyesülése (1. kép, *D*) (pl. *Saprolegniaceae* és *Ascomycetes*). Az egyesülő csirasejtek nagyság és alak dolgában hasonlíthatnak egymáshoz (pl. *Zygomycetes*, *Ustilagineae*, *Uredineae*), vagy különbözhetnek egymástól (pl. *Peronospora*, *Saprolegnia*, *Ascomycetes*). A mikor egyforma csirasejtek (izogameták) párosodnak, akkor *izogamiáról*, a mikor különböző csirasejtek (heterogameták) egyesülnek, akkor *oogamiáról* szólunk.

Típusos izogamiát, olyat, mint a milyen például a *Debarya* és a *Mougeotia* moszatnál van, a gombák közt aligha találunk. Az említett

két moszat gametái valóban teljesen egyformák és kölcsönösen egymásfelé közeledve, az út közepén, a párosodási csatornában találkoznak és ott alakulnak át zygospórává. Már a *Spirogyra* gametái, bár egyenlőnek látszanak, némi különbséget árulnak el, nevezetesen: a gameták közül csak az egyik keresi föl a másikat, a zygota nem a párosodási csatornában jön létre, hanem a passzívul viselkedő gameta sejtjében és a mi már alaki különbséget is jelent, a passzívul viselkedő gameták sejtjei nagyobbak is szoktak lenni. A *Spirogyra*ról tehát már el is mondhatnók, hogy vannak külön hím és külön női jellegű fonalai, a melyek egymás felé közeledni is tudnak. De már az ivaros szaporodás célja is nyilvánvalóvá teszi, hogy a teljesen egyforma sejtek párosodása nem lehet kívánatos a növény számára, mert ebben az esetben teljesen egyforma tulajdonságok származnának át az egyénre. *Ilyen* ivaros szaporodás tehát ugyanazt az eredményt hozná, mint az ivartalan szaporodás, *ilyen* ivaros szaporodásnak tehát nem volna sok értelme. Ezért, valahányszor alakban és nagyságban egyenlő csirasejtek párosodását észleljük, föl kell tennünk, hogy ezek bizonyára kémiai vagy szerkezetbeli, szemmel nem látható eltérő tulajdonságokban különböznek egymástól.

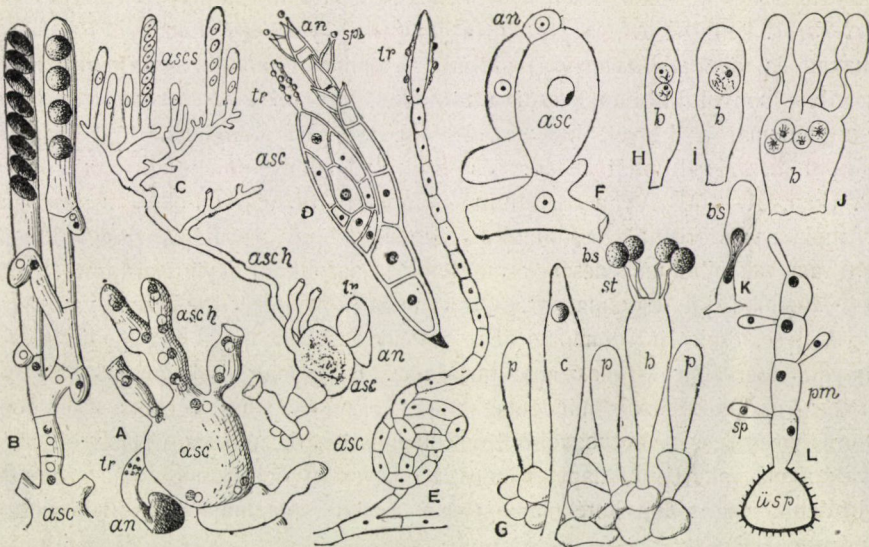
A gombák között talán a *Basidiobolus* ivaros szaporodása emlékeztet leginkább az izogametás moszatok párosodására. Izogamiának tekinthetjük az üszökfélék és a rozsdafélék ivaros szaporodását is, mert itt valóban még egymagvú sejtek egyesülnek egymással. Ellenben a *Zygomycetes* nevű csoportba osztott gombák, mint például a *Sporodinia* és a *Mucor*, a melyekről azt szokták mondani, hogy egyforma gametákkal párosodnak, nem állíthatók egy sorba az izogam moszatokkal, mert ezeknek a gombáknak úgynevezett „gametái“ tulajdonképpen *coenogameták* (1. kép E—H). *Coenogameták*, mert plazmájuk sok magvat tartalmaz és számos, egymagvú gamet összeolvadásából létrejött ivaros sejtcsoportoknak tekinthetők. A *Sporodinia*- és a *Mucor*-félék ivaros szaporodása tehát nem egyes, különálló izogameták, hanem *coenogameták*, illetőleg ezek gametangiumainak egyesüléséből áll.

Míg azonban a *Zygomyceták* *coenogametáit* tartalmazó párosodó gametangiumok egyenlők, addig a gombák nagyobb része olyan *coenogametákkal* párosodik, a melyek különböző alakú gametangiumokban fejlődnek, közülök az egyiket, a melyikről föltesszük, hogy a hímjellegű gametákat tartalmazza *antheridium*-nak, a másikat, a női jellegű gametákat, tartalmazót, *oogonium*-nak (más néven: archicarp, carpogonium, ascogonium) nevezzük.

Fontos kérdés, miképpen alakul ki a zygota a párosodó gametákból? Számos esetből az tűnik ki, hogy a párosodás leglényegesebb mozzanata nem a csirasejtek plazmájának, hanem a magvainak egyesülése. A magvak összeolvadását, párosodását *caryomixiá*-nak mondjuk. Abban az esetben, a mikor *coenogameták* egyesülnek, a magvak legnagyobb része rendszeren



elsorvad, eltűnik, vagy más szervek képzésére használódik fel (pl. a zygota burkának képzésére), s a sok magból csak kettő marad meg, a két ellentétes jellegű mag, melyeknek egyesülése útján fejlődik a zygota magva. Bármennyi magva is volt tehát a női coenogametának, a megtermékenyülés pillanatában csak egyetlen mag, a *petemag*, párosodik egyetlen hímjellegű maggal, a *sperma-maggal*. Így van ez a *Peronospora*-, *Albugo*- és *Mucor*-félék szaporodásában. Némely tömlős gomba coenogametáinak magvai azonban nem tűnnek el, hanem párosával egybeolvadnak, ily módon tehát



2. kép. A—C a *Pyronema* párosodási folyamata, D *Stigmatomyces Baeri*, E *Collema* csavarodott ascogonium, F *Sphaerotheca* ascogonium, G részlet a *Russula rubra* hymeniumából, H—K az *Armillaria mellea* spóráképződése, L az *Ustilago scabiosae* üszökspórájából kifejlődött promycelium. — Rövidítések: *an* antheridium, *asc* ascogonium, *asc* ascus, *asc h* ascogen hypha, *b* basidium, *bs* basidiospora, *c* cystida, *p* paraphysis, *pm* promycelium, *sp* sporidium, *spe* spermatium, *st* sterigma, *tr* trichogyn, *üsp* üszökspora. (Mind nagyítva. Különböző szerzők nyomán.)

nem egy, hanem számos zygotamag jön létre. Példa erre a jól tanulmányozott *Pyronema confluens*.

Igen nevezetes jelenség, hogy sok esetben a magvak nem is egyesülnek, legalább nem mindjárt, hanem párosával egymás mellé illeszkednek. A hím és a női magvaknak ezt a viselkedését a tömlős gombák és a basidiomos gombák csoportjában általánosnak mondhatjuk. Minthogy azonban a magvaknak ez az egymás mellé való páros elhelyezkedése is elegendő a zygota képződéséhez, azért a magvaknak ezen viselkedésében is az ivaros szaporodásnak fontos mozzanatát kell látnunk. Az ilyen páros magvakat

*syncaryon*-nak nevezzük és egyértékűnek tekintjük a zygotamaggal, vagy olyan maggal, melynek  $2x$  kromoszomája van (1. kép, *I* és *M*).

Míg a *Phycomyceták* csiramagvainak egyesülése útján vastagfalú szerv, az ú. n. *zygospora* keletkezik, mely hosszabb ideig ilyen állapotban marad, áttelelni képes és bizonyos pihenés után csirázással indítja meg az új növény fejlődését (3. kép, *R*), addig a tömlős gombák zygotája egészen másképpen viselkedik. Utóbbinak fejlődésében nincs szünet, hanem pihenés nélkül azonnal a *tömlők* (*ascusok*) fejlesztéséhez fog. A legegyszerűbb esetben, úgy a mint azt a *Protascineae*-félék családjában látjuk (pl. *Eremascus fertilis*, 1. kép, *K*, *L*), a zygota, a magvak egyesülése után azonnal megduzzad és *tömlővé* (*ascus-szá*) alakul. A tömlős gombák legnagyobb része azonban bonyolultabban létesíti a tömlőket. Így pl. a *Pyronema confluens* ascogoniuma, a helyett hogy vastagfalú zygotává alakulna, több hyphafonalat, *ascogen*-hyphát fejleszt és ezek végződéseiből lesznek a tömlők (2. kép, *A—C*). Az ascogonium magpárjai (*syncaryon*-ok) az ascogen hyphákba vándorolnak, osztódnak is, de úgy, hogy az új leánymagvak is a régi magvak elhelyezkedésének megfelelően páronként együttmaradnak. Minden tömlőbe jut egy magpár. Csak most következik be ezek valószínű egyesülése, csak itt a tömlőben lesz belőlük egyetlen mag, még pedig *diplocaryon*, mert  $2x$  kromoszomát tartalmaz. Ez a mag csakhamar két leánymaggá osztódik, ezek mindenike ismét osztódik, míg végül a tömlőben 8 leánymag lesz. Minthogy az egyik megoszlás redukciós oszlás volt, azért ezek a magvak ismét haploid-magvak, egyszerű ( $x$ ) kromoszóma-számmal. Mindenik mag maga köré plazmát vesz a tömlő plazmájából és ilyen módon *spórává* alakul.

A többi tömlős gomba spórafejlődése is hasonló módon megy végbe. Ha a tömlő magvai, nem háromszor, hanem többször osztódnak, akkor nem 8, hanem több spóra támad, a mire számos példát idézhetnénk.

A spóra csirázással új miczéliumot, új egyént hoz létre.

A tömlős gombák szaporodásában négy típust lehet megkülönböztetni.

1. A *Laboulbenia*-félék (*Laboulbeniaceae*) ascogoniumán egy nyulvány (*trichogyn*) van, és az antheridium csillangó nélküli, gömbös *spermatium*-okat termel (2. kép, *D*). Ezek a trichogynre tapadva, végzik a megtermékenyítést, melynek eredménye a spórák képzése az ascogonium belsejében. Mindezek a szaporodási szervek nagyon emlékeztetnek a vörös moszatokéira, ezért sokan ezeket a gombákat, melyek különben rovarokon élnek, a vörös moszatoktól származtatják.

2. A *Polystigma* és sok zuzmó gombája csavarodott fonálhoz hasonló ascogoniumot visel, melynek trichogynje is van (2. kép, *E*). A spermatiumok apró tokocskákban, ú. n. spermogoniumokban keletkeznek. Ezek is mutatnak némi vonatkozást a vörös moszatokhoz.

3. A *Pyronema confluens* módjára szaporodó gombák ascogoniuma és antheridiuma sokmagvú. Az ascogonium csúcsán trichogyn van (2. kép, A—C).

4. A *lizstharmat*-félék ascogoniuma és antheridiuma egy-egy magvú (2. kép, F).

A tömlős gombák, de még inkább a bazidiumos gombák ivaros szaporodása a legtöbb esetben nagyon leplezett alakban van meg. Minden jel arra vall, hogy a gombák ivaros szaporodása hanyatlásban van. A némi szerveket csak alig-alig lehet megtalálni, a legtöbb esetben csak a magvak viselkedéséből lehet némi szervek jelenlétére következtetni. Ilyenkor a syncaryonok és a diploidmagvak igazítanak minket útba.

Sok esetben nem fejlődik ki a hím nemi szerv. Ilyenkor a női nemi szerv magvai párosával egymás mellé lépnek és syncaryont mímelnek. A magpárok egyik magva átveszi a hiányzó hím-mag szerepét. Ezt a jelenséget *parthenomixiá*-nak mondjuk (pl. *Humaria granulata*). Megnehezíti az ivarosság megállapítását sokszor az a körülmény is, hogy a csiramagvakat tartalmazó sejtek teljesen egyformák a gombatest egyéb sejtjeivel. Ezt a jelenséget *pseudomixiá*-nak mondjuk. Gyakori eset az is, hogy megvannak a nemi szervek, de elvesztették működő képességüket. Így pl. a *Polystigma rubrum*-nak kezdetben van ascogoniuma, de semmiféle működést nem fejt ki, később el is tűnik. Elcsökevényesedett szaporodási szerveknek tekintik a rozsdagombák spermatiumait is, valamint az acidium ú. n. trichogyn-sejtjeit.

A szaporodásnak azt az érdekes féleségét, a mit *szűznemzés*-nek (parthenogenesis) neveznek, szintén észlelték a gombáknál. Ilyenkor a gaméták tovább fejlődnek, a nélkül, hogy előzetesen a másik gametával egyesültek volna. Például említhetjük az antheridium nélküli Saprolegniákat és az élesztőféle gombák (Saccharomycetaceae) javarését.

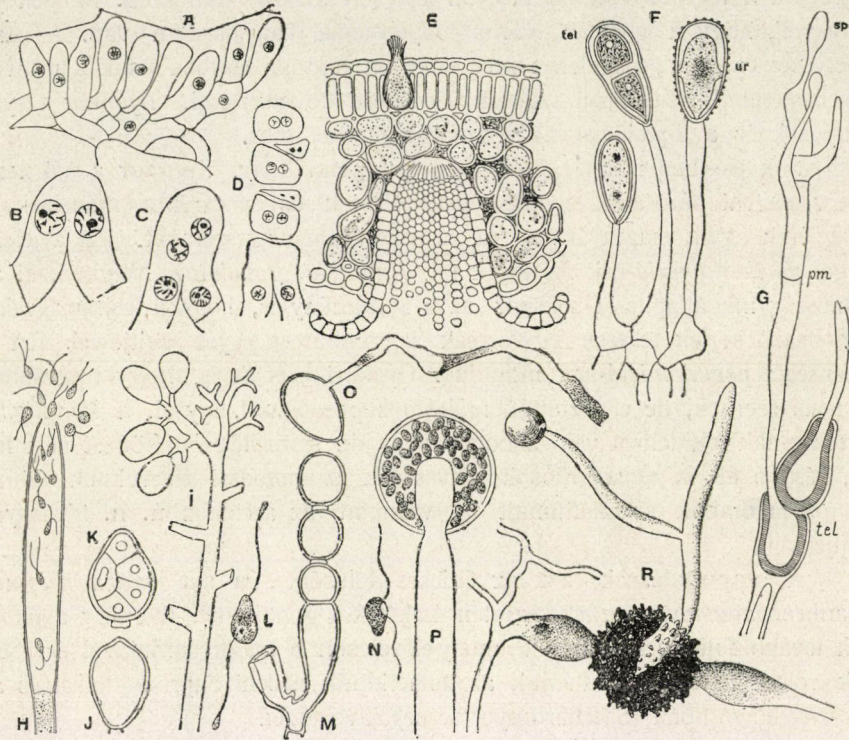
Az ivaros szaporodás menetét legnehezebb a bazidiumos gombák fejlődésében meglesni. A nemi szervek itt már annyira elcsökevényesedtek, hogy alig lehet rájuk ismerni. Nem csoda, hogy a bazidiumos gombák ivaros szaporodását teljesen tagadták. A sejtteni vizsgálatok azonban kiderítették, hogy az ivarosság nyomait meg lehet találni ezekben a gombákban is, sőt kiderült, hogy ezeknek ivaros szaporodása szorosan összefügg a tömlős gombák szaporodásával.

A *bazidium* egyértékű a *tömlő*-vel (ascus). Eleinte szintén egy magpárt (syncaryon) tartalmaz, mely később teljesen egybeolvad egy diploid-maggá. Ez a mag gyorsan oszlik, még pedig rendesen kétszer. Az egyik oszlás redukciós oszlás, miért is a keletkezett négy mag haploid-mag. A bazidium csúcsán, vagy oldalán sejtek fűződnek le, a melyek mindegyikébe egy-egy haploid-mag vándorol. Ezek a bazidiumos gombák spórái, a *bazidio*-



spórák, melyek tehát megfelelnek az ascospóráknak, s azoktól csak abban különböznek, hogy míg az ascospórák keletkezése *endogén*, mert az ascus *belsejében* jönnek létre, addig a bazidiospórák keletkezése *exogén*, mert a bazidium *felületén* támadnak (2. kép, G—K).

A bazidium magpárja kétségkívül csiramagvaknak köszöni létét, de ezt eddig csakis az alacsonyabbrendű bazidiumos gombákban észlelték és való-



3. kép. A—D *Phragmidium speciosum*, acidiospórák fejlődése, E—G a *Puccinia graminis* különféle spórái, H a *Saprolegnia Thuretii* rajzospórái, I—L a *Plasmopara viticola* zoosporangiumai és egy kétszillangós rajzója, M az *Albugo candida* konidiumszerű zoosporangiuma, N ugyanannak egy kétszillangós rajzója, O a *Peronospora leptosperma* konidiumszerű zoosporangiuma mycelium-fonalat hajt, P—R a *Mucor mucedo* zygospórája csirázó állapotban. — Rövidítések: *pm* promycelium, *sp* sporidium, *tel* teleutospóra, *ur* uredospóra. (Mind nagyítva. Különböző szerzők nyomán.)

színű, hogy a magasabbrendű bazidiumos gombák ivaros fejlődése is hasonlóan megy végbe.

Legjobban ismerjük a rozsdagombák ivaros szaporodását. Az acidiumtelepek legfiatalabb sejtjei között egyesek párosodnak. Ezek a sejtek ugyan egyformák, de föl kell tennünk, hogy különműek. A párosodás nem jár az ivarmagvak egybeolvadásával, mert ezek egymás mellett maradvá synca-

ryont alkotnak. Egy-egy syncaryon többszörösen osztódva, több magpárát létesít, melyekből minden egyes aecidiospórába egy-egy magpár jut (3. kép, A–D). Az *Endophyllum* rozsdagomba aecidiospórájában a magpár végre diploid-maggá egyesül, mire az aecidiospórából azonnal bazidium fejlődik. Minden más rozsdagomba (*Eu-Uredinales*) aecidiuma többé-kevésbé önállóul: az aecidiospórákból vagy újabb aecidium-nemzedék keletkezik, vagy *uredo*. Utóbbi is megismétlődhetik, a mikor is az uredo-spórákból újból uredo-telepek keletkeznek. Akárhányszor ismétlődjék azonban az aecidium és az uredo, ezek minden sejtje mindig csak egy-egy magpárt tartalmaz, miért is úgy az aecidium, mint az uredo a *diploid*-(sporophyta-) nemzedéket képviseli. Az uredospórák utolsó csirázása végül a *teleutospóras* telepet létesíti. A teleutospórák rendszeren vastagfalúak, ezért ki is tudnak telelni. Innen van, hogy megjelenésükkel a rozsdagombák életében a nyugvás szaka következik be. A teleutospórának tehát ugyanaz az élettani szerepe van, mint a Phycomycesek oospóráinak és zygospóráinak. A teleutospórában végre egyesül a két mag egy diploid-maggá. A teleutospórából csirázással bazidium fejlődik. Ebben a bazidiumban, melyet itt *promycelium*-nak is neveznek, megy végbe a diploid-mag redukciós oszlása, úgy hogy a bazidiumból kisarjadzott bazidiospóráknak (itt *sporidium*-oknak is szokták mondani), már haploid-magjuk van. Ugyancsak haploid-magja van annak a miczéliumnak is, a mely ebből a spórából kicsirázott (3. kép, E–G).

Az üszökgombák ivaros fejlődésmenete még vitás. Vannak, a kik a rozsdagombákkal hozzák közelebbi vonatkozásba, mondván, hogy az üszökgóspóra egyértékű a teleutospórával és a belőle fejlődő *promycelium* a rozsdagombák *promycelium*ával (bazidiumával) (2. kép, L). LOTSY azonban tagadja az üszökgombák ivaros szaporodását, mert a sejttani vizsgálat nem szolgáltat erre bizonyítékot. Sőt nem is tartja az üszögféléket a bazidiumos gombák rokonainak, inkább azt hiszi, hogy azok a Chytridineák néven ismert penészek csoportjából váltak ki.

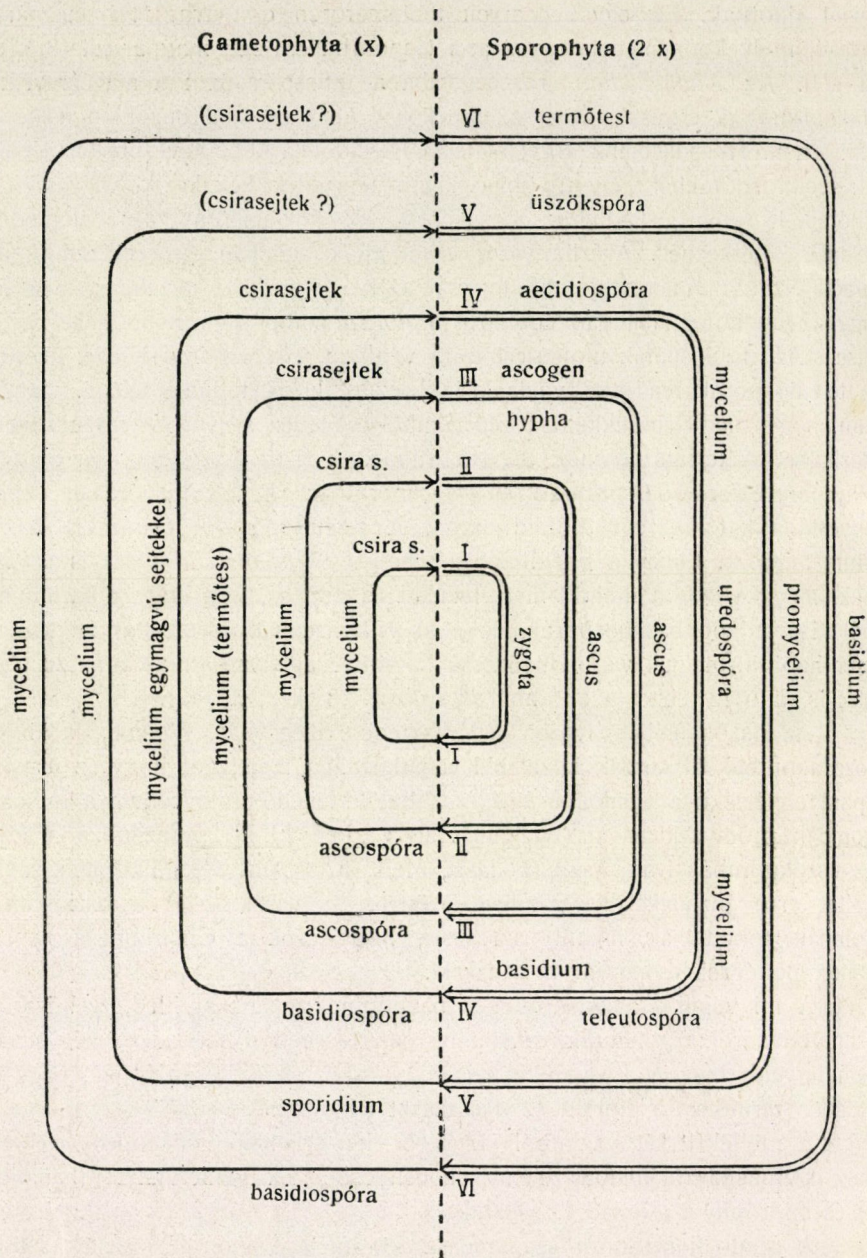
A mi végül a magasabbrendű bazidiumos gombákat illeti, ezek ivaros szaporodásáról alig tudunk valamit. Ivaros szaporodási szerveiket még senki sem figyelte meg. A szórványos sejttani vizsgálatok azt gyaníttatják, hogy a kalapos termőtest a diploid (2x) szakaszt képviseli.

A mellékelt két vázlatból (4. és 5. kép) látható, miképpen felelnek meg egymásnak a gombák és más növénycsoportok gametophyta (haploid, x) és sporophyta (diploid, 2x) szakaszai.

A gombák *ivartalan* szaporodása különféle szaporodási sejtek létrehozásában nyilatkozik meg.

A Phycomyces csoportjában a vízben élő gombáknak még csillangós, mozgó *rajzói* (*zoospórák*) is vannak, melyek feltűnően hasonlítanak a moszatok rajzóihoz. A mi különbség van közöttük, az a gombák alapvető természe-

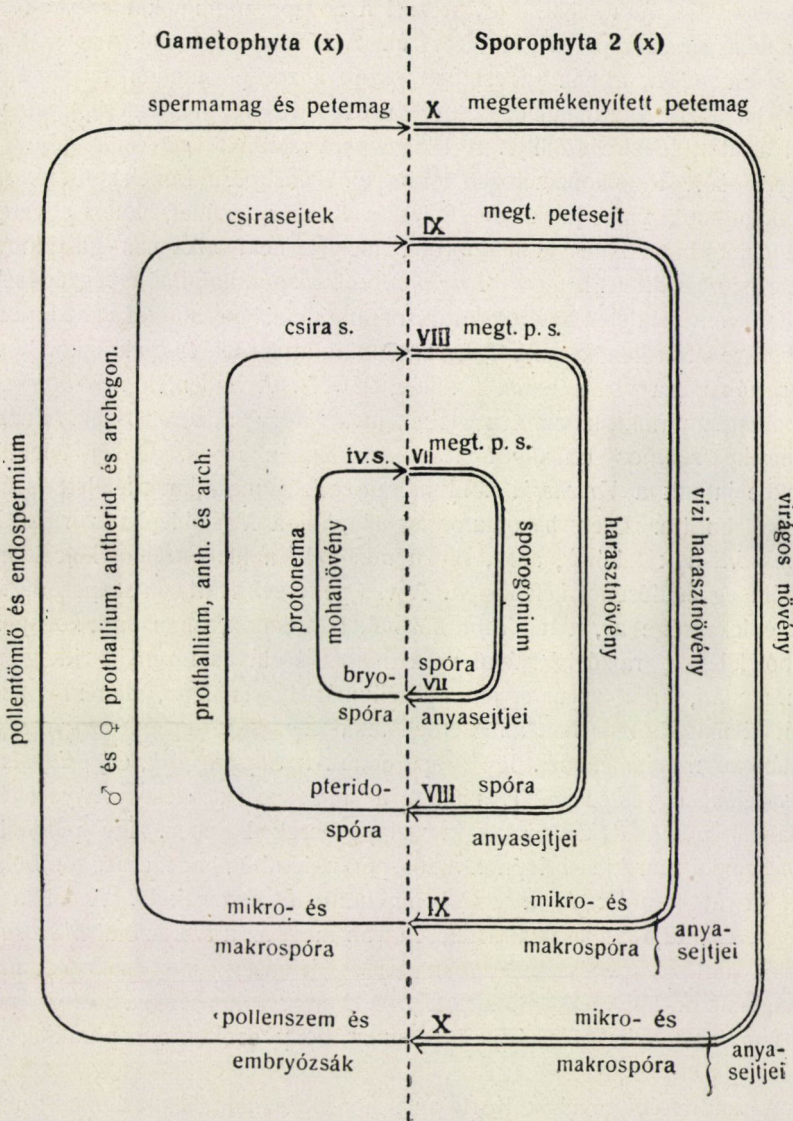




4. kép. A gombák fejlődésének gametophyta és sporophyta szakaszai. A gametophyta szakaszt az egyszerű vonal, a sporophytát a kettős vonal (=) jelzi. I. Phycomycetes, II. Protascineae, III. típusos tömlősgombák, IV. rozsdagombák, V. üszökgombák, VI. magasabbrendű bazidiumos gombák. A gametophyta myceliumhoz konidiumok is tartozhatnak.



téből könnyen megérthető: nincsenek kromatoforáik, pyrenoidjuk és nincs szemfoltjuk. Típusos rajzói vannak a Chytridineae-, Saprolegnia- és a Monoblepharis-féléknek. Azt a sejtet, a melyben a rajzók keletkeznek, *zoosporangium*-nak nevezzük (3. kép, H).



5. kép. A mohák, harasztok és virágos növények fejlődésének gametophyta és sporophyta szakaszai. A gametophyta szakaszt az egyszerű vonal, a sporophytát a kettős vonal jelzi. VII. mohák, VIII. harasztok (egyforma spórákkal), IX. vízi harasztok (mikro- és makrospórával), X. virágos növények, iv. s. = csira sejtek, meg. p. s. = megtermékenyített petesejt.

Azok a Phycomycetes csoportba tartozó gombák, a melyek már a szárazföldi élethez alkalmazkodtak, rajzóikat is többé-kevésbé eltérő módon fejlesztik ki. A *Plasmopara* zoosporangiumai a gomba miczéliumából a gazdanövény testéből a szabadba törő ágak csúcsain *konidiumok módjára* keletkeznek, a minnek előnye abban rejlik, hogy a szél a zoosporangiumokat szerte hordja. A víz terjesztő szerepét a szél veszi át. A zoosporangiumok a spórák szerepét viszik. Csak abban az esetben oszlik a zoosporangium tartalma rajzókká, ha a zoosporangiumot a szél nedves helyre, harmatcseppbe, vagy esőtől áztatott levélre szállítja. A *Plasmopara* rajzóinak két csillangójuk van (3. kép, I—L). A *Plasmopara* közeli rokona a *Peronospora*. Ennek konidiumszerű zoosporangiumai vízbe jutva sem fejlesztenek már rajzókat, hanem egyenesen miczéliumot bocsátanak ki magukból, mely a neki alkalmas gazdanövény szövetébe furakodik (3. kép, O). A *Phytophthora* zoosporangiumai ágvégződéseken, a gazdanövény felületén, az *Albugo* zoosporangiumai láncsorban a gazdanövény epidermisze alatt keletkeznek. Teljesen konidiumszerűek és csak akkor hoznak létre rajzókat, ha vízbe jutnak (3. kép, M, N). A vízben élő *Myrioblepharis* zoosporangiumának tartalma a vízbe jutva, négy rajzóra oszlik. Ezeknek mindegyike számos csillangót visel és élénken úszik. Önkénytelenül is eszünkbe jutnak a *Vaucheria* zöld moszat rajzói, melyeknek felületét számos csillangó borítja. Ezen hasonlatosság alapján a *Myrioblepharis* rajzóját is *synzoospóra*-nak tekintik, azaz, olyan rajzónak, a mely számos kétszillangós zoospóra egyesüléséből keletkezett. A vízi penészek ivartalan szaporodásának egyik érdekessége az, a mit *diplaniá*-nak mondanak, a mikor a zoosporangiumból kilépett rajzó hártáival veszi magát körül és bizonyos ideig tartó pihenés után, nem az új egyén miczéliumát hozza létre, hanem rajzókat bocsát ki magából. Ebben az esetben tehát a rajzók képződése gyors egymásutánban megismétlődik. Így szaporodnak a *Saprolegnia*, *Olpidiopsis*- és *Achlya*-félék egyes fajai. E mellett a rajzospórák elcsökevényesedésére is találunk példákat ugyancsak a vízi penészek körében. Így például az *Aplanes* rajzói már ki sem lépnek a zoosporangiumból, hanem meggömbölyödnek, hártát kapnak és a zoosporangiumban csiráznak ki. A mi a vízi penészek családjában csak kivételesen van meg, az a szárazföldi *Mucoraceae* családba tartozó penészek sorában rendes jelenség, mert spóráik már a sporangiumban hártásak (3. kép, P). A *Mucor* rokonságába tartozó penészek spóráinak keletkezésmódja arra mutat, hogy ezek a zoospórákkal egyértékűek.

A szárazföldi gombák ivartalan szaporodásának legáltalánosabb módja azonban nem az endogen spórákkal való szaporodás. Láttuk, hogy már a Phycomycetes körébe tartozó gombák között is vannak, a melyeknek zoosporangiumai teljesen konidiumszerűen alakulnak ki és spórák módjára terjednek. Az úgynevezett *Fungi imperfecti* (Deuteromycetes) csoport sok-sok ezernyi

gombája szinte kizárólag *konidium*-okkal szaporodik. Konidiumoknak nevezük azokat a szaporodási sejteket, melyek hypha-fonalak végein vagy oldalán lefűződéssel keletkeznek. Lehetnek egy, vagy többsejtűek, színtelenek vagy színesek és igen változatos alakúak. A konidiumtartókon egyenként vagy többesével foglalnak helyet. A konidiumtartók alkotásában is végtelenül nagy a változatosság.

A gombák ivartalan szaporodásának egyéb spóraelakjai még a következők: *gemmák*, *chlamydospórák* és *oidiumsejtek*, melyek mindannyian hypha-fonalakból keletkeznek. Mindezeket igen gyakran figyelhetjük meg a legkülönbözőbb gombákon, olykor óriási mennyiségben. Így például a *Chlamydomucor* miczéliuma harántfalakkal gemmákra szokott osztódni; a *lisztharmat-félék* hypha-fonalaiból oidiumsejtek lesznek és a magasabbrendű gombákon élősködő *Nyctalis lycoperdoides* kalapalakú termőteste belül teljesen chlamydo-spórákra esik szét.

A szaporodási szerveket, legyenek azok akár ivarosak, akár ivartalanok, a legtöbb esetben meddő hypha-fonalak tartják, támogatják, kísérik vagy burkolják. Ily módon jönnek létre a termőtestek legváltozatosabb alakjai, melyeknek ismertetése a morfológia körébe tartozik. Minthogy a termőtestek alaki tulajdonságai igen feltűnők és jellemzők, azért a rendszertanban fontos szerephez jutottak. Csak példaképpen említem a termőtestek néhány alakját. Ilyenek: a tömlős gombák *kucsma*-alakú termőestei (*Morchella*); *termőstokjai*, azaz *peritheciumai* (Pyrenomycetes); a lisztharmat *sphaerotheciumai*; a csészegombák *apotheciumai*; a föld alatti szarvasgombák *gumó*-alakú termőestei; az anyarozs *sztromás* termőteste, a bazidiumos gombák *kalapjai*, a rozsdagombák *aecidiumai*; a konidiumos gombák *pycnidiumai*, *koremiumai*, *konidiumtelepei*, stb. Ezek a termőtestek arra is szolgálnak, hogy a szaporodási sejteket védjék és kiszóródásukban segídkezzenek. A spórák rendszeren hihetetlen mennyiségben jönnek létre és elterjesztésükben a természet sokféleképpen és igen hathatósan működik közre. A gombák eme életjelenségeinek megfigyelése éppen olyan vonzó és érdekes feladat, akár a virágos növények magvainak és terméseinek terjeszkedésére irányuló kutatás. Arra, hogy a gombák a spóráknak mily nagy számát hozzák létre, például említhetjük a kukoricza jól ismert üszökjét, melynek olykor fej nagyságú gumóiban a spóráknak milliói vannak. A pöfeteggombák spóra-mennyiségét ki is számították: a *Lycoperdon bovista*  $40 \times 28 \times 20$  cm nagyságú termőteste 7000000000000 spórát tartalmaz. Egy olyan csiperkegomba, melynek átmérője 8 cm, 180000000 spórát érlel.

\*

Sokat foglalkoztatta és foglalkoztatja most is a tudósokat az a kérdés, hogy a külső tényezők milyen hatással vannak a gombák szaporodására? Az eredményeket főképpen KLEBS nyomán a következőkben foglalhatjuk össze:

A gomba testének megvan az a képessége, hogy nőhessen és hogy a fájára jellemző szaporodási szerveket létesíthesse. Azt azonban, hogy ezekből a képességekből mi fog megvalósulni, a külső tényezők döntenek el, első sorban a táplálék minősége és mennyisége. Egész sor kísérlet bizonyítja, hogy a táplálék csökkentése megindítja az ivartalan szaporodást. Az ivaros szaporodás folyamatát is meg lehet ilyen módon indítani. A *Saprolegnia*-félék egyes fajai például bizonyos táplálónedvben csak ivartalanul, más táplálónedvben csak ivarosán szaporodnak. Az ivaros szaporodáshoz általában szükséges azonban, hogy a gombát előzetesen erősebben tápláljuk, mint a mennyi a zoospóra fejlődéséhez szükséges. Így az egyszerűbb aminosavak és amidjeik oldataiban a *Saprolegnia* miczéliuma szépen növekedik, de zoospórák csak akkor fejlődnek, ha e táplálóanyagok töménysége csökken. Abból a célból, hogy oogoniumok is fejlődjenek, más táplálékot (hämoglobint és leucint) is kell adni a *Saprolegniának*. Az *Ascophanus carneus* tömlői csak akkor jönnek létre, ha a miczélium már elfogyasztotta a tápláló közeg sok nitrogénjét. Tiszta kenyéren ez a gomba növekedik ugyan, de termőtestet nem fejleszt. Mihelyt a kenyérhez trágyalét adunk, a termőtest mintegy 10 nap múlva megjelenik. A *Sporodinia*-penész nitrogénben gazdag szerves anyagokon (albumin, pepton) csak sporangiumokat fejleszt. Bizonyos szénhidrátokkal (szőlőcukor, lävulose) való táplálkozás kifejleszti a zygotát is.

A magasabbrendű gombák ivaros szaporodásához elengedhetetlen feltétel a lényeges táplálóanyagok nagyobb töménysége, a mivel nincs ellentétben a táplálék csökkenése, a mely a spórák fejlődését elősegíti. Az bizonyosnak látszik, hogy a gombának nyújtott táplálék megváltozott állapotban kerül a spóráképző fonalakig. A miczélium a táplálékul szolgáló anyagot feldolgozza, átalakítja. Ennek az anyagcserének lehetnek olyan termékei is, a melyek a szaporodást megbénítják. A *Saprolegnia mixta* például kitünően tenyészik peptonos zselatinon, de itt nem szaporodik, mert a keletkezett alkáli ezt megakadályozza. Más gombák szaporodását (pl. *Hypocrea rufa*) a keletkezett savak akadályozzák.

A táplálkozáson kívül lényeges szerepe van a hőnek, a fénynek és a levegő páratartalmának is a gombák életében. Ezek a tényezők is erősen befolyásolják a gombát abban, hogy a szaporodás milyen alakját válassza. Olyan gombák, a melyek többféle szaporodási szervet hoznak létre, bizonyára sokféle tényező hatására cselekszenek így. A *Fumago* például pepton-oldatban meddő miczéliumot fejleszt, borkősavas ammoniás agar-agaron barna gemmákat, táplálósókkal kevert peptonban egyszerű konidiumtartókat, sókkal kevert gliczerinben konidiumtartók nyalábjait, ismét más táplálónedvben pyknidiumokat és eddig még nem ismeretes feltételek mellett tömlős termőtesteket fejleszt. Igaz, hogy a természetben élő gombák más viszonyok között és más táplálékból élnek, mint azok, a melyekkel a laboratóriumokban kísér-

leteznek, e kísérletek eredményei mégis azt mutatják, hogy a gombák különféle szaporodási alakjait más-más körülmények létesítik. Így azután érthető, miért találjuk ezer és ezer gombának csak konidiumát, másoknak inkább másfajta szaporodási sejtjeit. A szilvafa levelén gyakran látható piros foltok a *Polystigmia rubra* gombától származnak. Ez a gomba az élő levélben csak konidiumait fejleszti ki. A levélnek le kell hullnia, a földben elrothadnia, hogy a gomba kifejlészthesse tömlős spóráit is. A jávorfa levelének fekete foltjaiban a *Melasmia acerina* gomba konidiumai vannak. Ugyane gomba tömlőspórás alakja, a *Rhytisma acerinum* hónapok multával, a földben rothadó levélben fejlődik ki. A mikor a heteröcikus rozsdagombák gazdát változtatnak, tulajdonképpen szintén táplálékot változtatnak és a megváltozott tápláléknak megfelelően más szaporodási sejtet fejlesztenek. Például: a gabona rozsdája (*Puccinia graminis*) uredo- és teleutospóráit a gabona növényén, aecidio-spóráit ellenben a sóskacserjén fejleszti ki. Ezer és ezer példáját ismerjük annak, hogy a táplálék hatással van a gomba szaporodására, de még nagyon is távol vagyunk attól, hogy ismerhessük azokat a kémiai folyamatokat, a melyek végeredményükben a gombák szaporodását irányítják. Arra is van laboratóriumi bizonyítékunk, hogy a táplálék minősége a nemi jelleg kifejlődésére is hathat. Ha például a *Saprolegnia mixta*-t hámoglobinnal tenyészítik, akkor csak női szaporodási szervek, oogoniumok keletkeznek. Ha azt akarjuk, hogy hím szaporodási szervek, antheridiumok is keletkezzenek, akkor a hámoglobinhoz sókat, nevezetesen foszfátokat kell tennünk. Ez az érdekes kísérlet elvezet ahhoz a nehéz, sokat vitatott problémához, mely a hím és a női ivari jelleg kifejlődésének okát a külső körülményekben keresi, és a mely kérdés nemcsak a botanikusokat, hanem a zoológusokat, anthropológusokat és az orvosi tudományt is foglalkoztatja. *Dr. Moesz Gusztáv.*

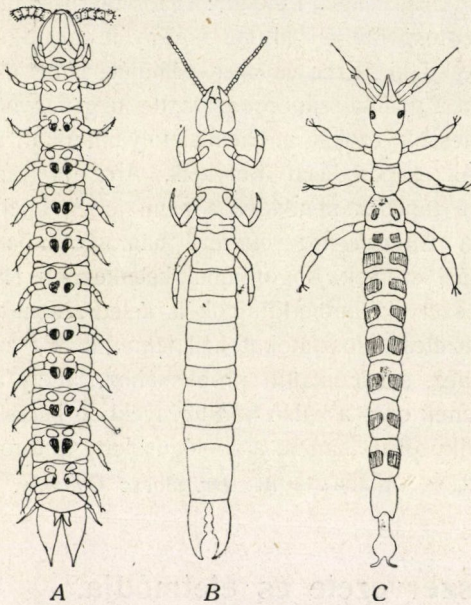
## Az ősvilági rovarok szervezete és életmódja.<sup>1</sup>

Ha valaki úgy harmincz évvel ezelőtt arról álmodozott volna, hogy az ősvilági rovarok életét megírja, azt a tudomány eltévedt kalandorának nézték volna, a ki átkelve a tapasztalati valóság határain, a képzelet világába akarja belekényszeríteni a józan természetkutatás szellemét. Harmincz év előtt még rendezetlen adathalmazok csoportosultak a palaentológia tűzhelyén, melyben az oknyomozó kutatásnak csak halvány lángjai pislogtak. Ezek időnkint úgy fel-fellobbantak, valahányszor egynéhány éleslátású kutató, mint SCUDDER és BRONGNIART, fölvetette a letűnt szerves világok életének ügyét. Ők azonban még nem tudtak eléggé bevilágítani a mult homályába s vizs-

<sup>1</sup> Előadta a szerző Társulatunk Állattani Szakosztályának 1916. április 7.-én tartott ülésén.



gálataik nem is termékenyítették meg a gondolkodás szellemét; gondolataik jó időre feledésbe mentek, mint sok egyéb úttörő eszme a tudomány történetében. Nagyobb fordulatot a palaeontológia fejlődésében a bűvárokéval ama újabb irányai jeleztek, melyekben az ásatag lények szervezetét a mai időkig fennmaradt utódaikéval kezdték összehasonlítani, s ugyanekkor lendült fel a kihalt rovarokról szóló tudomány is. Mint az előbbinek, úgy emennek is bölcsőjét részben föltevészek ringatják, mert azok az idők, melyekben az ősvarovélet első nagy felvonása lejátszódott, még nem nyulnak bele a történeti idők keretébe, tehát oly korszakba, melyben az emberi lény a Föld történetének eseményeiről mint történelmi igazságokról szerezhetett volna tanu-



1. rajz. A *Scolopendrella*, B a *Japyx* és C a *Mantispa* lárvája. BERLESE és CLAUS szerint.

bizonyosságot. Éppen ezért elmé-  
kedéseink csak akkor rejthetik  
magukban bizonyos megdönthe-  
tetlen igazságok csiráit, ha a  
tapasztalati világ küszöbét el nem  
hagyjuk. Ez pedig csak úgy lehet-  
séges, hogyha hasonlóságból-ha-  
sonlóságra, szervezetből-szerve-  
zetre, jelenségből-jelenségre kö-  
vetkeztetve iparkodunk az ősv-  
rovarvilág életét a mai rovarok  
életébe beleilleszteni. Ha ez sikerül,  
akkor megtaláltuk azt a szerves  
összefüggést is, mely a letűnt  
és a mai rovarvilág szervezetét  
egymáshoz kapcsolja, ez azonban  
egyúttal közelebb visz minket az  
ősvilági rovarok életmódjának  
megismeréséhez is.

Mindenekelőtt állapítsuk meg,  
hogy melyek is azok az ősv-  
rovarok?

Ősvarovakon manapság általában azokat a rovarokat értjük, a melyeket a rendszer *Apterygota* néven foglal össze. A mióta BRAUER<sup>1</sup> kimutatta, hogy a rovarok fejlődésében megjelenő campodeoid-lárva az *Apterygoták* szervezeti típusával (*Campodea*, *Japyx* stb.) feltűnően megegyezik (1. rajz), azóta a bűvárok egy része abban a meggyőződésben él, hogy a rovarok közvetlenül ezekből az *Apterygotákból* származnak. Az *Apterygoták* jelentőségét

<sup>1</sup> Betrachtungen über die Verwandlung der Insekten im Sinne der Descendenztheorie; Verh. zool.-bot. Ges., Wien, 1869, 1879.



azután fokozták az újabban fölfedezett *Myrientomaták*<sup>1</sup> is, mert ezek még kezdetlegesebb szervezeteknek bizonyultak, a mennyiben mozgatható potroh-függelékeket viselnek, másrészt fejlődésük folyamán a potrohszelvényeik száma egyre növekszik, a mi tudvalevően a Százlábúak (*Myriopoda*) sajátja. Az Apterygoták szervezete csakugyan a Százlábúakéhoz közeledik. De talán éppen ezért nem alkalmas arra, hogy belőlük a rovarokat levezessük. Ha ugyanis a legrégebb geológiai rétegek rovarvilágát vizsgáljuk, akkor az Apterygotáktól merőben eltérő típusokkal találkozunk, melyeknek jól fejlett szárnyaik és elkülönült testtájaik is voltak, s melyeknek kétéltű (amphibiotikus) életmódjában sem kételkedhetünk. Ebben a korszakban azonban az Apterygotáknak nyomaival sem találkozunk; ezek csak a harmadkorban jelennek meg, a mikor már a rovarrendek valamennyije a szerves kibontakozásának tetőpontjára jutott. A rovarok őseit e szerint nem kereshetjük a ma élő rovarrendek sorában. Abból a czélból, hogy a rovarok őseit megtaláljuk, a rovarok életét messze visszafelé kell követni a geológiai idők homályába, azokba a rétegekbe, melyekben a rovarok legelső nyomai megjelennek.

\* \* \*

Földünk történetében a legelső rovarok a kőszénkorszakban jelennek meg. Találtak ugyan már a sziluri rétegekben is oly szervezeteket, melyeknek egyikében, a *Palaeoblattina Douvillei* BRNG. nevű őscsótányban<sup>2</sup> (2. rajz) sokan a rovarok legrégebbi őseit látták, ez azonban csak egyetlenegy szárnytöredékben maradt fenn, melyből alig lehet az egész rovar szervezetére következtetni.<sup>3</sup> Föltehetjük azonban, hogy rovarszerű lények már a szilurban és a devonban is élhettek, mert a kőszénkor rovarfaunája oly változatos alakokban s oly befejezett típusokban bontakozik ki, hogy kialakulásuk már magában véve is hosszú geológiai időket vehetett igénybe s így kialakulásuk a kőszénkornál jóval régebbi időkre tehető.<sup>4</sup>



2. rajz. *Palaeoblattina Douvillei* BRONGT. Középszilurkorból. BRONGNIART szerint. A természetes nagyság  $\frac{2}{3}$ -a.

<sup>1</sup> BERLESE, Monografia dei Myrientomata; Redia, VI. köt., 1909—10.

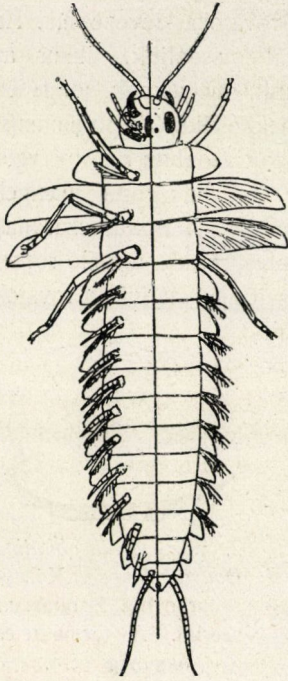
<sup>2</sup> BRONGNIART, Les insectes fossiles des terrains primaires. Coup d'oeil rapide sur la faune entomologique des terrains paléozoïques; Bull. Soc. Amis Sc. Nat. Rouen, 50—68. lap. — Sur la découverte d'une empreinte d'insecte dans les grès siluriens de Jarges (Calvados); Comp. Rend., Tome 99, 1884, 1164—1165. lap.

<sup>3</sup> BRAUER, Ansichten über die palaeozoischen Insekten und deren Deutung; Ann. k. k. Naturh. Hofmuseums, I, 1886, 86—87. lap.

<sup>4</sup> v. ö. HAGEN, The oldest fossil insects; Nature, 24. köt., 356—357. lap. — Über die devonischen Insekten; Zool. Anz., VIII., 1885, 296—301. lap. — SCUDDER, The Devonian Insects of New Brunswick; Mem. Bost. Soc. Nat. Hist., 1880, Boston, 1881. — Relation of Devonian Insects to later and existing types; Amer. Journ., 21. köt.,



A kőszénkor ősvorfaunája igen sajátos világba vezeti a kutatót. Ez a fauna nagy vonásokban ugyan félreismerhetetlenül jelzi a mai rovatípus kibontakozását, egyszersmind azonban azt is bizonyítja, hogy ekkor olyan rovarok is éltek, melyeket mai utódaikkal nem lehet össze-



3. rajz.

Rekonstruált *Palaeodictyoptera*-lárva. A kép jobb felén a hát, a bal felén a hasoldal látható. HANDLIRSCH szerint.

függésbe hozni. E kettős igazság fölismerése alapján azután a palaeozói rovarok is két csoportra tagozódnak. Az egyikbe — sokak szerint az ősbibb csoportba — a *Palaeodictyoptera*, *Hadentomoidea*, *Hapalopteroidea* és *Megasecoptera* rendek tartoznak, a másik pedig a *Protoblattidae*, *Protephemeridae*, *Protodonata* és *Protorthoptera* családokat foglalja magában. Az első négy csoport ma már nincsen képviselve. Egy részük utódok nélkül kiveszett, másik részükből egyfelől (*Hapalopteroidea*) a mai *Perlidák*, másfelől (*Megasecoptera*) a *Panorpaták* törzse sarjadzott ki. Az ősvorok valamennyi többi rendjében kétségtelenül kifejezésre jutnak a Reczésszárnyúak (*Neuroptera*) és Egyenesszárnyúak (*Orthoptera*) sajátosságai,<sup>1</sup> s ebből egyszersmind az is bebizonyul, hogy a *Reczésszárnyúakat* és *Egyenesszárnyúakat* mindenképpen a legősibb rovaroknak kell tekintenünk.<sup>2</sup>

A Reczésszárnyúak régibb alakjait kétségtelenül a *Palaeodictyopterák* (3. rajz) képviselik.<sup>3</sup> Hirtelenül, minden átmenet nélkül jelennek meg a kőszénkori rétegekben, s ugyanott el is tűnnek a nélkül, hogy titokzatos szer-

111—117. lap. és Ann. Mag. Nat. Hist., 7. köt., 255—261. lap. — BRONGNIART, Insectes fossiles des temps primaires; Bull. Soc. Ann. Sc. N. Rouen, 1893, 50—68. lap. — DAWSON W., The oldest known Insects; Nature, 24. köt., 483—484. lap. — WALTHER, A Föld és az élet története, 260, 271. lap.

<sup>1</sup> HANDLIRSCH kimutatta, hogy a mai Orthopterák és Pseudoneuropterák a *Palaeodictyopterákhoz* sokkal közelebb állanak, mint az Apterogotákhoz.

<sup>2</sup> KOLBE, Die Vorläufer (Prototypen) der höheren Insektenordnungen in palaeozoischen Zeitalter; Berlin. Ent. Zeitschr., 28. köt., 1884, 167—170. lap.

<sup>3</sup> BRONGNIART CH., Les insectes de l'époque carbonifère; Compt. Rend., Tom. 118, 1128—1131. lap. — ZITTEL-SCUDDER, Palaeozoologie, II. köt., 1881—1885, 825. lap. — SCUDDER, The early types of Insects; or the origin and sequence of insect life in palaeozoic times; Mem. Bost. Soc. Nat. Hist., 3. köt., 13—21. lap. — Palaeodictyoptera, or the affinities and classification of Palaeozoic Hexapoda; Ugyanott.



vezetük kialakulását figyelemmel kísérhetnők. Bennük a palaeontológusok ma olyan gyűjtő-típust látnak, melyben a kérészek (*Ephemerida*), szitakötők (*Odonata*) és ősegyenesszárnyúak (*Protorthoptera*) szervezete sajátágosan egyesül,<sup>1</sup> s ez annyira fontos, hogy a *Palaeodictyoptera*kkal részletesebben kell foglalkoznunk.

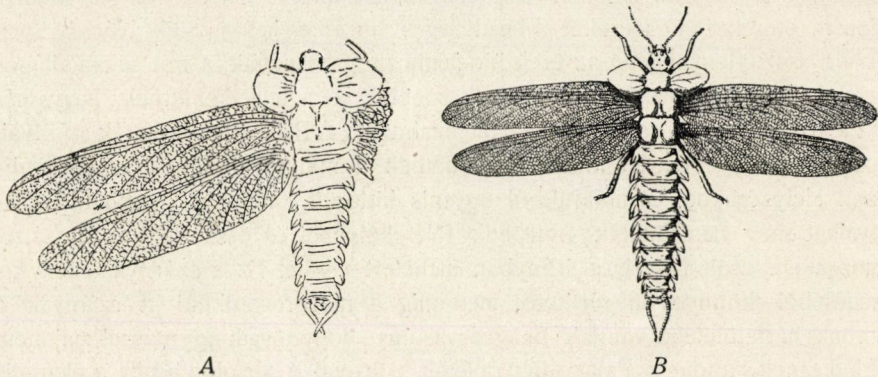
A *Palaeodictyoptera*k szervezetére általában a rágószájszervek jelenléte, a torszelvények egyöntetű fejlődése, a homológ végtagok és a 10 szelvényből összetett potroh jellemző. A hatalmas állkapcsok kialakulása HANDLIRSCH szerint kétségtelenül elárulja, hogy ezek az ősvilági rovarok ragadozó életet éltek. Lehetséges, sőt valószínű, hogy szákmányukat a levegőben, tehát repülés közben szerezték meg, a mire a szárnyak jelenlétéből következtethetünk. A *Palaeodictyoptera*knak egymással homológ és bőrszerű szárnyaik voltak, melyek igen tágasan elrendeződő, COMSTOCK-NEEDHAM-féle szárnytípusra emlékeztető főereket s kezdetleges harántereket viseltek. Némely ilyen őskori szárnylenyomaton az erek hirtelenül megszakadnak, a mit sokan világos terecskék jelenlétének tulajdonítanak s ebből arra következtetnek, hogy már a *Palaeodictyoptera*k szárnyain is volt mustrázat.<sup>2</sup> A *Palaeodictyoptera*k szárnyait azonban mégsem lehet minden tekintetben a mai rovarokéval összehasonlítani. Helyzetükből és alakjukból ugyanis kiderült, hogy az ősvilági rovarok szárnyaikat még nem tudták potrohuk fölé helyezni és összehajítani, a szárny mozgatása csak függélyes irányban mehetett végbe. Ez a szárnyak elhelyezkedéséből könnyen megérthető, mert míg a mai rovaroknál a szárnyak a tornak hátfelületébe vannak beágyazva, úgy, hogy töveik egymással majdnem érintkeznek, addig a *Palaeodictyoptera*k szárnyai a tor oldalaiból, a pleuralis részekből nyulnak ki, melyek pedig a szárnyak hátrafelé hajlítását megakadályozzák. Ezt a szitakötők és kérészek is kitűnően bizonyítják. Utóbbiak repülés közben lefelé csapnak, míg a bogarak, méhek stb. repüléskor szárnyaikat inkább elülről hátrafelé mozgatják. Ezekből az eltérő mozgásokból azután a repülésnek két ellentétes mechanizmusa alakult ki. Az egyik, s ez az ősbib, az állatot inkább a magasba emelte s hirtelenül lesüllyesztette; ebből fejlődött ki a szitakötőfélek hullámzó, lebegő mozgása. A szárnyak másik, későbbi mechanizmusa az állatot a levegő szelésére, tehát gyors és kitaró mozgásra készítette. Az ősvilági rovarok szárnyai kitaró repülésre már azért sem lehettek alkalmasak, mert aránylag kevésbé tág mellkasuk csak csekélyszámú izmok befogadására volt berendezve, másrészt szárnyaik alkotásából az is kiderült, hogy a két szárny párt egymástól függetlenül mozgathatták. Ezt részben a mai őscrecésszárnyúakon és szitakötőkön is látjuk.

A szárnyak ismertetésével kapcsolatban még azokról az érdekes képződményekről is meg kell emlékeznünk, melyek némely *Palaeodictyoptera* (*Steno-*

<sup>1</sup> v. ö. HANDLIRSCH, Fossilien Insekten, 61. lap. — ZITTEL, id. mű, 825. lap. —

<sup>2</sup> v. ö. The Cambridge Natural History, Insects (P. I. Sharp), 344. lap.

*dictya lobata* (4. rajz), *Lithomantis carbonaria* (5. rajz), *Homaloneura Bonnier*, *Homoeophlebia gigantea*) előtórán meglehetősen feltűnő félköralakú lemezekben jelennek meg. Ezekről BROGNIART<sup>1</sup> azt állította, hogy egy harmadik szárny maradványát képviselik, vagyis e szerint a Palaeodictyopteráknak eredetileg három szárnyuk lett volna. Noha kétségtelen, hogy a tornak ez a szelvénye is homológ a szárnyakkal, mégsem tehetjük föl, hogy az valaha is a repülés eszköze lett volna. A csótánylárvák fejlődéséből ugyanis látjuk, hogy kezdetben a tornak mind a három lemeze egyenlően van kifejlődve, azonban a két utolsó torsi szelvény felülete egyre gyorsabban növekszik, mint az előtöré, s nemsokára azokban a lemezes függelékekben fűződik le, melyek a szárnykezdemények legelső alakját képviselik. A szárnyaknak ily kialakulásával azonban a palaeozói ősovarlárvaknál is találkozunk, ezért valószínű,



4. rajz. *Stenodictya lobata* BRONGN. A vázlatosan, BRONGNIART szerint; B rekonstruálva. HANDLIRSCH szerint.

hogy a BRONGNIART által csökevénynek tekintett harmadik szárny pár valójában nem egyéb szárnykezdeménynél, mely azonban a mögötte levő két torlemez kifejlődése következtében nem alakult tovább s így repülésre soha sem lehetett alkalmas. Ezzel azonban nem vontuk kétségbe a 3 torsi szelvény homológ természetét, sőt az újabb vizsgálatok ezt csak megerősítik, mert két őscsótányon, az *Oniscosomá*-n és a *Monastriá*-n sikerült kimutatni, hogy a tracheák elágazása előtorokra is kiterjed.<sup>2</sup>

Igen nagy jelentőséget kell tulajdonítani az ősvilági rovarok lélegzőszerveinek is. A Palaeodictyopteráknak több olyan alakját ismerjük, melyeknek

<sup>1</sup> Note sur quelques Insectes fossiles du terrain houiller qui presentent au prothorax des appendices aliformes; Bull. Soc. Philomath., Paris, 8., Tome 2, 154—159. lap.

<sup>2</sup> Újabban egy egész sereg rovarlárva (*Termes*, *Calotermes*, *Arrhinotermes*, *Silpha*) is kimutatták az előtör szárny szerű lefűződésének nyomát, a nélkül, hogy ebből valami fontosabb törzsfelődéstani tényre lehetne következtetni.



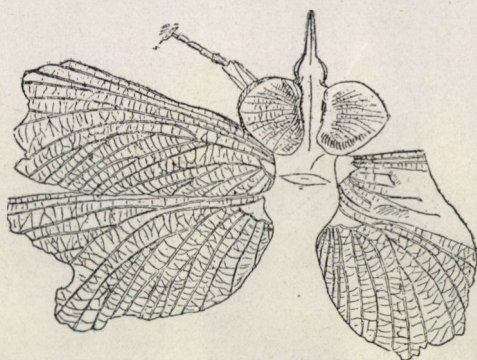
potrohán külső lélegzőszervek, kopolyúfüggelékek vannak. Minthogy ezeket sokszor az állat kifejlődött korában is megőrizte, joggal következtethetünk arra, hogy a Palaedictyopterák imagói is életük egy részét vízben töltötték, a mennyiben időnkint visszatértek a vízhez, hogy kopolyúikat nedvesen tartsák. A kopolyúk ugyanis kizárólag vízi lélegzésre alkalmasak.

A külső kopolyúfüggelékek a Palaedictyopteráknál legtöbbszörre a potroh utolsó szelvényein voltak elhelyezve, BRONGNIART azonban még a kilenczvenes években egy igen érdekes ősvorarra, a *Stenodictya lobatá*-ra hívta fel a bűvárok figyelmét, melynek potrohszelvényei oldalvást lemezes függelékek szélesednek ki (4. rajz). BROGNIART ezekről is azt állította, hogy valószínű külső lélegzőszervek. E szervek lélegző szerepét azóta kétségbe vonták, nemrégiben azonban egy érdekes botsáskát, a *Xeroderus Kirbyi*-t vizsgáltam, melynek potrohán hasonló függeléket találtam. Minthogy ezeken a tracheák elágazásait is kimutathatjuk, valószínűnek tartom, hogy ezek a függelékek valamikor szintén a lélegzés szervei voltak, melynek maradványait ez az ősi alkatú botsáska a Palaedictyopteráktól mindenestre örökségképpen szerezte.

A Palaedictyopterák egyenes leszármazottjainak tekinthetjük a Megasecopterák-at. Ezek némely tekintetben az őskérészekhez is igen közel állanak, a

mennyiben hosszúra nyult farksörtéik és részben háromszögű szárnyaik voltak, továbbá középtoruk igen erősen volt kifejlődve, szárnyaik tartásából azonban mégis kiderült, hogy ezek a Palaedictyopterákhoz mégis közelebb álltak. A Megasecopterákra azonban másrészt jellemzők a rendkívül keskeny szárnyak, a csökevényes szárnyerezet és a szivalakú fej, melynek alapján HANDLIRSCH ezt az őscsoportot másfelől a skorpiólegyek (*Panorpata*) rendjével is összefüggésbe hozza<sup>1</sup> (6. rajz).

Az kétségtelen, hogy a Megasecopterák életmódja a Palaedictyopterákéval nagyjában megegyezett, noha LAMEER<sup>2</sup> a Megasecopterákat mint a valódi Reczésszárnyúak első képviselőit teljes átalakulású (holometabol) rovaroknak tartja. Az azonban, hogy a Megasecopterák éppen oly kevésbbé



5. rajz.

*Lithomantis carbonaria* WOODW. A Karbon-korból. A term. nagyság  $\frac{2}{3}$ -a WOODWARD szerint.

<sup>1</sup> HANDLIRSCH, Fossilien Insekten, 313. lap.

<sup>2</sup> La palaeontologie et les metamorphoses des Insectes; Ann. Soc. Ent. Belg., Tom. 52, 1908, 127—147. lap.

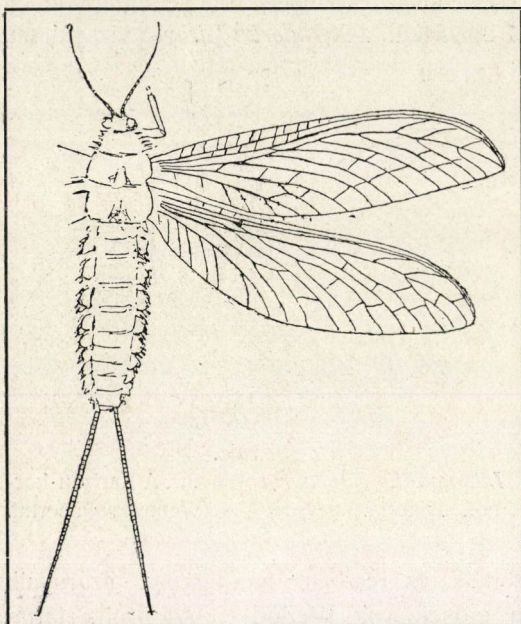




voltak holometabol átalakulásúak, mint a többi ősovarok, lárváikból is kitünik, a melyek az imagótól lényegében nem különböztek, továbbá kitünik magukból az imagókból is, melyek potrohszélvényeiken lemezes függelékeket viseltek. Ezek csakis vízi lélegzésre lehettek alkalmasak.

\*

Az ősovaroknak további érdekes csoportját a *kérészek* (*Ephemeridae*) képviselik. Ezekről már GEGENBAUR kimutatta, hogy a ma élő rovarok között az ősvilági rovarok szervezetét a legjobban megőrizték, s ha a kőszénkorbeli *Protephemeridákat* ezekkel összehasonlítjuk, akkor rajtuk a mai kérészek főbb jellemvonásait: a jól kialakult torszélvényeket, a 11 szelvényből összetett potrohot, a megnyult, karcsú végtagokat, a háromszögű, rövid szárnyakat s a jellemző fark-sörtéket és az u. n. ivarlábakat (gonopodákat) már megtaláljuk. A *Protephemeridák* azonban mégis különböztek a mai kérészektől, mert rágószáj-szerveik voltak, elülső végtagjaik még nem nyultak meg kapaszkodószervekké, összetett szemek pedig aránylag igen kicsinyek voltak<sup>1</sup> (7. rajz). De a *Protephemeridák*-nál a tor is aránytalanul kisebbméretű volt, a mi mindenesetre a szárnyizomzat kezdetleges ki-



6. rajz. *Corydaloides Scuderi*. BRONG. Természetes nagyság. BRONGNIART szerint.

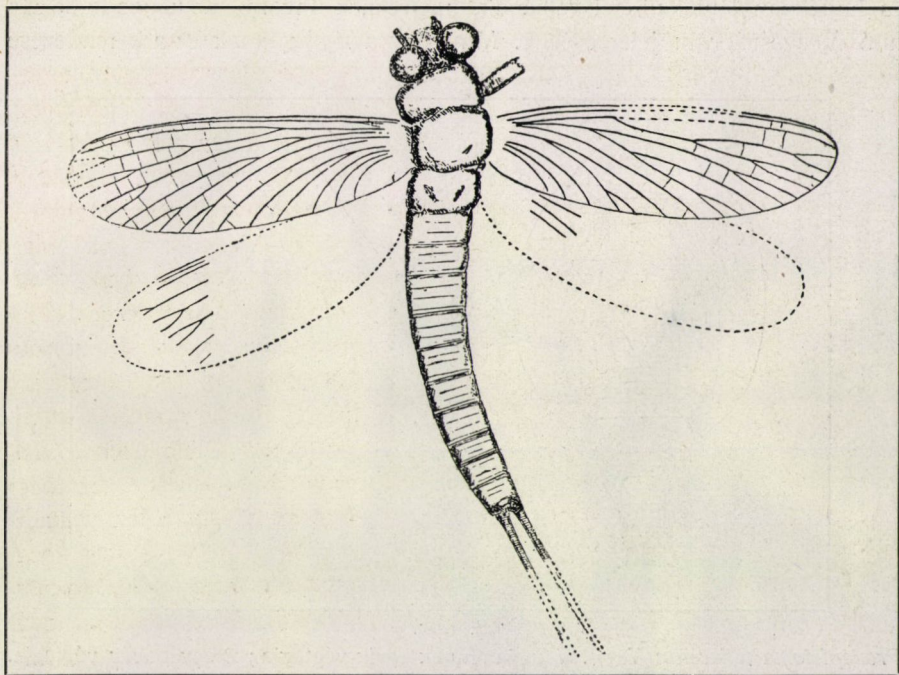
fejlődésével hozható kapcsolatba s azt a szárnyak egyöntetű kialakulása is bizonyítja. A *Protephemeridák* azonban mindamellét kétségkívül jó repülők lehettek, a mennyiben már jól fejlett ivarlábuk, ú. n. gonopodáik voltak. A gonopodák vagy ivarlábak tudvalevően csakis a jól repülő rovaroknál fejlődnek ki, melyek a párosodást is a levegőben végzik s a melyeknél a hímnek ilyen kapaszkodó szervekre van szüksége, hogy közösülés közben nőtényét el ne veszítse.

<sup>1</sup> V. ö. EATON, The oldest fossil Insects; Nature, 23. köt., 507. lap.



Az őskérészek lárváiról keveset tudunk, azonban a jelenkori fajok lárvái annyira ősi szervezeteknek bizonyultak, hogy szervezetükből és életmódjukból őseiknek életére is következtethetünk.

A lárvákra mindenekelőtt az jellemző, hogy megőrizték a szájrészek ősi típusait, az állkapcsokat. Minthogy ezeket a palaeozói kérészek kifejlődött korukban is megtartották, a mai kérészek lárváit csakugyan igen ősi szervezeteknek kell tekinteni. A szájszervekből azonban a táplálékfölvételre is lehet következtetni s így az őskérészekről nem tehetjük föl,

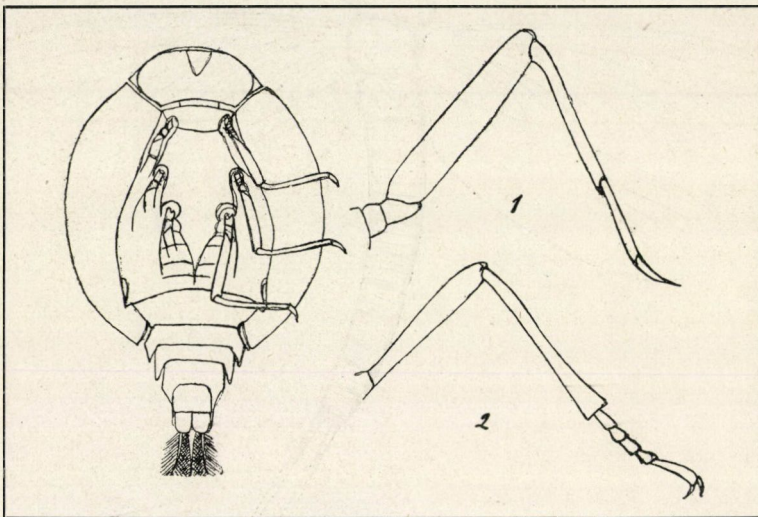


7. rajz. *Eubleptus Danielsi* HANDL. 3·5-szeresen nagyítva. HANDLIRSCH szerint.

hogy rövid életű szervezetek voltak. A mai kérészek rövid élete a szájszervek visszafejlődésével, ez pedig a lárvá életmódjával függ össze. Valószínű, hogy az ősidőkben a kérészlárvák egy része a szárazföldre történő lassú vándorlás alkalmával a folyók meredek iszapos partjait kereste fel s itt járatokat kényyszerült építeni, mivel védelemre szorult. Természetes, hogy ezekben a járatokban számukra kevesebb táplálék jutott, kifejlődésük tehát egyre több időt vett igénybe. Ez az oka aztán annak, hogy némely faj, mint a tiszavirág (*Palingenia longicauda*), fejlődése 3—4 évig tart. A lárvának ezt a rejtett életét nyugvó lárvá-állapotnak lehetne nevezni, mely a tökéletes átalakulással fejlődő rovarok bábállapotával állítható egy sorba, tehát a fejlődésnek azzal a módjával, mely már a szárazföldi rovarokra jellemző.



Az iszaplakó életmód következtében a lárva végtagjai is módosultak és igen erős ásólábakká alakultak, melyek közül egyesek meg is nyultak s némely kérész hosszú kapaszkodó végtagját a lárvától mintegy örökségképpen szerezte. A kérészlárvák végtagjaira azonkívül jellemző, hogy nincsen mozgatható lábfejük, a mennyiben a lábtőt (tarsus) csak egyetlenegy vastag íz alkotja, mely egyetlen páratlan karomízben végződik (8. rajz). Ez a lárva helyváltoztatásával van összefüggésben, mert a folyók iszapos fenekén mászkáló állat az iszap felületén így jobban fenntartja testét, mintha rugalmas és hajlékony lábfejüzletei volnának, melyeknek inkább a kapaszkodó és futó mozgásnál van jelentőségük. Minthogy a végtagoknak ez a berendezése



8. rajz.

*Prosopistoma foliaceum* VAYSS. 1 ugyanennek egyik végtagja; 2 egy bogár végtagja.

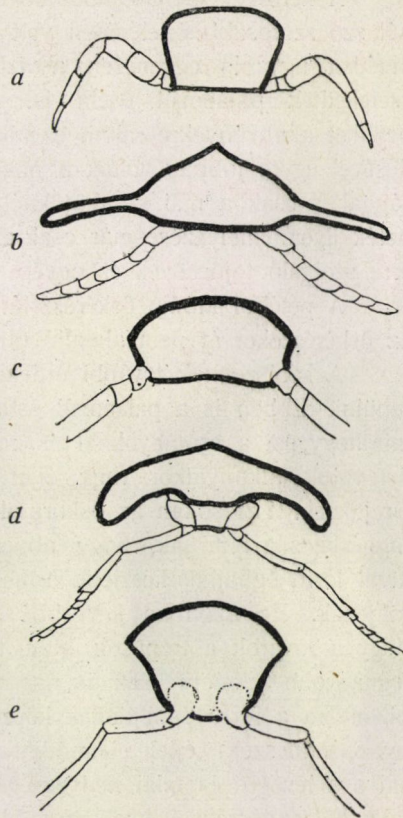
valamennyi lárvánál megismétlődik, benne nem valami másodlagos alkalmazkodás eredményét láthatjuk, hanem sokkal inkább a rovar végtag törzsfejlődésének igen kezdetleges ősi fokát. Ilyen ódon szabású végtagokkal pedig csak a rákoknál találkozunk, s így az u. n. Trilobita-elmélet értelmében feltehetjük, hogy a legrégebb szárnyatlan vízirovarok a kérészlárvákhoz hasonló életet éltek és rövid vaskos végtagokat viseltek, melyeknek erős czombjuk, rövid lábszáruk, de e helyett egyetlen erős lábfejjük volt, mely páratlan karomízben végződött (8. rajz).

A kérészlárvákra azonban nemcsak a végtagok szerkezete, hanem elhelyezkedése is jellemző. Míg ugyanis a többi rovarok végtagjaikat a melltájék mélyébe elrejtett csipőüzleteik korlátolt mozgatása következtében mindig hátrafelé irányítják, addig a kérészlárváknak feltűnően szabadon álló csipőik



vannak, végtagjaik nyugalmi helyzetükben valamennyien előrefelé irányulnak. A többi rovaroknál azonkívül még azt is látjuk, hogy végtagjaik a melltájék közepén, egymáshoz igen közel foglalnak helyet, a kérészlárvák és kérészeké ellenben feltűnően a test oldalára húzódtak (9. rajz). Természetes, hogy az ilyen alkotású és elhelyezkedésű szabad csipők a végtagok szabadabb mozgását teszik lehetővé és minthogy ezt csak az ősbibb alkotású rovarokon (*Ephemera*, *Perlidae*, *Blattidae*)<sup>1</sup> láthatjuk, valószínű, hogy az ősvilági rovarok több irányban, esetleg oldal- és hátrafelé történő mozgásokat végeztek, viszont speciálizálódott, egyirányú működésre, pl. ugrásra, futásra végtagjaikat sokkal kevésbé használhatták, mint a mai rovarok, melyeknél a szabad csipők már a mell üregébe vándoroltak, de a melyeknek végtagjai éppen ennek következtében váltak alkalmassá határozott irányú működés kifejtésére.

A kérészek végtagjai úszásra sem alkalmasak s a rendkívül ügyetlenül uszkáló kérészlárvák testük hullámszerű mozgásával iparkodnak a vízben előrejutni. Így mozoghattak a legelső vízi rovarok is, s a mozgásnak ily nemével némely alsóbbrendű rákféléknél is találkozunk. A szitakötők lárvái testüket a vízben a bél szivattyúzó mozgásának segítségével lökik előre s valószínű, hogy ez a sajátosság az ősvrovaroknál is meg volt már. Az őslárváknak ez a mozgási mechanizmusa azonban már magasabbrendű mechanizmust képvisel s az ősvrovarok kezdetben valószínűleg a tengerek sekély kiöntéseiben az iszapot és fenéket keresték föl, a hol azután végtagjaikat is lassú mászásra használták. Valószínű, hogy az őskérészeknél ilyen működésre a kopolyú-vég-



9. rajz. A végtagok helyzete a torszéven különböző izeltlábúaknál. *a* *Scolopendra*; *b* *Trilobita*; *c* őskérész; *d* csótány, külső csipőkkel; *e* bogár, a melltájék mélyébe elrejtett csipőkkel.

<sup>1</sup> A mai szitakötők (*Odonata*) csipői már közel fekszenek egymáshoz, de a kőszénkori fajoknál a csipőknek bizonyos mértékben történő távolodását határozottan föl lehet ismerni.

tagok is alkalmasak voltak; ez azért valószínű, mert az ősbibb kérészek, melyek inkább a folyók iszapjában tartózkodtak, a kopoltyúfüggelékek végtagszerű alkatát őrizték meg, ellenben azoknak, melyek ezt az ősi tartózkodási helyet elhagyták s a vízi növények vagy a kövek közé rejtöztek, többnyire levélszerű kopoltyúik vannak.<sup>1</sup>

A kérészek életmódjából következtethetünk, hogy az ősvilági kérészeknél szó szorosabb értelemben vett ivadékgondozás még nem volt. A kérészek petéiket ugyanis egyenesen a vízbe hullatják, s valószínű, hogy ugyanígy cselekedtek palaeozói őseik is. A rovarok csak jóval később kezdték petéiket a növényekre rakni, a mikor ugyanis a szárazföldi életmód kifejlődésével egyre jobban voltak a növényvilágra utalva. Azonban ezzel a sajátossággal is csak a mai szitakötőknél találkozunk, az ősvilági szitakötőknél a peték ilyen elhelyezése már csak azért sem volt lehetséges, mert ezeknél az erre szolgáló tojócsövek és egyéb berendezések még nem voltak kifejlődve.

A petéből kibújó őskérész-lárva alig különbözhetett az imagó-tól s így az őskérészeket át nem alakuló (ametabol) rovaroknak kell tekintenünk.

A kérészeknek további érdekes sajátosságuk, hogy alkonyatkor kezdenek repülni. Ebben is a palaeozói ősfajok életének érdekes jelenségét látjuk, s minthogy ezt a csótányoknál is megtaláljuk, valószínű, hogy a kőszénkori ősrovarok alkonyatkor vagy éjjel indultak zsákmány után, nappal pedig elrejtöztek. Ezt sokan az őskorszakok éghajlati viszonyaival hozzák összefüggésbe s azt tartják, hogy ebben a korszakban az ősrovarokat a rendkívül forró éghajlat készítette arra, hogy a napfény elől rejteikbe meneküljenek. Ez azonban kevésbé valószínű, mert hiszen éppen azt látjuk, hogy a rovarok a trópusok alatt tenyésznek legjobban s itt fejlődnek ki a legnagyobb termetű alakjaik, a melyek testük aránytalan nagy méreteit bizonyára a forró éghajlatnak köszönhetik. Az ősrovarok (kérészek, őscsótányok, termeszek) éjjeli életmódját azonban sokkal inkább lehet a párolgással s a levegő és talaj nedvességével összefüggésbe hozni. Éjjel ugyanis a talaj hőkisugárzása sokkal nagyobb, mint nappal, s így a levegő is párateltebb, a minek a vízből felszabadult rovarok annál nagyobb hasznát vehették, mert ez által külső kopoltyúfüggelékeiket is megóvták a kiszáradástól.

\*

A kérészeknél kétségtelenül magasabb szervezetű az *áلكérészek* (*Perlidae*) csoportja. Az áلكérészek megvannak ugyan már a kőszénkorban, de szárnyuk és végtagjaik alkotásából arra lehet következtetni, hogy a szárazföldi élethez

<sup>1</sup> A fedett kopoltyúlevelek a kérészeknél csak későbbi eredetűek s némely iszapban élő lárvánál a kopoltyúk védelmére alakultak ki ú. n. operculáris redők alakjában. Voltaképpen ezek is külső kopoltyúk.

nagyobb mértékben alkalmazkodtak. Ők képviselik azokat az első rovarokat, melyek szárnyaikat a potroh fölött már összehajthatták, végtagjaik pedig, melyek elhelyezésre nézve a kérészekéire emlékeztetnek, inkább futóvégtagoknak nevezhetők. Azt azonban, hogy az álkérészek élete az őskorban szintén a vízhez volt kötve, a jelenkori fauna néhány ősalakja is bizonyítja, mely kifejlődött korában is megtartotta kopoltyúfüggelégeit. Az ősi álkérészek valószínűleg elrejtőzve éltek, s ezt feltűnően lapított testük bizonyítja, melynek segítségével földrepedésekbe, résekbe, földalatti lyukakba, fakéreg s kövek alá könnyen elbujhatnak. A legrégebb álkérészeknek is ilyen testalkatuk lehetett, szárnyaik azonban kezdetlegesebbek voltak, mint utódaiknál. HANDLIRSCH ezeket a legrégebb álkérészeket *Hadentomoidea* néven osztotta be az ősvorok rendszerébe s ezekből sikerült levezetni a mai álkérészek családját.<sup>1</sup>

Az álkérészeknél hiányzanak a gonopodák s ezeket a palaeozói *Hadentomoidea*-kon sem sikerült kimutatni, föltehetjük tehát, hogy már a legősibb álkérészek is a szárazföldön és nem a levegőben párosodtak.

\*

Az ősvorok igen konzervatív típusának bizonyultak a szitakötők (*Odonata*). Ósvilági képviselőik lényegében nem különböztek mai utódaiktól, de jóval fejlettebb szájszerveik és végtagjaik voltak, azonkívül szárnyaik egyenlők voltak. Az ősszitakötők azonban arról is nevezetesek, hogy szárnyaikon még nem találunk valódi érkeresztesződéseket, sem szárnyjegyeket. Ezek kétségtől igen ősrégi bélyegek, s minthogy ilyenekkel a mai szitakötők között a *Calopteryx*-fajoknál találkozunk, a *Zygopterák* csoportját ősbibnek kell tekintenünk, mint az *Anisopterák*-ét.<sup>2</sup>

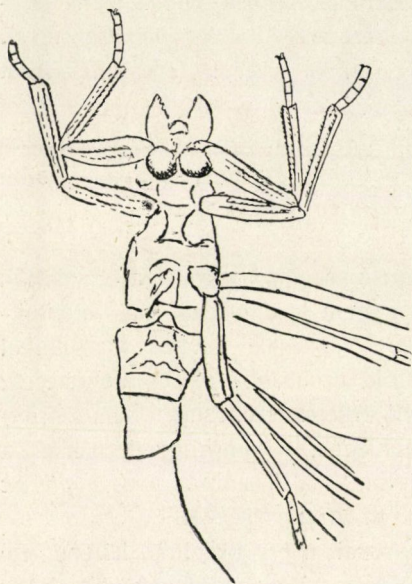
Az ősszitakötők (*Protodonata*) szárnytövei már a torfelület közepe felé közeledtek, a szárnyak tartásából azonban mégis bizonyosra vehetjük, hogy ezek az ősalakok szárnyaikat a *Palaeodictyopterák* mintájára még nem tudták potrohuk fölött összecsukni. Ebből azonban a szárnyak egyirányú mozgására is következtethetünk s így az ősszitakötők főleg függélyes irányban repülhettek. Az ilyen repülés nem lehetett gyors; valószínű, hogy az ősszitakötők lassan emelkedtek ki a vízből és a víz fölött lebegve repültek, mint a mai *Calopteryx*-ek, vagy egyhelyben lebegtek, mint sok más szitakötő. Időnkint függélyes irányban ereszkedtek vissza a víz tükreire, hogy ilyenkor külső lélegzőszerveiket megnedvesítsék.

<sup>1</sup> v. ö. GERSTAECKER, Über das Vorkommen von Tracheenkiemen bei ausgebildeten Insekten; Zeit. wiss. Zool., 24. köt., 1874. — LAUTERBORN R., Tracheenkiemen an den Beinen einer Perliden-Larve (*Taeniopteryx nebulosa*); Zool. Anz., 26. köt., 637—642. lap.

<sup>2</sup> v. ö. SHELLADS E., Venation of the Wings of Palaeozoic Dragon-Flies; Science, 2, 25, 731—732. lap.



A szárnyak kifejlődésével karöltve a szitakötőknel legelőször a végtagok alakultak át. Mint ilyenek, a levegőben történő helyváltoztatásra nem lehettek alkalmasak, s az állatnak inkább a zsákmány megragadásánál váltak hasznára. Ennek a működésváltásnak pedig azért is nagyobb jelentősége volt, mert a palaeozói rovarokon az állkapcsok járulékos részei, a maxillák, palpusok stb., a hogy az a különböző kövületekből kitűnik, még alig lehettek kifejlődve. A mikor azonban a törzsfajlódéstanilag fiatalabb rovar típusoknál (pl. a bogaraknál) nagyobb mértékben kezdtek differenciálódni, attól kezdve egyedül a szájszervek is elégségesek voltak a zsákmány megragadására s



10. rajz. *Meganeurula Selysii* BROGN.  
A természetes nagyság  $\frac{4}{5}$ -e. BRONGNIART  
szerint.

ték. A mikor azonban az ősvovar szárnyainak kifejlődésével elhagyta a vizeket és a levegőbe emelkedett, akkor összetett szemei már nem voltak elégségesek, mert zsákmányát most már távolról is föl kellett ismernie. Erre a célra alakultak ki pontszemeik. Ezek tudvalevően a távollátásra is alkalmasak, úgy hogy az állat azoknak a külvilági ingerek érzéki észrevételéhez is jutott, melyeknek megérzéséhez az összetett szemek nem alkalmasak. Az összetett és pontszemek tehát a látásban egymást folytonosan és kölcsönösen kiegészítik.<sup>2</sup> A mondottak alapján a pontszemeket későbbi

a végtagok miután mint fogóeszközök elvesztették jelentőségüket, a helyváltoztatás eszközeivé, futólábakká alakultak.

A kőszénkori szitakötőknek és egyéb ősvovaroknak fejlett szervezetségre való jellemvonása az összetett szemek megjelenése. Kialakulásuk a vízi életmóddal hozható összefüggésbe.<sup>1</sup> Mint tudjuk, az összetett szemek inkább a közellátásra vannak berendezve, s erre a vízben élő rovarnak nagy szüksége van, mert zsákmányát közvetlen környezetében kell megpillantania. Az összetett szemeknek még az az előnyük is van, hogy a mozgások észrevételére is alkalmasak, a mennyiben a legszétosztottabb fénysugarakat is felfogják; az összitakötők összetett szemük segítségével a vízben uszkáló rovarokat valóban könnyen zsákmányul ejthet-

<sup>1</sup> V. Ö. EXNER, Die Physiologie der facettierten Augen bei Krebsen u. Insekten, 1891.

<sup>2</sup> TÜMPEL, Die Bedeutung des vorderen Punktauges bei Aeschna juncea u. Aeschna cyanea; Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., 8. köt., 167—173. és 218—225. lap.

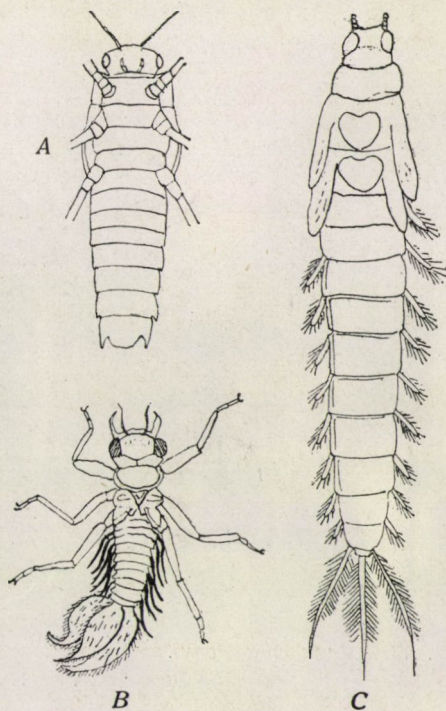


eredetűeknek kell tartanunk, mint az összetett szemeket. Végeredményben ugyan az összetett szemek is egyszerű szemek csoportosulásából jöttek létre, de ezeket az ú. n. oldalszemeket nem szabad a velük nem is homológ pontszemekkel összetéveszteni, melyek mindig a homlokon vannak elhelyezve.

A palaeozói szitakötők lárváiról keveset tudunk. Kőszénkori szitakötő-lárvákat nem ismerünk, s így a mai fajok lárváiból kellene a kőszénkoriak szervezetére következtetni. Ez azonban téves következtetésekre vezetne, mert a szitakötők lárvái annyira differenciálódott és a kifejlődött szitakötőtől annyira elütő szervezetek, hogy hozzájuk hasonló lényekben semmiesetre sem kereshetjük a szitakötők őseit. Érdekes azonban, hogy a júrakori rétegekből oly lárvák kerültek elő, melyek kifejlett alakjaikhoz sokkal nagyobb mértékben hasonlítottak, mint a mai lárvák, s azoktól csak annyiban különböztek, hogy szárnyaik hiányoztak. Az őskori szitakötő-lárváknak tehát nem voltak lárvaszerveik s ez a mellett bizonyít, hogy egyéni fejlődésükben még nem estek át az átalakulásnak ama fokán, mely mai utódaikra jellemző. Az előbbiek többek között még a kopolyúfüggelékek végtagszerű alakját is megőrizték s így a szitakötők legősibb lárvái az őskérészek lárváitól lényegében nem különböztek (11. rajz). A jelenleg élő szitakötők között az *Euphoea*-k lárvái állanak legközelebb a most említett őstípushoz, minthogy ezeknek is végtagszerű kopolyúfüggelékei vannak,<sup>1</sup> ebből

mindenesetre az következik, hogy maguk az *Euphoea*-k is igen ősi szabásúak.

Az ősvilági szitakötőknek jellemző sajátja még a test aránytalan nagy mérete. Már a Palaeodictyopteraék rendjében is tekintélyes nagyságú alakokkal találkozunk, az ősszitakötők csoportjában azonban kisebb termetű fajok nem is voltak, a közepes nagyságúak megütötték a 20 cm-t s a

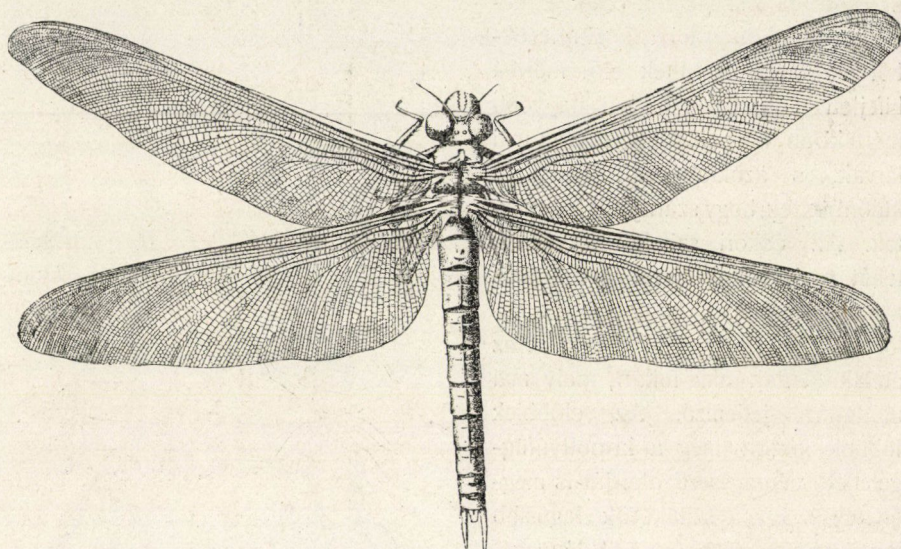


11. rajz. A *Perla* teste, oldalvást elhelyezett végtagokkal. B *Euphoea*-lárva. C jurakori kérészlárva, végtagszerű kopolyúfüggelékekkel. Részben HANDLIRSCH szerint.

<sup>1</sup> v. ö. HAGEN, Kiemenüberreste bei einer Libelle; Zool. Anz., 3. kötet, 304—305. lap.



*Meganeura Monyi*-ban (12. rajz), mely kifejlesztett szárnyakkal a 70 cm-t is meghaladja, az eddig ismert legnagyobb termetű rovarot csodáljuk. Azzal, hogy mi volt ennek a növekedésnek oka, már sokan foglalkoztak. Egyesek a forró éghajlatban, mások a bőséges táplálékban keresték e növekedés főokát, WALTHER pedig arra gondol, hogy abban az időben a létért való küzdelem még nem öltötte a rovarok csöndes felvirágozását megzavaró arányokat. Ezt pedig azzal a ténnyel lehet összefüggésbe hozni, hogy akkoriban a madarak, a rovarok legnagyobb ellenségei, még nem voltak a világon. A rovaroknak ez a zavartalan fejlődése azonban véget ért, mielőtt



12. rajz. *Meganeura Monyi*. Óriásrovar a felső karbonból. Szárnytávolsága 70 cm. BRONGNIART és HANDLIRSCH szerint.

még a legelső madarak megjelentek, mert a palaeontológia tanúsága szerint az őstengeri szervezeteknek, tehát az ősrovaroknak is a szárazföld felé történő vándorlása már a kőszénkor végével megkezdődött, a vizek elhagyására tehát a rovarokat más tényezők kényszeríthették. Abban, hogy ezeket a tényezőket egyrészt az őstengerekben lévő kellő táplálékmenyiség hiányában, másrészt pedig a kőszénkori páfrányligetek és erdőségek kialakulásában kell keresnünk, nem kételkedhetünk, s így valószínű, hogy a szárazföldi növényvilágban a rovarok új életelelmükre találtak, melynek korlátlan élvezetétől azután már könnyen tehetek szert testük aránytalan nagy méreteire.

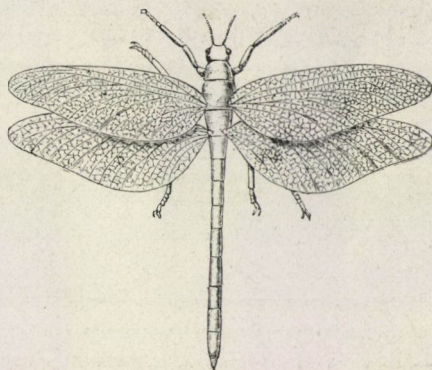


A szitakötőknél fiatalabb szervezeteknek kell tekintenünk azokat az Ősegyenesszárnyúakat, melyeket HANDLIRSCH *Protorthoptera* néven foglalt össze. Noha ezeket az őssáskákat szintén a Palaeodictyopterákból kell levezetni, rajtuk már megjelennek a mai sáskák jellemző bélyegei: a nem egyenlő szárnyak, a hosszú csápok, a növényi táplálék megőrlésére alkalmas állkapcsok, gyakran pedig a megnyúlt, ugrásra alkalmas végtagok is. Az Ősegyenesszárnyúak mindazonáltal mégis különböztek mai utódaiktól, a mennyiben még lapos, tojásalakú fejük volt, hátulsó szárnyukat pedig még nem tudták legyező módjára összehajtani, noha azokat kétségtelenül a potroh fölött összecsuhták. Azonkívül az Ősegyenesszárnyúak szervezetéből az is kiderült, hogy részben vízi életet éltek. Az



13. rajz. *Xenoneura antiquorum* SCUDD. szárnya. Devon. 3-szorosan nagyítva. ZITTEL szerint.

Ősegyenesszárnyúaknak nemcsak szárnyaiban, hanem azoknak erezetében is fölötte kezdetleges típus jut kifejezésre, mely annyiban emlékeztet a *Palaeodiatyoptera*-típusra, hogy azt azokéhoz hasonlóan kezdetleges metsző-és haránterek hálózta be, melyek még nem alkottak analis mezőt.<sup>1</sup> Mindazonáltal az Ősegyenesszárnyúak szárnyain magasabb szervezeti vonásokkal is találkozunk. SCUDDER figyelmeztetett legelőször arra, hogy a *Xenoneura antiquorum* nevű őssáskának szárnya koncentrikus ereket viselt, melyek a szárny tövében ama léczek módjára helyezkednek el, melyek a czirpelés szervét alkotják (l. 13. rajz). SCUDDER<sup>2</sup> ebből arra következtetett, hogy a sáskák czirpelése már a kőszénkor erdeiben is felhangzott. A *Xenoneura* egyetlen szárnytöredékéből mindenesetre még nem lehet pontosan megállapítani a hangadószerv jelenlétét s ebben annál is inkább jogunk van kételkedni, mert a hangadó szervek kifejlődése csak jól fejlett szárnyerezet-típussal egyeztethető össze, a melyet azonban a kőszénkori Egyenesszárnyúaknál egyáltalában nem találunk (l. 14. és 15.



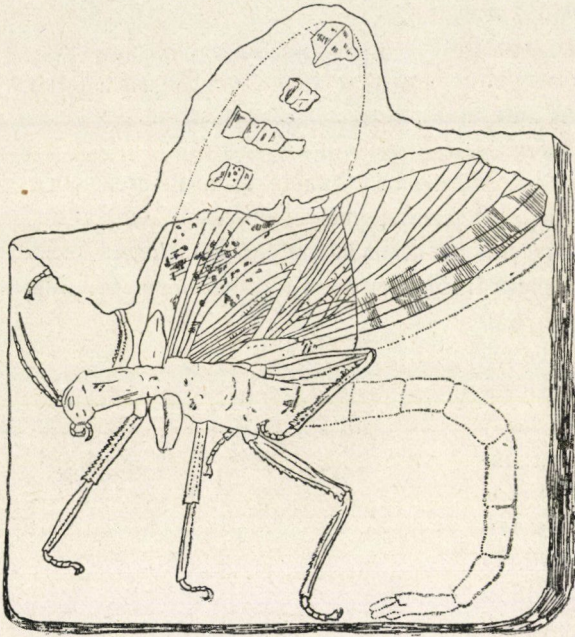
14. rajz. *Titanophasma Fayoli*, rekonstruálva SHARP szerint. A természetes nagyság  $\frac{1}{10}$ -e.

<sup>1</sup> Az Ősegyenesszárnyúak némely alakjai sok tekintetben az ősi *Pertidák*-ra és *Sialidák*-ra emlékeztetnek, úgy hogy ezeknek ősszüleit is az Egyenesszárnyúakban kereshetjük.

<sup>2</sup> On the Devonian Insects of New-Brunswick; Bost. Soc. of Nat. Hist., 1865.



rajz). Annál kevésbé kételkedhetünk az őssáskák ugrótehetségében. Ennek megdönthetetlen bizonyítékai a megnyult hátsó végtagok, melyeket az Ősegyenesszárnyúak javarészénél megtalálunk. A mai sáskák egy része (*Acridiidae*, *Locustidae*) e végtagok segítségével létesíti a czirpelő hangokat is, olyanformán, hogy végtagjaikat szárnyuk kiálló léceihez dörzsölik, s így a továbbiakban az a kérdés merül föl, vajjon az ugrószervek nem a hangadó lécczel párhuzamban fejlődtek-e ki? Mi egyelőre azt feleljük, hogy nem, mert egyrészt a palaeozói sáskákról kiderült, hogy szárnyaikat még nem tudták olyképpen összecsupni, hogy lapjaikkal össze érjenek, hanem



15. rajz. *Protophasma Dumasii* BRONG. Karbon-korból. BRONGNIART szerint. A természetes nagyság fele.

az ősi Perlidák módjára inkább úgy, hogy azok összecsupva inkább egymás fölé kerültek, másrészt az is kétségtelen, hogy a hangadó szervnek az a típusa, melyet állítólag a *Xenoneura* képvisel, voltaképpen a tücsökfélékre (*Gryllidae*) jellemző, a melyeknél azonban a végtagok nem vesznek részt a czirpelésben. Az ugrószervek eredetét tehát más indító okokban, más tényezőkben kell keresnünk. Ezekre a rejtélyes tényezőkre, azt hisszük, némi fényt vet a palaeozói kor sajátságos növényzete. Ebben az időben a korpafüfélék átjárhatatlan rengetegei borították az iszapos és nedves páfrányerdők posványait, és ha tekintetbe vesszük, hogy a sáskák egy része ma is a sűrű füvekkel benőtt területeket keresi föl, akkor föltehetjük, hogy a kőszénkori fajoknak is ezek lehettek kedvencz helyei, hol védelemre is találtak. Ezeknek a korpafüféléknek azonban hosszúra nyult száraik voltak, melyeknek sűrűjében az őssáskák szárnyaikat bizonyára kevésbé használták, hanem inkább arra voltak utalva, hogy száraikon megkapaszkodva, kúszómozgásokat végezzenek. Ezzel azonban hátsó végtagjaik egyre nagyobb munkakifejtésére kényszerültek, mint az elülsők, megnyultak, és miközben arra is

az ősi Perlidák módjára inkább úgy, hogy azok összecsupva inkább egymás fölé kerültek, másrészt az is kétségtelen, hogy a hangadó szervnek az a típusa, melyet állítólag a *Xenoneura* képvisel, voltaképpen a tücsökfélékre (*Gryllidae*) jellemző, a melyeknél azonban a végtagok nem vesznek részt a czirpelésben. Az ugrószervek eredetét tehát más indító okokban, más tényezőkben kell keresnünk. Ezekre a rejtélyes tényezőkre, azt hisszük, némi fényt vet a palaeozói kor sajátságos növényzete. Ebben az időben a korpafüfélék átjárhatat-



alkalmassá váltak, hogy az állat egyik ágról a másikra is átjusson, lassan ugrószervekké alakultak.<sup>1</sup>

A sáskák egy része idők folyamán bizonyára elhagyta a zsurlók és korpafűfélék borította posványokat és elárasztott őserdőket, szárazabb területekre vándorolt s a lombos növények megjelenésével az erdős vidékek lakójává lett, egy részük azonban a korpafűfélék stb. pusztulásával sem hagyta el a mocsarakat, hanem HANDLIRSCH<sup>2</sup> szerint oly sáskákká alakult, melyek a mai vízi poloskák (*Hydrometra*) mintájára hosszú végtagjaikkal a vizek felületén mozogtak s ezekből fejlődött ki a vízi *Chresmodidák* csoportja (16. rajz). A mikor ezeknek szervezete a víz tükrén való mozgásra is alkalmatlanná vált, a mit bizonyára a potrohnak a növényevő életmód következtében történő megnagyobbodása okozott, akkor a *Chresmodidák* is elhagyták a vizeket, azonban hosszú végtagjaik nem fejlődtek ismét ugrószervekké, hanem azokká a kapaszkodó lábakká alakultak, melyek a botsáskákra jellemzők. HANDLIRSCH a törzsfajlás e menetében a DOLLO-féle törvénynek egyik fényes bizonyítékát látja, melynek értelmében a szervezetből egyszer kiküszöbölt szervek ugyanolyan alakban a törzsfajlás során többé soha sem térnek vissza. HANDLIRSCH okoskodását a palaeontológiai tények is igazolják, mert a növényekhez alkalmazkodott botsáskák aránylag fiatal eredetű sáskákat képviselnek, melyek csak a tertiában jelennek meg, holott a sáskák és a szöcskék már a palaeozoi korban is éltek. Ebben az időben a sáskák valószínűleg a vízpartok és elárasztott nyirkos erdők lakói voltak, tehát életük egy részét mindenesetre vízben töltötték. Ezt a sajátságot azonban részben a botsáskák is örökölték, mert a vándorló levelek őse, a *Prisopus*, manapság is vizek mellett tartózkodik.

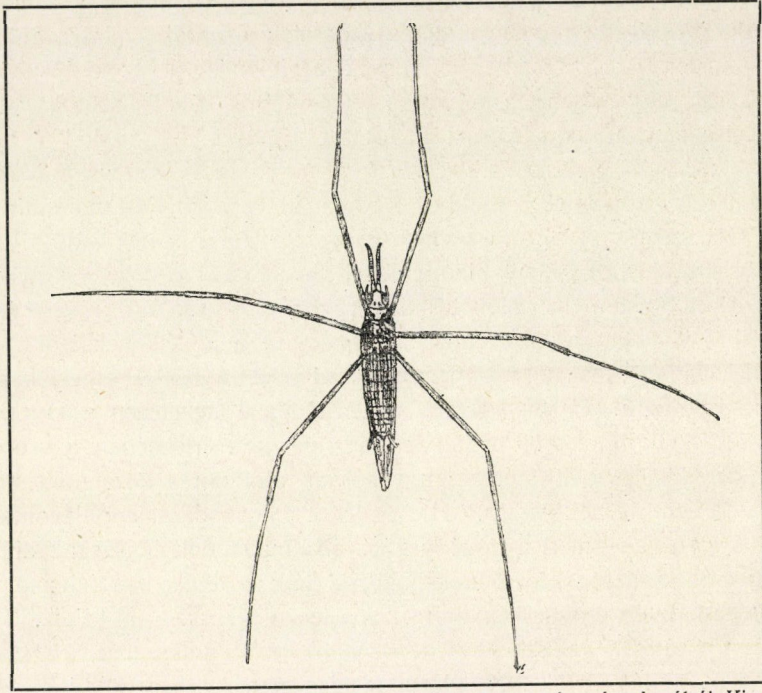
\*

<sup>1</sup> Az, hogy az ugrószervek kifejlődése részben csakugyan a szárnyak visszafajlásával hozható kapcsolatba, kitűnik abból, hogy a mai sáskák között legjobban azok ugranak, melyeknek szárnyuk vagy visszafajlás (Tamnothrizon), vagy repülésre kevésbé alkalmas (Decticus), s hogy általában a jól repülő sáskák között nem találkozunk olyan fajokkal, melyek egyszersmind jó ugrók is. A szárnyak visszafajlás alatt azonban nem kell éppen azok eltűnését érteni, hanem sokkal inkább az elülső szárnyak teljes megkeményedését, mi által azután a repülés egyedüli eszközeinek a hátsó szárnyak maradtak meg. Ezek azonban egyedül nem voltak elegendők ahhoz, hogy az állatot a levegőbe emeljék s e végből alakultak ki azután az ugró végtagok. Ezt a sáska repülésének egész mechanizmusa is bizonyítja. Repülés alkalmával ugyanis a sáskák legelőször ugróvégtagjukkal lökik el magukat s a szárnyak csak akkor veszik át a végtagok munkáját, a mikor az állat teste a földet már nem érinti. Repüléskor a bogarak is repülő helyzetet vesznek föl. A ganajtúró bogár például először valamennyi lábát kifeszíti, mintegy lábujjhegyre áll, testével fölemelkedik s csak azután nyitja szét szárnyfedőit s kezd repülni.

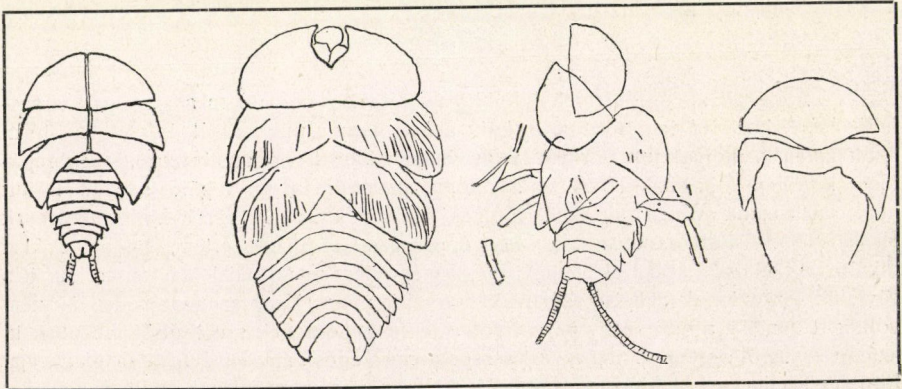
<sup>2</sup> Fossile Insekten, 1236. lap.



A kőszénkori Egyenesszárnyúaknak egyik sokkal érdekesebb és kétségtelenül ősbibb csoportját képviselik a csótányok (*Blattidae*). A csótányok a



16. rajz. *Chresmoda obscura* GERMAR. Vizenfutó ősegyenesszárnyú a jurából. Kisebbitve. HANDLIRSCH szerint.



17. rajz. Kőszénkorbeli csótányok maradványai. HANDLIRSCH szerint.

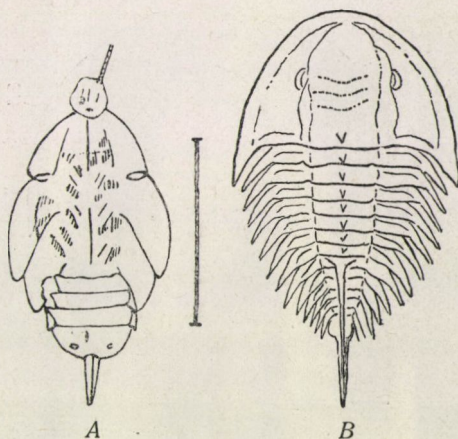
kőszénkorban tűnnek föl legelőször, a devonban már óriási mennyiségben jelennek meg s rendkívül konzervatív szervezetükkel azóta szakadatlanul fejlődnek napjainkig. A mai csótányok nem sokban különböznek legrégeb



őseiktől. A mai csótányokra jellemző lapított, zömök test, kerekded, lapos fej, a potroh fölött összecukható szárny és futóvégtag meg van az őscsótányoknál is s csak néhány olyan szárnyatlan ősalakot ismerünk, melynek rendkívül lapított testszelvényei annyira egyöntetűek, hogy a testtájak határait egészen eltüntetik. Ezeknél azonkívül a test szelvényei, kiváltképpen pedig az előtoré, paizsszerűen vannak kiszélesedve, miáltal a fej teljesen az előtor alá kerül mélyen elrejtve. Ilyen alakokkal már a kőszénkori csótányoknál is találkozunk, s minthogy ezekről kiderült, hogy csak lárvákat képviselnek, föltehetjük, hogy a csótányok legrégebb képviselői ilyen őslárvákhoz hasonló szervezetek lehettek (17. rajz). A továbbiakban csak az a kérdés, hogy milyen életet éltek ezek a legelső csótányok, vajjon a szárazföld, avagy a tengerek iszapos kiöntései nyújtották számukra az ősi tartózkodás helyét? Erre a mai csótányok szervezete ad feleletet. Némely alakjukon újabban a külső lélegzőszervek nyomait sikerült kimutatni, melyekről SHELFORD<sup>1</sup> azt is bebizonyította, hogy azok a vízben történő lélegzésre is alkalmasak. A csótányok egyes alakjairól azóta azt is megfigyelték, hogy a vízbe bele is mennek, s ha ehhez hozzávesszük, hogy a mai ősbibb alkotású csótányok csakugyan kedvelik a nyirkos, vizes területeket, akkor bizvást föl-

tehetjük, hogy a legrégebb csótányok nem állhattak távol azoktól a szervezetektől, melyek a mai *Glomeris*-ek és *Oniscus*-ok, vagy az őskori Trilobiták módjára a tengerek vagy kisebb állóvizek iszapos kiöntéseiben tanyáztak.

A palaeozói csótányoknál azonban e mellett a szárazföldi szervezet jellemvonásai is fejlődésnek indultak, melyet főleg a tojócsovek és a szárnyak jelenléte igazol. A tojócsovek némely kőszénkori csótányon igen sajátos és elég nagy tüskék alakjában jelennek meg, melyek a legrégebb Trilobiták végső szelvényein lévő hasonló szerkezetű tüskés képződményekkel feltűnően megegyeznek (18. rajz). Minthogy ezekről a tüskékről kiderült, hogy a végső szelvényeknek két tüskés nyulványából tevődtek össze, igen valószínű, hogy a csótányok tojócsovei is valamely ősalak potrohszelvényének ily meg-



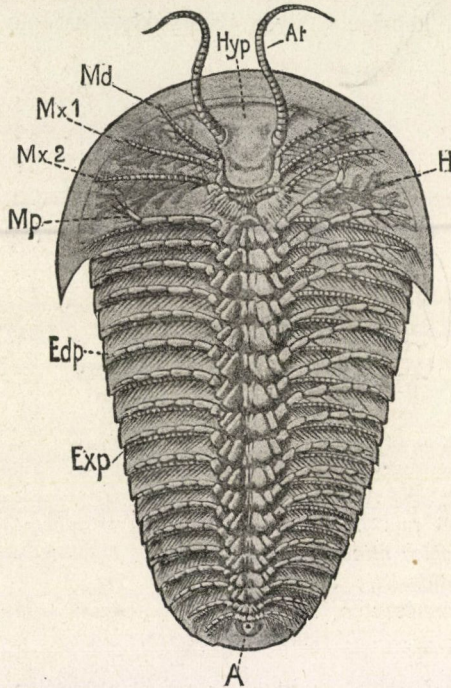
18. rajz. A kőszénkori csótány (*Protoblatoidea minor*); 2-szer nagyítva; B *Olenellus Mickwitzi*; a legrégebb balti Trilobita (a természetes nagyság  $\frac{2}{3}$ -a). SELLARDS és HANDLIRSCH szerint.

<sup>1</sup> Zoologist, 1907, 221—226. lap.



nyult oldaltüskéiből jöttek létre olyképpen, hogy azok a szelvénynek visszafejlődése következtében egymáshoz egyre jobban közeledtek s végre egyesültek.

Mindezekből a sajátosságokból kitűnik, hogy a csótányok szervezetében a vízi és szárazföldi élet jellemvonásai egyesülnek s így valószínű, hogy a kőszénkori csótányok a Trilobiták módjára ugyan már elhagyták a vizeket, de még nem voltak a szó-szorosabb értelmében vett szárazföldi szervezetek.



19. rajz. Egy Trilobita hasoldalról. *Hyp* hypostomum; *At* csáp; *Md* állkapcsi tapogató; *Mx1*, *Mx2* és *Mp* a következő állkapcsi tapogatók; *H* középbéli mirigyek; *Edp* a végtagok belső ága (endopodit); *Exp* a végtagok külső (exopodit); *A* végbélnyílás. JAECKEL szerint.

ken foglalnak helyet, valószínű, hogy az ősovarok külső lélegzőszervekkel lélegzettek, tehát még nem szorultak potrohszelvényeik ritmikus összehúzóda-

A jelenkori csótányok némely fájának igen érdekes sajátága az összegömbölyödés. Manapság körülbelül 40 olyan fajt ismerünk, melyek egyenlő szelvényekből összetett testüket a Trilobiták módjára kisebb-nagyobb mértékben begömbölyítik<sup>1</sup> (20. rajz). Ebben a jelenségben a védekezésnek ősi módját kell látnunk, mert ilyen összegömbölyödő állat veszély esetén valamely magasabb helyről könnyen legurul s ellensége szeme elől elvész. Az összegömbölyödést csakis a testszelvények egyöntetű kifejlődéséből lehet megmagyarázni, a mi azonban nagyszámú szelvények jelenlétét is föltételezi. Bizonyítékaink vannak arra, hogy a csótányok potrohát valamikor több szelvény alkotta, mint jelenleg. Az ősbibb alkotású csótányok vizsgálatából ugyanis kiderült, hogy rendes potrohszelvényeik között csökevényes közbeékelt (intercalaris) szelvénymaradványok jelennek meg.<sup>2</sup> Minthogy az előbb említett külső lélegzőszervek maradványai éppen ezeken a szelvénye-

<sup>1</sup> L. értekezésemet „Az ászkacsótányokról“; Természet, XI. és XIX. évf., 220—223. lap.

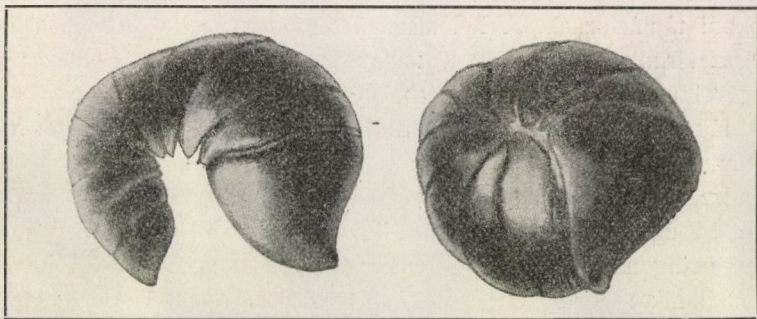
<sup>2</sup> v. ö. „A Blattidák szervezetének rendszertani jelentősége“ cz. értekezésemet; Állattani Közl., XIV. kötet, 1915, 48—62. lap.



sára és kitágulására. A stigmák kialakulásával azonban az állat a levegőt csak bizonyos erőmegfeszítéssel juttathatta testébe, a mely viszont csakis a potroh-szelvények erős összehúzódásán alapuló ritmikusan működő mechanizmus által jöhetett létre. Ez által azonban a potroh megrövidült: egyes szelvényei a távcső gyűrűinek módjára lassankint egymásba tolódtak, itt elvesztették működésüket s azokban a csőkevényes szelvényekben maradtak fenn, melyeket a jelenkori csótányok egy részénél jól láthatunk.

A nagyszámú potroh-szelvényeknek megfelelően a csótányoknak valamikor több végtagjuk is lehetett. Ezt azok a potrohvégtagfüggelékek bizonyítják, melyeket CHOLODKOWSKI<sup>1</sup> némely csótánylárván talált. Ez a sajátság ismét a csótányok ősrégi szervezete mellett bizonyít.

A kőszénkori csótányok még arról is nevezetesek, hogy náluk legelőször találkozunk az alakoskodás (mimicry) jelenségével. SCUDDER<sup>2</sup> szerint



20. rajz. Begömbölyödő csótányok (*Pseudoglomeris flavicornis*).

a palaeozói csótányok összehajtott szárnyaikkal a kőszénkori korpafűfélék pikkelyleveleit utánozták, s ennek annál nagyobb jelentősége van, mert a csótányok és az őskori páfrányok stb. együttes előfordulásából ítélve, a csótányok ezeken a növényeken tartózkodtak. Ha ez igaz, akkor az alakmájmoló rovarok kialakulását a madárvilág megjelenésével nem lehet összefüggésbe hozni, minthogy a palaeozói korszakban még nem éltek madarak. Az, hogy némely csótányfajok bizonyos mértékben csakugyan alkalmazkodnak a növényekhez, kétségtelen, de ez az alkalmazkodás csakis azoknál a fajoknál érvényesül, melyeknél a szárnyak már fejlődésnek indultak; a legősibb típusú szárnyatlan csótányokra, melyek valószínűleg az iszapos helyeket kedvelték,

<sup>1</sup> v. ö. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Insekten; Zeitschr. f. wiss. Zool., 48. köt., 89—100. lap.

<sup>2</sup> Palaeozoic cockroaches; Mem. Bost. Soc. Nat. Hist., 1879, 23—134. lap. — The species of *Mylacris*, a carboniferous genus of cockroaches; u. o. III., 1884. — HANDLIRSCH, Über die Insekten der Vorwelt und ihre Beziehungen zu den Pflanzen; Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 1904, 54. köt., 114—119. lap.

mindenesetre a ma élő csótányok piszkos szürkésbarna mustrázata volt jellemző.

SCUDDER szerint az őscsótányok idővel a fák lakóivá lettek, sőt a fák kérgének repedéseibe, innen pedig a fák belsejébe vándoroltak és a surlódás következtében kapták elülső szárnyaik keménységét.<sup>1</sup> Valószínűleg ezekből alakultak ki a legelső bogarak, melyeket ősi *Silphidák*, *Carabidák* és *Dytiscidák* képviseltek.<sup>2</sup> LAMEER<sup>3</sup> szerint ez a tökéletes (holometabol) átalakulás problémájának kulcsát is kezünkbe adja. Szerinte a fák kérgében élő lárva lassankint járatokat kezdett építeni és szárnykezdeményei az állandó surlódás következtében egészen eltűntek. A lárva szárnykezdeményeit csak akkor fejleszthette ismét tovább, a mikor ismét nyugalmi helyzetbe jutott, s így fejlődött ki a bogarak tökéletes átalakulására jellemző bábállapot. LAMEER elméletével ellenkezik az a körülmény, hogy a legősibb bogarak egyáltalában nem élnek a fák belsejében, hanem ragadozó életet folytatnak, vagy korhadó anyagokból táplálkoznak. A holometabol fejlődés okaira különben később még visszatérünk s akkor látni fogjuk, hogy azt a lárva alkalmazkodó tehetségével nem lehet összefüggésbe hozni.

A fák belsejébe vándorolt rovarok élete azonban még más rejtélyes problémára vet némi világosságot: az állati társadalomnak és a legelső kasztrendszernek kialakulására. A fák kérgében ugyanis az őscsótányok nemcsak bőséges táplálékra akadtak, de védelemhez is jutottak, ennek következtében pedig az egyének szaporodása biztosítva volt, úgy, hogy nemsokára megszámlálhatlan tömegben lepték el a fák belsejét. Természetes, hogy ezek az egyének már kezdettől fogva különböztek egymástól, minthogy föltehető, hogy lárváik sem jutottak mindig egyenlő mennyiségű és ugyanolyan táplálékhoz. Azok tehát, melyek több táplálékot szereztek, hamarabb fejlődtek ki, mint a többiek, s így a nemzedékek között már bizonyos testi különbségeknek is kellett kifejlődniök. Ezek pedig a fejlődés folyamán csak fokozódhattak, mert az erősebb és természetesebb egyének erősebb, esetleg más irányú munka végzésére is voltak hivatva, mint a gyöngébbek, s a hogy BUTTEL-REEPEN<sup>4</sup> mondja, a fejlődésben visszamaradottakat valószínűleg gyámolították, sőt táplálták is. Ez azonban lényeges átalakulásra vezetett, mert az ivadékgondozó egyének az egyirányú életműködés következtében egyirányban is differenciálódtak s az ivadékgondozás ösztönének kifejlesz-

<sup>1</sup> v. ö. ZITTEL, Palaeontologie, II. köt., 827. lap.

<sup>2</sup> v. ö. HANDLIRSCH, Über die Abstammung der Coleopteren; Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 57. köt., 187—196. lap.

<sup>3</sup> Origin et composition de l'embranchement des Arthropodes; Ann. Soc. Zool. Anal. Belg., 43. köt., 188—213. lap.

<sup>4</sup> Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates, sowie Beiträge zur Lebensweise der solitären und socialen Bienen; Biol. Centralblatt, 23. kötet.



tése közben elvesztették nemi őstőneiket, ezzel együtt pedig nemi szerveik is visszafejlődtek. Belőlük fejlődött ki a dolgozók rendje. Az ivadékgondozásban részesített egyéneknél inkább a nemiszervek fejlődtek ki jobban, s ezek az ivaros nemzedékeket képviselték, melyeknek az állam alapítása jutott feladatul.

A csótányoknál mindezekkel a jelenségekkel még nem találkozunk, noha egyes fajoknál a polymorphismus jelenségében és az egyének munkafelosztásában már ott látjuk a társadalmi élet legelső mozzanatait,<sup>1</sup> azonban a csótányok egyenes utódainál, a természetknél a szociális élet az egyéneknek már nagyfokú alak- és élettani elkülönülődését hozta létre, melynek egyik főoka mindenesetre a táplálékban rejlik, s mely a bonyolult kasztrendszerekben jutott kifejezésre. A kasztrendszerek megjelenésével a természetek lakóhelyei is átalakultak, azonban, mint minden szerves átalakulás, úgy ez is csak fokozatosan mehetett végbe. A legrégebbi természeteknek a csótányok módjára valószínűleg még nem voltak önálló lakóhelyei, hanem korhadó növényeket, kidőlt fatörzseket választottak ki erre a célra, mint azt manapság is igen sok természetnél látjuk, idővel azonban a kasztok különválása oly arányokat öltött, hogy az államalkotó rovarok kényszerültek otthagyni rejtekeiket s az építő munkára hivatott különféle munkás- (katona, dolgozó) kasztok önálló lakóhelyek építésére törekedtek.<sup>2</sup> Ezek az építmények kezdetben kisebb hangyabolyokhoz hasonlítottak, idők folyamán azonban olyan szövevényes tornyos épületek fejlődtek belőlük, mint amilyenek ma a természet-államok művészi alkotású építményei.

\* \* \*

Az előadottakból nagyjából megismertük az ősvilág szervezetét, sőt párhuzamot is vontunk a mai és kihalt rovarok szervezete között. Azokat a szavakat tehát, a melyeket e sorok elején irtunk, most megismételhetjük: a mai és az ősvilági rovarok szervezetében nincsen áthidalhatatlan különbség s a palaeozói rovarvilág számtalan átmenettel olvad bele a jelenkori rovarok szervezetébe. Ha ez igaz, akkor a mai rovarok életmódjából is következtethetünk őseik életére. Az ilyen következtetés azonban már több nehézséggel jár. A rovar életmódja ugyanis környezetétől függ s azzal együtt folyton változik. Más a repülő rovar élete, mint a vízi rovaré, más a farontó szúé, mint a ganajtúróé, más a lombok között bujkáló sáskáé,

<sup>1</sup> v. ö. WHEELER, W., The phylogeny of the Termites; Biol. Bull. Woods Hall, 29—37. lap.

<sup>2</sup> HOLMGREN, Termitenstudien. 3. Systematik der Termiten, 129—136. lap.

mint a virágról-virágra röpkedő lepkéé. Ezek valamennyien az életmódnak más-más alakjai. Melyik közülök a legősibb?

A kőszénkorszakban, mint azt a geológiából tudjuk, az őstengerek kiterjedése sokkal nagyobb volt, mint ma. Akkoriban tengerek árasztották el az északi földteke két újvilági kontinensét: Európát és Amerikát, melyeknek palaeozói rétegeiből pedig a legelső rovarok előkerültek. Ezeknek javarészt tengeri üledékes kőzetekben találták meg oly állatok társaságában, a melyek, mint a Pörgekarúak (*Brachyopoda*), Tüskésbőrűek (*Echinodermata*), ősrákok, tengeri férgék, őshalak stb., ma is a tengerek állandó lakói. Ez magában véve is elégséges ahhoz, hogy a rovarok bölcsőjét a tengerben vagy legalább is az ősvizekben keressük. Ezzel nem azt akarjuk mondani, hogy az ősvíz a víz állandó lakója volt. Olyan ősvízi rovarok, melyek egész életüket a vízben töltötték, sohasem is élhettek s még a rákok egy része is a szárazföldre van utalva, a mennyiben időnkint kénytelen fölkeresni a tengerek, állóvizek vagy mocsarak partjait és iszapos kiöntéseit. Ilyenek lehettek a legelső rovarok is. Mindezt azonban csak a palaeontológiából tudjuk, az összüllőhely megvitatásában van szava bőven az alaktannak és a fejlődéstannak is. Az alaktan (morphologia) azt bizonyítja, hogy a ma élő ősvízi rovarok lárváinak kopolyúfüggelékei vagy kopolyúfüggelékjei vannak, melyeket a vízben lélegzésre használnak. HEYMONS<sup>1</sup> ugyan azt állítja, hogy például a kérészek eredetileg szárazföldi rovarok lehettek, mert ma is a szárazföldön, illetve a levegőben párosodnak s ehhez annyira alkalmazkodtak, hogy szárnyaiktól megfosztva, a szárazföldön nem is tudnak párosodni. Azonkívül a kérészek lárváinak kezdetben még nincsenek kopolyúfüggelékei, holott szárnyhüvelyei már vannak, a kopolyúfüggelék tehát csak másodlagos s jóval későbbi szerzemények, mint a szárnyak, melyekből HEYMONS megint csak azt következteti, hogy a rovarok legelső képviselői szárazföldi szervezetek voltak. Ennek a ténynek azonban csak fejlődéstani értéke van, de alaktani és élettani jelentősége nincsen, mert a kérészlárvák legáltalabban korukban is, tehát akkor, mikor külső lélegzőszerveik még hiányzanak, már vízi életmódra vannak utalva, s ekkor szervezetüknek éppen alacsony foka miatt nem kaphatják meg mindjárt lárvaszerveiket. Egyébként az őskérészek kifejlődött alakjukban is megőrizték kopolyúfüggelékeiket, a miből kitűnik, hogy azok kifejlődött korukban is kételtű életet éltek.

A rovarok vízi összüllőhelyét egyébként maguk a fejlődéstani tények is igazolják, elsősorban pedig a tökéletlen átalakulással fejlődő mai ősvízi rovarok lárvája és imagó-ja, a melyeknek egymástól eltérő szervezete csakis az amphibiotikus életmód eredménye. A lárvák a vízi életmódnak megfelelően

<sup>1</sup> Über die Fortpflanzung und Entwicklungsgeschichte der Ephemera vulgata; Sitzb. Ges. nat. Freunde, Berlin, 1896, VI. köt., 95. lap.



lárvaszerveket fejleszt, ezeket azonban egészen el kell veszítenie, hogy szülőjéhez hasonlóvá váljék, éppen ezért kell átalakulnia.<sup>1</sup>

A szerveződés további folyamatában kétségtelenül a szárnykezdemények és a levélszerű kopolyúfüggelékek homológiája nyert legnagyobb jelentőséget, s ennek kutatása közben született meg az első elmélet is, mely a szárny eredetének problémáját kutatja. Már GEGENBAUR<sup>2</sup> és LUBBOCK<sup>3</sup> is figyelmeztettek arra, hogy a kérészlárvák szárnycsökevényei és kopolyúfüggelékei között rendkívül nagy a hasonlóság. A szárnyakba ugyanis a tracheák elágazásai épp úgy belenyulnak, mint a kopolyúfüggelékekbe, a mi csakis onnan érthető, hogy a szárnyak kezdetben szintén a lélegzés szervei voltak. Ez alapján nem lehetetlen, mert igen fiatal bogár- és termeszlárvákon a szárnyak lélegző működését határozottan kimutatták.<sup>4</sup> Az említett megállapítások azonban egy másik kérdést is homloktérbe toltak, t. i. azt, hogy ezekből a lélegzőszervekből miképp alakultak ki a mozgatható szárnyak? Igen apró szárnylemezek ugyanis repülésre még nem lehettek alkalmasak, tehát az állat használat által nem fejleszthette szárnykezdeményeit tovább. A szárnykezdeményeknek ebben a szakban tehát más működésüknek kellett lennie, mert másként nem fejlődhetek volna tovább. GEGENBAUR, LUBBOCK és BUGNION<sup>5</sup> szerint az ősvarovok szárnykezdeményeiket evezők módjára használták a vízben.<sup>6</sup> E szerint tehát föl lehetne venni, hogy az ősvarovok úgy használták szárnyaikat, mint a repülő halak úszószárnyaikat: időnkint segítségükkel a vízben fölemelkedtek s így fejlesztették azokat tovább.<sup>7</sup> E föltevés legnagyobb ellenzője HEYMONS és DÜRKEN. A mint már említettük HEYMONS kimutatta, hogy a rovarok szárnykezdeményei nem homológ képződmények a kopolyúfüggelékekkel, mert a fejlődésnek jóval későbbi szakában jelennek meg, mint emezek. Ezt DÜRKEN<sup>8</sup> is bebizonyította, a ki

<sup>1</sup> A palaeozói ősvovarlárvák sokkal kevésbé különböztek kifejlődött alakjaiktól, úgy hogy föltehetjük, hogy az imago élete is nagyjában megegyezett a lárva életmódjával.

<sup>2</sup> Grundriss d. vergl. Anatomie, 1871, 260. lap.

<sup>3</sup> LUBBOCK, Distribution of Tracheae in Insects; Trans. Linn. Soc. London, V. 23, 1860. — Ursprung und Metamorphose der Insekten.

<sup>4</sup> v. ö. NEWPORT, On the respiration of Insects; Phil. Trans. Bid. Soc. London, 1836. — LANDOIS, H., Der Tracheenverschluss bei den Insekten; Zeitschr. f. wiss. zool., 17. köt., 1867. — GISSLER C., Sub-elytral air-passages in Coleoptera; Proc. Amer. Assoc. Advanc. Sc. 29. Meet. 1881, 607—696. lap.

<sup>5</sup> v. ö. LANG A., Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere, IV. köt., 1913, Hexapoda (v. BUGNION), 448. lap.

<sup>6</sup> Némely alsóbbrendű Hymenopterán ezt ma is észlelhetjük, HAGEN pedig a *Mystacides* nympháján azt tapasztalta, hogy, mialatt végleges alakját eléri, napokig úszik a vízben s ilyenkor szárnyhüvelyeit használja.

<sup>7</sup> v. ö. BÖLSCHÉ, Stammbaum der Insekten, Stuttgart, 1916, 38. lap.

<sup>8</sup> Die Tracheenkiemenmuskulatur der Ephemeriden unter Berücksichtigung der Morphologie des Insektenflügels; Zeitschrift f. wiss. Zool., 87 köt., 435—550. lap.

még hozzáfűzi, hogy a kopoltyúfüggelékek törzspejlődéstani értelemben igen fiatal eredetű képződmények, melyek csak vízbe vándorolt szárazföldi rovarok életmódjával kapcsolatban fejlődtek ki. Abból a tényből azonban, hogy a szárnykezdemények törzspejlődéstaniilag ősbibek, mint a kopoltyúfüggelékek, még nem következik, hogy a lélegzés eszközei nem lehettek s hogy a kopoltyúfüggelékek emezektől függetlenül később mint lárvaszervek is kifejlődhettek. Ez a föltevés azonban nem elégítette ki a bűvárokat, a kik azóta más irányban kezdték kutatni a szárnykeletkezés problémáját. A csótányok fejlődéséből ugyanis kiderült, hogy a szárnyak nem egyebek, mint a közép- és utótor megnyult oldalsó (pleurális) lemezei,<sup>1</sup> melyeknek lefűződése nem okvetetlenül az evezőmechanizmus következtében jön létre, hanem a tornak differenciálódása következtében a fejlődés bizonyos szakában magától is bekövetkezik (17. rajz). A továbbiakban csak az a kérdés, hogy eredetileg mily okok hozták ezt létre? Minthogy itt ismét a hasznossági elmélet nehézségeit kell leküzdeni, HANDLIRSCH fölteszi,<sup>2</sup> hogy az ősvarovok eleinte ezeket a pleurális lemezeket szállóernyő módjára használták, a midőn valamely magasabb pontról leereszkedtek. Ez a helyváltozás az ősvarovnak kivált akkor lehetett hasznára, ha valamely vízi növényről ellenségei támadásakor hirtelen a vízbe ereszkedett. Ily módon a szárnykezdemények bizonyos használat következtében könnyen eljuthattak a fejlődésnek arra a fokára, hogy átöröklődhettek s a nemzedékek során át oly alakban is kifejlődhettek, a milyenben eredetileg még semmiféle működést sem végeztek. Ez a föltevés mindenesetre megmagyarázza az ősvarov szárnymechanizmusának egyik fontos mozzanatát, de a levegőbe történő fölemelkedést nem magyarázza meg. Ennek megértése céljából föl kell venni, hogy a rovarszárnyak kellett már kezdetől fogva is valami aktív működésének lennie. A rovarszárny lefűződésének pillanatában még nem lehetett repülésre alkalmas, de nincs kizárva, hogy mozgása ilyenkor már bizonyos egyensúlyozó mechanikai működésben tevékeny részt vett. A vizekből a szárazföldre vándorolt ősvarovok végtagjai, a mint tudjuk, bizonyos egyirányú működésnek megfelelően még kevésbbé voltak kifejlődve, s a vízi életmódhoz alkalmazkodva kezdetben arra sem lehettek alkalmasak, hogy valamely felületen megkapaszkodó rovarnak biztos támasztékot nyujtsanak. Ebben helyettesítették a végtagokat a szárnylemezek. A szárnylemezek legelső lefűződésével már olyan mozgatható függelékhez jutott a rovar, melynek egyensúlyozó működésével a fák törzsén, a fák levelein ezentúl sokkal biztosabban mozoghatott. A szárnyas rovaroknál még ma is látjuk, hogy szárnyaikat nemcsak repülés alkalmával, hanem helyzetváltoztatáskor is használják, a szitakötők például helyzetváltoztatásra kevésbbé alkalmas végtagjaik

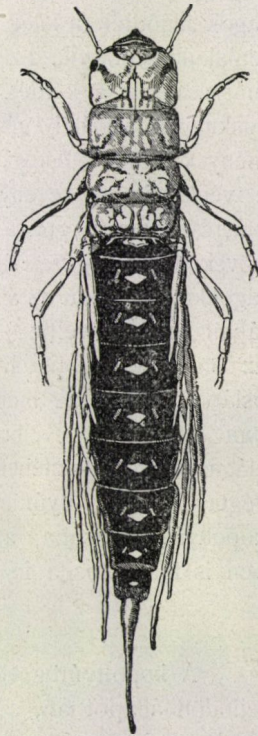
<sup>1</sup> v. ö. HANDLIRSCH, Fossile Insekten, 1316. és 1366. lap.

<sup>2</sup> Einige interessante Kapitel der Palaeo-Entomologie; Verh. k. k. zool.-bot. Ges. Wien, 60. köt., 1910, 165. lap.



helyett szárnyaikkal iparkodnak biztos nyugalmi helyzetet teremteni valamely kiemelkedő száraz ágon; a csótányok és némely bogarak viszont futás alkalmával is kiterjesztik szárnyaikat s hátoldalukra fektetve szárnyfedőik széjjelnyitásával ismét fölemelkednek. Ezeket a mozzanatokot tekintetbe véve mindenesetre közelebb jutottunk a szárnykeletkezés ügyének megfejtéséhez, s ha ehhez még hozzávesszük, hogy az ősvoroknál ezek a szárnykezdemények a természeteslévélhöz hasonlóan mint kettős bőrredők a levegőnek felraktározására is alkalmasak lehetnek, akkor a szárny mechanikájában a rovartest átalakulásának egyik legfontosabb tényezőjét kell fölismerni, és ezzel a szárnykeletkezés problémája is meg van oldva.

A szárnyak kialakulásával kapcsolatban tisztázunk kell még a külső kopolyúfüggelékek eredetét is. Tagadhatatlan, hogy ezek a legkülönbözőbb rovarlárvákon is megjelennek, ezért egymással homológ, közös eredetű, tehát monophyletikus szerveknek nem tekinthetők. Annyira változók és annyira különböző fejlettségű típusokban jelennek meg, hogy meg kell állapítanunk, melyik voltaképpen az ősbibb típus? Ezzel a problémával legelőször JAWOROWSKY foglalkozott, a ki a pókok lárváinak bőrkítüremléseit vizsgálva, arra az eredményre jutott, hogy az Izeltlábúak szájszerveit, végtagjait és szárnyait bőrkítüremlésekből kell leszármaztatni, melyek kezdetben légtartók voltak és lélegzésre szolgáltak.<sup>1</sup> Ezek szerinte a test hasoldalán voltak elhelyezve és a csúszó-mászó mozgásnál egyre nagyobb jelentőséghez jutottak, végül a surlódás következtében valószínűleg oly függelékké alakultak, melyek helyzetváltoztatásra is szolgáltak. Arra, hogy a végtagok csakugyan lélegzőszervként szerepelhetnek, némely reczészárnyú rovar lárvája szép példaul szolgál. A *Sialis*-ok és *Sisyrá*-k lárvai (21. rajz) potrohukon 6 pár potroh-végtagot viselnek; ezekben ugyan nincsenek trachea-elágazások, de azért



21. rajz. *Sialis*-lárva, végtagos kopolyúfüggelékekkel. MIALL szerint.

<sup>1</sup> v. ö. JAWOROWSKY, Zu meiner Extremitäten- und Kiementheorie bei den Arthropoden; Zool. Anz., XX, 1897, 177—184. lap. — GRABER, Über die embryonalen Hinterleibsanhänge der Insekten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis der Verfahren dieser Tiere; Natur, Halle, 1889, Nr. 42. — SIMROTH, Entstehung d. Landtiere 397—398. lap.

mégis lélegzésre valók. Az említett végtagok sajátságos működésváltozása azonban inkább a mellett bizonyít, hogy lélegző képességüket csak később szerezték meg, mert a végtagok teljesen izelt függelékek és izmokkal is el vannak látva. Ebből egyrészt kiderül, hogy a rovarok valamikor potrohszelvényeiken is viseltek végtagokat, másrészt, hogy ezek a többi végtagokhoz hasonlóan szintén mozgásra szolgáltak, hogy tehát nem a végtagok fejlődtek a lélegzőszervekből, hanem megfordítva: a kopolyúfüggelékek átalakult végtagok. Ezt a későbbi kutatások is megerősítették,<sup>1</sup> úgy hogy most már csak az a kérdés, vajjon a lárvának eme végtagjai a rovarszervezetnek csakugyan ősi bélyegéül tekinthetők-e? Azt, hogy ezek nem későbbi szerzemények, hanem ősrégi szervek, egyrészt az a körülmény bizonyítja, hogy e végtagok csökevényes jellegűek, mert mozgásra már nem alkalmasak, másrészt, hogy ezek a lárva legfiatalabb korában is megjelennek s a lárva növekedtével egyre kisebbednek, végül visszafejlődnek.<sup>2</sup> Ilyen potroh-végtagokkal azonban az alsóbbrendű rákoknál is találkozunk, s főleg a Trilobiták lábait lehetne velök párhuzamba állítani (19. rajz). Mindez arra vall, hogy az ősvarovak potrohszelvényeiken is viselhettek mozgatható végtagokat.<sup>3</sup> Ezeket az őslárvák egy része mai napig is változatlanul megtartotta, másik része azonban az ú. n. levélkopolyúkká fejlesztette, melyeken a tracheák gazdag elágazása következtében nagy lélegző felület alakult ki. A kérészek sorában a végtagyszerű kopolyúfüggelékek típusa fokozatos átmenetekkel olvad bele a levélkopolyúk típusába, a mi a mellett bizonyít, hogy a külső lélegzőszervekben is fokozatos a fejlődés.

\*

A kopolyúfüggelékeket aránylag csak igen kevés rovar őrizte meg kifejldött állapotban, ezek főképpen a lárvákra jellemzők, melyek a vízben, az élet ősi elemében kezdik meg életüket. A kifejldött rovarok általában

<sup>1</sup> v. ö. HEYMONS R., Zur Morphologie der Abdominalanhänge bei den Insekten; Morph. Jahrb., 24. köt., 178—204. lap. — Über die abdominalen Körperanhänge der Insekten; Biol. Centralblatt, 16. köt., 1896, 854—864. lap.

<sup>2</sup> GRABER a sáskák és a vízbogarak fiatal embrióin is talált ilyen végtagokat, melyekből azonban nem sikerült határozottan megállapítani azoknak végtagtermészetét (v. ö. GRABER, Über die morphologische Bedeutung der ventralen Abdominalanhänge der Insekten-Embryonen; Morph. Jahrb., 17. köt., 467—482. lap). Éppen úgy kétségtelen az is, hogy a hernyók parapodiumai csak a lárva életében szerzett bélyegek, melyeknek a potroh-végtagokhoz semmi közük (v. ö. KORSCHALT-HEIDER, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, Jena, 1890).

<sup>3</sup> Némely álkérész-lárván (*Perla*) újabban ú. n. kettős végtagokat is találtak, melyek közül a rendes végtag helyzetváltoztatásra, az annak tövéből kiinduló csökevényes végtag pedig lélegzésre szolgál. Ebből sokan az ősvarovak hasadó végtagjaira következtetnek.



elvesztették külső lélegzőszerveiket s szárnyaik kifejlesztésével a lég uraivá lettek. Ez oly óriási fordulatot jelentett a rovarszervezet törzsejlődésében, hogy e mellett szinte eltörpülnek mindazok a szerves folyamatok, melyeket a rovar életében eddig megismertünk, mert a levegő meghódítása a rovarvilágnak a növényzettel való szerves egyesülését, legszorosabb összefüggését, ezzel együtt pedig a rovarszervezet egész újjászületését jelenti. Ebben az újjászületésben azután HANDLIRSCH<sup>1</sup> szerint három hatalmas tényező hatott a rovarvilág további kibontakozására :

1. a szárazföldi fauna és flóra megjelenése a szilurban ;
2. a permbe beálló nagy éghajlati elváltozások ;
3. a Zárwatermő Virágos-növények (*Angiosperma*) megjelenése a krétában.

A szárazföldi szervezetek kialakulása valószínűleg már a szilurban megkezdődött. Noha a tengerek pelagikus állatvilága még a permbe is átnyulik, mégis kétségtelen, hogy levegőn lélegző állatok már a szilurban is éltek, s hogy ekkor már hatalmas arányokban indult fejlődésnek a tengerek parti állatvilága. A tengerek áradata, a mint azt Földünk története bizonyítja, az alsóbbrendű szervezeteknek millióit vetette partra. Ez új életet jelentett s a vízi szervezetek nagy vándorlását indította meg a szárazföld felé. Vajjon az ősvarovakily vándorlásnak köszönhetik további alakulásukat ? WALTHER szerint az ősvarovak a tengerek lakói voltak, melyek a kőszénkorban túlságos mértékben elszaporodó halak pusztítása elől menekültek a szárazföldre.<sup>2</sup> Akár helyes ez föltevés, akár nem, tény, hogy a szárazföldi rovarvilág a nagyobb terjedelmű állóvizek visszafejlődésével s ezzel kapcsolatban a szárazföldi növények megjelenésével egyidőben alakult ki. Ez azonban az ősvarovak táplálkozásának annyiszor megvitatott módjára is fényt vet, mert azt bizonyítja, hogy az ősvarovak növényevők voltak. HANDLIRSCH ugyan nem kételkedik abban, hogy az ősvarovak ragadozó életmódot folytattak, s erre a Palaeodictyopterák hatalmas rágóiból és szabadon izesülő fejéből következtet. Azonban a rágószájszervek önmagukban csak a táplálkozás módját, de nem a táplálék minőségét bizonyítják. A csótányok pl., bár rágóik jól fejlettek, mégsem ragadozók, Új-Guineában pedig olyan növényevő tücskök élnek, melyek állkapcsaikkal hatalmas sebet ejtenek az emberen. Arra is gondolhatnánk, hogy az ősvarovak ragadozó életet csak addig éltek, a míg a vizeket el nem hagyták. De ez a föltevésünk sem jogos, mert a ma élő legősibb rovarok, a kérészek lárvái, vízi életmódjuk mellett sem ragadozók, hanem korhadó növényi anyagokból táplálkoznak.<sup>3</sup> A kérész-

<sup>1</sup> Über die Insekten der Vorwelt, 114—119. lap.

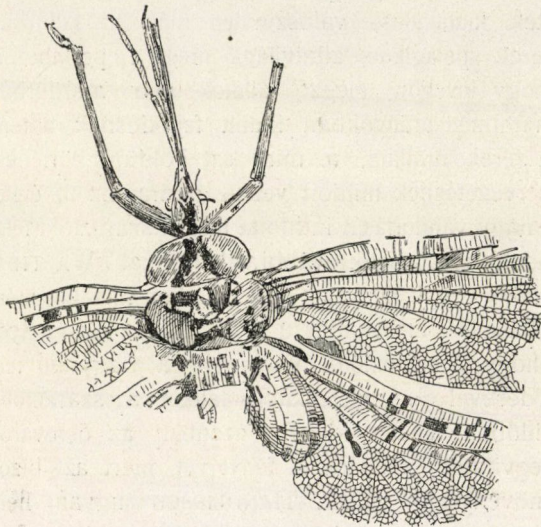
<sup>2</sup> WALTHER, A Föld és az élet története, id. mű, 348. lap.

<sup>3</sup> v. ö. EATON, A Revisional Monograph of Recent Ephemeridae, 1883, 72. lap

— SIMROTH, Entstehung der Landtiere, 426. lap.

lárva gyomrában iszapot is találtak, melyet ezek a rovarok valószínűleg a benne rejlő szétmálló és korhadásnak indult növényi anyagokkal együtt vettek föl. Ha mindezekre tekintettel vagyunk, akkor föltehetjük, hogy az ősvarovok is korhadó növényi anyagokból éltek, és valószínű, hogy szájszerveikben éppen ezért még hiányzott a jól fejlett állkapcsok járulékos részeinek olyfokú elkülönülődése, a minőt a ragadozó rovarokon tapasztalunk, s a rágók segédeszközei a csápokkal együtt részben valószínűleg még helyváltoztató mozgást végeztek.<sup>1</sup>

A növényevő életmód sokféle alakja azonban a rovarok szájrészeit is igen sokféle irányban továbbfejlesztette. Az ódonszabású rovarok, mint az



22. rajz. *Eugereon Böckingi* DOHRN. A legrégebbi félfedelesszárnyú rovar. A természetes nagyság  $\frac{3}{4}$ -c.

DOHRN szerint.

egyk irányba a szűrő-, másik a szívó- és nyalószájrészek kialakulásához vezetett. Kétségtelen, hogy ezek között a szűrés mechanizmusa volt az ősbibb, tehát az a berendezés, a melyet a mai kábóczákon észlelhetünk. HANDLIRSCH ugyan azt állítja, hogy a legrégebbi Félfedelesszárnyúak (*Hemiptera*) még ragadozó életet éltek és szájszerveik rágók voltak, de a palaeontológiából mégis kitűnik, hogy a Félfedelesszárnyúak legrégebbi képviselője, az *Eugereon Böckingi* (22. rajz) szájszervei már szűrők voltak.

<sup>1</sup> Ezt a rákok Nauplius-lárvája is bizonyítja, melyre csak az első három pár végtag jelenléte jellemző, s ezek az úszólábak szerepét viszik. A fejlődés folyamán azonban ezekből egyrészt a két csáppár, másrészt az állkapcsok alakulnak ki, miből VERHOEFF szerint nyilvánvaló, hogy az Izellábúak rágószervei átalakult végtagok.

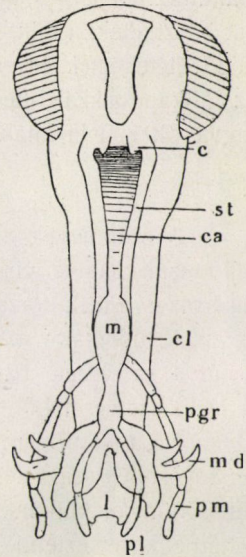
Egyenesszárnyúak, főleg a csótányok és részben a bogarak is, rágószájszerveiknek még továbbra is hasznát vették, mert a növényi rostok, kérgék és egyéb fás alkotórészek pusztítóivá lettek, vagy pedig az ősbogarak, a Silphidák módjára, ragadozó életmódot éltek, a többi rovarok azonban rágószájszerveiket többé nem használhatták, mert a lombos és virágos növények megjelenésével a növényi nedvek élvezetére voltak utalva. Ennek megfelelően azután szájrészeik két főirányban differenciálódtak tovább. A fejlődés



Igen valószínű tehát, hogy már a palaeozói őskabóczák is növényi nedvekkel táplálkoztak olyképpen, hogy hegyes állkapcsaikkal a bönedvű növények kérgét megsebeztek és kiszívták.<sup>1</sup>

A Félfedelesszárnyúak szájszervei azonban a szűrőszerveknek már fejlett típusát képviselik, melyeket a rágószájrészekből közvetlenül levezetni nem lehet. Kellott tehát olyan közbülső szervezetenek élniök, melyek a rágó és szívó rovarok között foglalnak helyet, s melyeknek szájszerveiben a rágó- és szívóberendezés sajátosságai egyesülnek. Ilyen szervezetenek a skorpiólegyek (*Panorpa*) képviselnek (23. rajz). Felső ajkuk szívásra alkalmas, hosszú csőrre alakult, mögötte azonban ott rejlenek a zsákmány megragadására szolgáló állkapcsok is. Ezek a rovarok tehát zsákmányukat először felső állkapcsaikkal megfogják, azután csőrükkel kiszívják. A skorpiólegyek őseinél, a *Megasecopterák*-nál, a felső ajak még kevésbé hegyesedett ki, ezeknek szájszervei tehát még ősbibb átmeneti típust képviselnek. A szájszerveknek ebből a típusából a legyek orrmánya és a bolhák szűrőszerve is levezethető s minthogy ezeknek kialakulását mindig a felső ajak jellemző kicsúcsosodása előzi meg, kétségtelen, hogy a szívó- és szűrőszájrészek differenciálódása a felső ajaknak mint a többi szájrésznek támasztékul szolgáló szervnek módosulása nélkül meg sem indulhat.<sup>2</sup>

A skorpiólegyek szájszervéből könnyen le lehet származtatni a lepkék és a vízi molyok (*Trichoptera*) szájszerveinek típusát. Egyes lepkék (*Eriocrania*) még ma is megtartották rágószájrészeiket,<sup>3</sup> javarészüik azonban a virágos növények élvezetére lett utalva, ezért szájszerveik is a virágok kelyhének megfelelően megnyultak. A szájrészek a vízi molyoknál nem változtak meg ilyenformán, mert a vízi molyok nem alkalmazkodtak a virágokhoz.<sup>4</sup>



23. rajz. Egy skorpiólegy (*Panorpa*) szájszerve. *c* = cardo, *ca* = canalis mentalis, *cl* = fejpaizs, *l* = felső ajak, *m* = áll, *md* = felső állkapocs, *pgr* = palpiger, *pl* = ajagtapogató, *pm* = alsó állkapcsi tapogató. A csőrt az állkapocsnak az alsó ajakkal összefüggő középső része, a két nyél (stipes) alkotja, melyek kétoldalt feltüremlenek és a canalis mentalis-t zárják magukba.

<sup>1</sup> A *Myrmeleon*-, *Sialis*-, *Chrysopa*-, *Sisyra*- és *Osmylus*-lárva állkapcsai szintén szívásra alkalmasok. Ezek valamennyien a lárvaélet későbbi szerzeményei, melyeket nem lehet a fenti szívószájrészekkel egy sorba állítani.

<sup>2</sup> Lásd „A bolhák és Neuropterák rendszertani helyéről“ cz. értekezésem; Rovartani Lapok, XXIII, 39, 41. lap.

<sup>3</sup> HAMPSON, Die Mundwerkzeuge der Microlepidopteren; Zool. Jahrb., X, 1897.

<sup>4</sup> v. ö. KIRCHNER O., Blumen und Insekten, Leipzig.

A Hártáásszárnyúak (*Hymenoptera*) szájszerveiben szintén a rágó- és szívószájrészek jellemvonásai egyesülnek, ez utóbbiak azonban nyalószervekké alakultak. Valószínű, hogy a Hártáásszárnyúak kezdetben csak felső állkapcsait használták, a mint azt ősbibb képviselőik is bizonyítják s kizárólag ragadozó életet éltek és csak később fejlesztették ki nyalószerveiket, melyekkel az állkapcsaikkal megsebzett fakéreg kifolyó nedvét valószínűleg kezdtől fogva ők is felnyalták.<sup>1</sup>

\* \* \*

A szájszervek vizsgálatával befejeztük az ősvorak egyes szerveinek fejlődésmechanikai vizsgálatát, most még a rovarok egyéni fejlődéséről, átalakulásáról és ennek törzsfelődéstani okairól akarok egyet-mást elmondani.

A tudomány mai álláspontja szerint a rovarok egyéni fejlődésmenetét a lárva szervezete határozza meg, a fejlődésmenet tanulmányozásánál tehát a lárva szervezetéből kell kiindulnunk.

Ha a mai rovarokat általánosságban vizsgáljuk, azt látjuk, hogy a lárvák legkevésbé sem képviselik azt az alacsony szervezeti típust, melyből a kifejlődött alakjuknál, tehát szülőjüknel ősbibb, kezdetlegesebb szervezetre lehetne következtetni. A lárvák szervezetüknek ezt a sajátosságát eltérő életmódjuk következtében szereztek. A legtöbb rovarpete nem tud a benne fejlődő embriónak elegendő táplálékot, szikplazmát nyújtani, a petéből kikelő lárvának tehát saját erejével kell megszerezni táplálékát, hogy el ne pusztuljon. A legtöbb lárva életének ebben a szakában rendkívül szerencsés. Olyan környezetet választ, mely bőséges táplálékot biztosít számára s ehhez a környezethez rendkívül hajlékony szervezetével hamarosan alkalmazkodik, miközben oly szervezeti sajátosságokra is szert tesz, melyek kétségtelenül az imago szervezete fölé emelik. A legtöbb lárva csakugyan sokkal bonyolultabb szervezetű, mint szülője, az imago, a mennyiben az imagó-nak nincs oly szerve, mely a lárvának meg ne volna, ellenben a lárvának igen sok oly szerve van, mely a kifejlődött állaton hiányzik.<sup>2</sup> A lárvának ezenfelül különböző szervei is oly aránytalanul fejlődnek ki, hogy a rovarszervezetnek ezáltal igen sajátos típusa jön létre. Ilyen szervezetek a rovarok ősei nem lehettek. Ha ezt a tételt nem fogadjuk el, akkor föl kell tennünk, hogy a szitakötők rövid, zömöktestű álarcos ősrablórovarokból, a vízi molyok (*Trichoptera*) és lepkék campodeoid-lárvákból és féregalakú hernyókból, a Neuropterák rendkívül hosszúnyakú ősalakokból, a cserebogarak otrombatestű, mozgásra képtelen pondrókból származtak, ha pedig a fejlődés további

<sup>1</sup> A darazsaknál a nyalószervek még igen kezdetlegesek, a méheknél azonban már sokkal tökéletesebbek.

<sup>2</sup> DEEGERER, Die Metamorphose der Insekten, 1909, 10. lap.



szakaiban is valami ősalak képét akarnók fölismereni, akkor föl kellene tenünk, hogy valamikor a lepke chitinpánczéljába burkolt bábjához, a légynek lábatlan pajorjaihoz hasonló rovarok is éltek.<sup>1</sup>

A rovarok egyéni fejlődésmenetét azonban a természet szerencsére nem mindig hamisította meg ennyire, mert ma is élnek még oly ősvarovok, melyek egyéni fejlődésükben semmiféle átalakuláson sem esnek keresztül. Kifejlődött alakjaiktól csupán a testtájak kezdetlegesebb elkülönülődésében és a szárnyak hiányában különböznek. Ilyen rovarok pedig az őskorszakban is éltek, mert a palaeozói csótányok és kérészek lárvái éppen oly kevésbé tértek el kifejlődött alakjaiktól, mint a mai csótányok és kérészek fejletlen alakjai, úgy hogy ezeket a szervezeteket most már a rovarszervezetnek valóban legősibb típusainak kell tartanunk. Ezzel pedig megállapítottuk a rovar törzsfajlódéstan egyik legnagyobb jelentőségű tényét, t. i. azt, hogy az átalakulás nélküli (ametabol) fejlődés régibb, mint a teljes (holometabol) átalakulás.

Ilyen átalakulás nélküli (ametabol) rovar típusból kiindulva a továbbiakban föltehetjük, hogy a rovarok fejlődésére a mai ametabol rovarokra jellemző gyors növekedés is jellemző volt. A növekedés következtében pedig a folytonos vedlés is szükségessé vált, minthogy a rovarnak időközben növekvő testéről le kellett vetnie immár szűk ruháját, chitinpánczélját s azt újjal kellett fölcserélnie. Tagadhatatlan, hogy a vedlés a szárnyképződmény lefűződését és mozgékonyágát is nagy mértékben elősegítette, s a rovarok talán évmillióig, vagyis azon a hosszú időn keresztül fejlődhettek ily átalakulással, mely a szilurtól a karbon végeig terjed. A permben bekövetkező nagy éghajlati változások a meleg csökkenésével s a hideg és meleg évszakok váltakozásaival azután a rovar fejlődésére is átalakítóan hatottak s teljesen igazuk van azoknak a bűvároknak, a kik a holometabol átalakulás tényét, tehát a báb állapot megjelenését ezekkel a tényezőkkel hozzák kapcsolatba.<sup>2</sup> A rovarok bebábozódása azonban nem egyedül az évszakok időszakos változásainak eredménye, hiszen a forróégövi lepkék is bebábozódnak s lepkék már akkor is éltek, a mikor Európában még nem is volt tél. Valószínű, hogy rovarok táplálék hiányában is kényszerültek bebábozódni, mert a hideg évszak a hernyónak semmiféle táplálékanyagot nem szolgáltatott, ezzel kapcsolatban tehát a hernyó kevesebb nedveket is tudott testében felraktározni, melyek pedig a fejlődés fő tényezői.<sup>3</sup> A táplálék fölvételben beálló hosszabb

<sup>1</sup> v. ö. POYARKOFF, Arch. d'Anat. Microsc., 1910.

<sup>2</sup> HANDLIRSCH, (1151. l.) arra is figyelmeztet, hogy Földünk északi féltékén a holometabol rovarok jobban vannak elterjedve, míg a hemimetabol rovarok inkább az enyhébb éghajlatot kedvelik.

<sup>3</sup> v. ö. PEREZ, Signification phyletique de la nymphe chez les Insectes meta-boles; Bull. Sc. Franc., Belg., 7, 1911. — HAACKE, Die Schöpfung der Tierwelt, 1893, 338—341. lap.

szünetek azonban a szöveti sejtek egyenlőtlen szaporodását s ennek következtében a különféle szerveknek egyenlőtlen kifejlődését is eredményezték, melyek a rovarlárvák, bábok stb. szervezetében is sajátos elváltozásokat hoztak létre. HAACKE szerint igen természetes, hogy az egyenlőtlen szerves növekedés eme sajátosságait a rovarok lassankint nemzedékről-nemzedékre tovább örököítették, úgy hogy idővel a holometabol rovarokra jellemző fejlődési fokozatok a külső körülmények változásaitól függetlenül is időnkint megismétlődtek.

\* \* \*

Az ametabol rovarszervezet ősiségének megállapítása egy más nagyszámú tény fölismerésére is vezet, t. i. arra, hogy a rovarok szárnyatlan alakjai ősbibb szervezeteket képviselnek, mint a szárnyasok. Ez alapján véve igen természetes, noha némelyek<sup>1</sup> a szárnyatlan ősvarovak törzsejlődéstani jelentőségét kétségbevonják. Az ilyen szervezet föltevése törzsejlődéstani szempontból azért fontos, mert ha a rovarok első őseit az ősi Palaeodictyoptera mintájára szárnyas ősalakoknak képzelünk, akkor máris olyan magas szervezethez jutunk, melyet semmiféle őszeltlábúval nem lehet törzsejlődéstani összefüggésbe hozni, ha azonban szárnyatlan ősvarov szervezetéből indulunk ki, akkor esetleg könnyebben áthidalhatjuk azokat az űröket, melyek a rovarok és Trilobiták csoportja között megállapíthatók. A Trilobiták szervezetében még nem indult meg a szárnyképződmények legelső lefűződése, de azt, hogy a Trilobiták szervezete ezeknek fejlesztésére okvetlenül alkalmas volt, testüknek megnyult pleurális oldalmezei és a testszelvények laza összefüggése a legjobban bizonyítja. Minthogy ilyen képződeményekkel a jelenleg élő rovarok között csak a csótányoknál találkozunk, bizvást elmondhatjuk, hogy a rovarszervezetnek a Trilobitákból való levezetésére egyedül a csótányok szervezete alkalmas. A legősibb csótányok testtájai a Trilobitákhoz hasonlóan még nem voltak elkülönülve s a testszelvények szintén pajzsszerű pleurális lémezekké szélesedtek ki és csak kezdetlegesen lefűződött szárnylemezeket viseltek. A Trilobitákon ilyeneket még nem találunk, ő nekik azonban szintén egyöntetű pajzsszerű testszelvényeik voltak s csak lélegzőszerveik, nagyszámú végtagjaik és lélegzőszerveik tekintetében különböztek a legrégebb csótányok lárváitól, nekünk tehát utóljára még mindeme fontos szerves bélyegeket kialakulását kell megérteni.

A szárnyak keletkezése ma már nem az a probléma, mely ezelőtt volt, mert tudjuk, hogy az őscsótányok szárnyai a tor pleurális

<sup>1</sup> V. Ö. OLFERS, Flügellose Arthropoden des Bernsteins in ihrer Beziehung zur Descendenztheorie; Schr. Physik. Ök. Ges. Königsberg, 46. köt., 100—104. lap.



lemezeinek egyszerű lefűződése, ilyenek tehát a Trilobiták hasonlóan kialakult szelvényein is létrejöhetnek.<sup>1</sup> A testszelvények számbeli megcsappanását a szelvények természetes egymásbatolódásából az őscsótányoknál szintén sikerült fölismerni, melyeknek egyes lárvái ama potrohvégtagok maradványait is megőrizték, melyek a Trilobiták potrohán még jól ki voltak fejlődve. Abból a célból tehát, hogy az őscsótánylárvákat a Trilobitákból levezessük, csak annyit kell föltenünk, hogy a potrohvégtagok kezdetben a lélegzés szervei voltak, ennek lehetőségét azonban ismét más rovarlárvák lélegzésre szolgáló végtagjain állapítottuk meg. Így végül csak a szárazföldi lélegzőszervek problémája marad hátra, a mi a tracheák és kopoltyúk szervezetének ellentétes sajátságai után ítélve, igen nehéz törzsfelődéstani kérdésnek látszik. Ez azonban nem kényszerít arra, hogy a tracheák eredetét a véretek törzsfelődéséből teljesen kikapcsolva vizsgáljuk, mint azt BERNARD<sup>2</sup> és LANG<sup>3</sup> tették. Sőt a lélegzőszerveknek a vérekből történő kialakulása egyre érthetőbbé válik, ha figyelembe vesszük azokat a nagy átalakulásokat, melyek a rovar szárazföldi életmódjával a lélegzőszerveken megindultak, és ha igazi jelentősége szerint értékeljük e két szervrendszer korrelatív és kompenzativ működését. Ebből kitűnik, hogy a rákok lélegzésében a vérekekkel telt külső kopoltyúfüggelékek szerepelnek, reájuk nézve tehát fölősegesek volnának a tracheák, a melyeknek helyében kitűnően fejlett vérrendszer juttatja el a levegőt a testnek valamennyi részébe. A rovaroknak rendes körülmények között már nincsenek külső lélegzőszervei, ennek megfelelően tehát vérrendszerük is visszafejlődött, de az érrendszert annál bonyolultabb trachearendszerrel pótolta a természet. Minthogy a tracheákra itt ugyanaz a feladat hárul, mint a rákoknál a vérekekre, biztosra vehető, hogy a rovarok belső lélegzőszervei rákszerű izeltlábúak véreireiből fejlődtek ki a repülő életmód következtében azáltal, hogy a külső lélegzőszervek visszafejlődésével a véretek egyre nagyobb mértékben váltak a lélegzés eszközévé.<sup>4</sup>

Mindezeknek figyelembevételével egyre élesebb körvonalokban bontakozik ki előttünk annak az őszeltlábúnak képe, melyben a rovarok első őseit keressük. Ezt a szervezetet e szerint átalakulás nélküli, szárnyatlan, egynemű izeltségű, lapított testű, amfibiotikus őszeltlábú képviselhette, melynek kevésbé differenciálódott rágószájzszervei, jól fejlett összetett szemei voltak, testét legalább 16—17 szelvény alkotta, mely azt bizonyos fokú

<sup>1</sup> v. ö. HANDLIRSCH, Funktionswechsel einiger Organe bei Arthropoden; Verh. zool.-boot. Ges. Wien, 57. köt., 153—158. lap.

<sup>2</sup> An endeavour to show that the tracheae of the Arthropoda arose from setiparous sacs; Zool. Jahrb. Morph., 5. köt., 1892.

<sup>3</sup> v. ö. SCHRÖDER, Handbuch der Entomologie, I. köt., 333. lap.

<sup>4</sup> Ezt a *Chironomus*-ok lárváin ma is látjuk, melyek vérekekkel átjárt kopoltyúkkal lélegzenek.

összegömbölyödére is készítette. Az ősovarnak valamennyi testszelvényén voltak ugyan végtagok, de közülök mégis csak a tor függelékei fejlődtek ki legjobban, noha ezek futásra még nem voltak alkalmasak s hatalmas csipőket viseltek, de a kérész-lárvák mintájára valódi karmoknélküli igen kezdetleges lábfejzben végződtek. Valamint ezek, úgy az ősovar potrohvégtagjai is valószínűleg hasadt lábak lehettek, a melyek a Trilobiták módjára kopoltyúfüggelékeket is viseltek (l. 19. rajz) és lélegzésre alkalmasak voltak. Azonkívül az ősovarnak valamennyi testszelvénye a pleurális oldallemezek kifejlődése következtében pajzsszerűen kiszélesedett s ezek közül kiváltképpen a közép- és utótor lemezei alakultak feltűnő nagyra, melyekből idők folyamán a szárnyak legelső kezdeményei is létrejöttek.

A most vázolt őstípushoz hasonló rovarok ma már nem élnek, de ha a testszelvények egyöntetű kifejlődését a szerveződés ősi sajátságának tekintjük, akkor föltehetjük, hogy a rovarvilág kibontakozása őscsótányszerű szervezetekkel indult meg. Valószínű, hogy a legrégebb csótányoknak szintén egyenmű (homonom) szelvényei voltak s ezt a sajátságot jelenleg élő ősbibb képviselőik is megőrizték. A legősibb csótányok azonban valószínűleg kétéltű (amfibiotikus) rovarok voltak, ezekből csak a szárazföldi életmód kifejlődésével alakult ki a természetek és fülbemászók csoportja. Az ősovarok egy másik része azonban mai napig sem hagyott fel kétéltű életmódjával s ilyenekből fejlődött ki a Palaeodictyopterák, az Egyenesszárnyúak (Orthoptera), a Kérészek (Ephemera), az álkérészek (Perlida), szitakötők (Odonata) és részben a Reczésszárnyúak (Neuroptera) rendje.

\* \* \*

Körülbelül ennyit mondhatunk eddig az ősvilági rovarok életéről. Bármennyire föltevészerűnek lássanak is következtetéseink, bizonyos megdönthetetlen igazságokat mégis rejtegetnek magukban s ezeket a ma élő ősovarok életének főbb mozzanataiból fűztük össze. Mai tudásunk még nem elég ahhoz, hogy belőlük az ősvilági rovarok életét a maga teljességében megismerjük, de néhány érdekes életjelenség fölismerése is megteremti azt az alapot, a melyen majd a rovar palaeobiológia alapvető igazságai fölépülnek. A rovarok palaeobiológiája ma még csak gyermekkorát éli; de hisszük, hogy száz év múlva arról a magaslatról fog letekinteni, melyre a biológia többi ágai a mai napig emelkedtek.

*Dr. Pongrácz Sándor.*



## A gánóczi „Hradek“ végveszedelme.

Egyik előkelő osztrák folyóiratban WOLFERT tollából olvashattunk nemrégiben egy cikket,<sup>1</sup> a melyben osztrák védett területet óhajt létesíteni tulajdonképpen magyar területen a Morva mentén Magyarfalva mellett, mivel a Morva alsó-ausztriai és magyar partjainak szabályozása a part mentén húzódó mocsári növényzetet kipszttítással fenyegeti. És osztrák szaktársaink lelkes fáradozása, felírása és küldöttségjárása a Morvát szabályozó bizottsághoz és a többi irányadó tényezőhöz meghozza bizonyosan a kívánt eredményt.



1. kép. A gánóczi „Hradek“ vagy „Kesselberg“ az 1880-as években. SPÖTTL IGNÁCZ akvarellképe után. (Eredeti je a felkai „Tátra Múzeum“ tulajdona.)

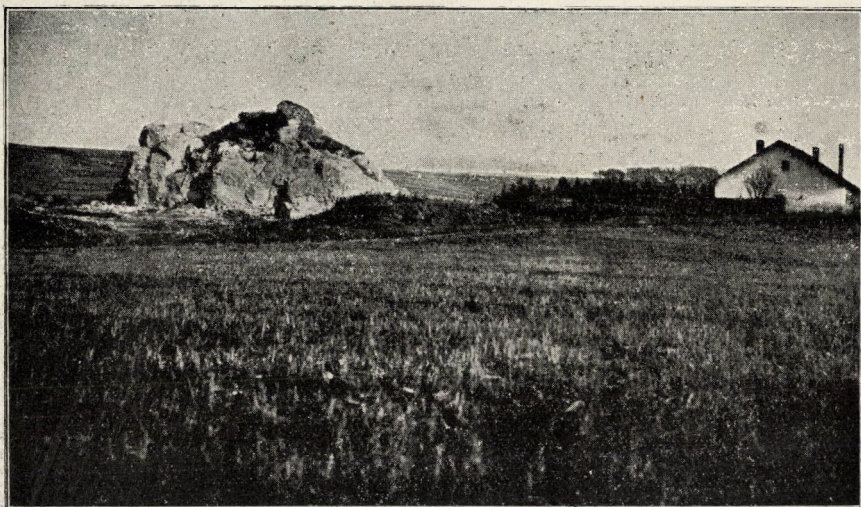
E cikk élénk emlékemben volt, a mikor 1915. november elején fölkerestem a szepesmegyei hírneves gánóczi „Hradek“-et. Elképedtem, látva mily rohamosan lefogyott az utolsó évek szorgalmas kőfejtése következtében. Ugyanis folyton fejtik itt a mésztufát, mert igen jó épület-, lépcső-, határkő stb. faragható belőle. Most a világháború kitolta a fölötte megszólaló lélekarhang utolsó csendülése elhangzását.

<sup>1</sup> ANTON WOLFERT, Zur Vegetationsform der Ufer, Sümpfe und Wässer der niederösterreich-ungarischen March (mit Taf. II); Verh. der k. k. zool.-botanischen Gesellschaft in Wien, LXV, 1915, 47—69. lap.



Az 1880-as években SPÖTTL IGNÁCZ festette kép még teljesnek, kerek egésznek tünteti föl a „Hradek“-et,<sup>1</sup> a melyet közepén, a forrás krátere helyén levő bemélyedéséről: „Kesselberg“ jellemző néven is ismernek (1. kép). Ma pedig már csak annyi van belőle, a mennyit 2. képünkön látunk, t. i. a kráter és közvetetlen környéke.

A Gánóczi és Filefalu (Filicz) közt fekvő „Hradek“-re vagy „Kesselberg“-re a szakkörök figyelmét SCHERFEL VILMOS AURÉL<sup>2</sup> terelte volt egyik cikkében,<sup>3</sup> közölve az általa gyűjtött néhány lenyomatnak DR. BÁRÓ von ETTINGHAUSEN CONSTANTIN akkori gráci professzornak meghatározása eredményét. SCHERFEL V. A. többek közt ezeket írja: „Egy új, igen érdekes levélalak



2. kép. A gánóczi „Hradek“ kőfejtésre használt, növényi lenyomatokban és állati csontmaradványokban igen gazdag mésztufa-dombjának maradványa. A szerző fotografiai fölvétele (1915. november).

kivételével, melynek meghatározása még eddig nincs befejezve, igen tanulságos lenyomatok találtak következő növények leveleiről: *Rhamus Frangula*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus pedunculata*; *Corylus*-ról és pedig valószínűleg

<sup>1</sup> Reprodukciója legelőször † DR. GREISGER MIHÁLY cikkében jelent meg „A magyar orvosok és természetvizsgálók 1905. augusztus 27–30.-ig tartott XXXIII. vándorgyűlésének történeti vázlata és munkálatai“-ban, Budapest, 1906, 227. lap.

<sup>2</sup> Életrajzát lásd a Természetudományi Közlöny XXXVII. Pótfüzetében, a 49–63. lapon DR. BORBÁS VINCZÉ-től.

<sup>3</sup> A gánóczi fürdő és ártézi hévforrások vegyi viszonyai; A Magyarországi Kárpát-Egyesület évkönyve, VIII. évf., 1881, Késmárk, 181–200 lap.



az *Avellana*-fajról; *Carpinus*-ról; azonkívül az erdei fenyő tűs levelei s sok másféle.<sup>1</sup> A nagy érdemeket szerzett és ezelőtt 12 évvel elhunyt kiváló szakemberünk: DR. STAUB MÓRICZ<sup>2</sup> tanulmányozta először behatóbban a gánóczi „Hradek“ fosszilis flóráját<sup>3</sup> az 1885, 1886 és 1888-ban tett helyszíni gyűjtései alapján.

A 90-es évek óta tartó kutatása alapján az eddigi adatok kritikai felhasználásával írta meg DR. PAX F. boroszlói egyetemi tanár, a kiváló botanikus, egyik igen becses cikkében a „Hradek“ fosszilis flóráját.<sup>4</sup>

Az említett kutatók leletei alapján a FRANCÉ R. meghatározta,<sup>5</sup> a STAUB gyűjtötte alsóbbrendű zöld moszatokat (*Chlorophyceae*) és Kova-moszatokat (*Diatomeae*), valamint a PAX gyűjtötte és meghatározta. Hasadó-növényeket (*Schizophyceae*) és Diatomákat<sup>6</sup> figyelmen kívül hagyva, a következő virágos növények különböző részeinek, de főleg leveleinek lenyomata<sup>7</sup> került elő a gánóczi „Hradek“ tufarétegeiből: *lúczfenyő* (*Picea excelsa*), *erdeifenyő* (*Pinus silvestris*), *fű- és sás-maradvány*, *kecskefűz* (*Salix Caprea*), *hamvas fűz* (*S. cinerea*), *dárdás fűz* (*S. hastata*), *serevény fűz* (*S. repens*), *?rezgő nyárfa* (*Populus tremula*), *kocsányos tölgy* (*Quercus pedunculata*), *kocsánytalan tölgy* (*Quercus sessiliflora*), *mogyoró* (*Corylus Avellana*), *gyertyán* (*Carpinus Betulus*), *mézgás éger* (*Alnus glutinosa*), *bibircses nyír* (*Betula verrucosa*), *fehér nyír* (*Betula pubescens*), *hévízi tündérrózsa*

<sup>1</sup> SCHERFEL, id. helyen, 197. (ill. 219.) lap.

<sup>2</sup> Emlékbeszédek DR. STAUB MÓRICZ-ról: DR. BERNÁTSKY J.-től Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., XXII, 1904, (60—68.); PÁLYI S., Orsz. Középisk. Tanáregy. Közl., XXXVII, 1904, 585—587. lap; DR. BADICS F., A m. kir. tanárképző int. gyakorló-főgimn. értesítője az 1903/1904. isk. évről, 1—12. lap; DR. KOCH A., Földt. Közl., XXXV, 1905, 61—76. és 127—139. lap; DR. TUZSON J., Növényt. Közl., V, 1906, 39—45. lap; DR. MÁGOCSY-DIETZ, A M. Tud. Akad. elhunyt tagjai fölött tartott Emlékbeszédek, XIII. köt., 3. szám, 1906, 1. (61.)—44. (104.) lap.

<sup>3</sup> DR. STAUB MÓRICZ, A gánóczi mésztufalerekódás flórája; Földtani Közlöny, XXIII, 1893, 162. (110.)—197. (145.) lap.

M. STAUB, Die Flora des Kalktuffes von Gánócz; Suppl. zum Földtani Közlöny, XXXIII, 1893, 219. (53.)—254. (88.) lap.

<sup>4</sup> F. PAX, Die fossile Flora von Gánócz bei Poprád; Beiblatt zu den „Növénytani Közlemények“ IV, 1905, (19.) — (59.) lap. — Fossile Flora aus der Hohen Tátra; 83. Jahresh. Schles. Gesellsch. Breslau, 1905, Zool.-botan. Sekt., 19.

<sup>5</sup> FRANCÉ REZSŐ, A gánóczi mésztufában talált Confervitesek mikroszkópos vizsgálata (egy táblával és 1 szövegekőzti ábrával); Földt. Közl. XXIII, 1893, 4. (4.)—13. (13.) lap.

RUDOLF FRANZÉ Die mikroskopische Untersuchung der „Conferviten“ aus dem Kalktuffe von Gánócz (Mit 1 Taf.); Suppl. zum Földt. Közl., XXII, 1893, 71, (1.)—78. (8.) lap.

<sup>6</sup> Felsorolását lásd PAX cikkében a Növ. Közl., IV, 1905, (24.) — (25.) lapon.

<sup>7</sup> v. ö. PAX cikkével a Növ. Közl., IV, 1905, (29.) lap; F. PAX, Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. Leipzig, II. köt., 1908, 37. lap.

(*Nymphaea Lotus*),<sup>1</sup> *hegyi juhar* (*Acer Pseudoplatanus*),<sup>2</sup> *kutya benge* (*Rhamnus Frangula*), *gánóczi benge* (*Rhamnus ganocensis PAX*), *?nagylevelű hárs* (*Tilia platyphylla*), *veres som* (*Cornus mas*), *hamvas áfonya* (*Vaccinium uliginosum*), *körösfa* (*Fraxinus excelsior*), *fagyal* (*Ligustrum vulgare*), *keserű vidrafű* (*Menyanthes trifoliata*).

A felsorolt adatok közül legfeltűnőbb a hévízi tündérrózsa virágnyelének 2 cm átmérőjű, megkövült darabkájának megtalálása.<sup>3</sup> Ez a lelet azért volna igen nagy fontosságú, mert a Nagyvárad mellett levő Pecze hévízeiben élő hévízi tündérrózsa eredetét rögtön megtudnók magyarázni. A következőkből kiderül, miért fejezzük ki magunkat ily kételkedve.

A botanikusok egy része ugyanis a hévízi tündérrózsát régmúlt idők-ből ránk maradt növényfajnak, harmadkori maradéknak tartja, így †KERNER A.,<sup>4</sup> ENGLER A.,<sup>5</sup> †SIMONKAI L.,<sup>6</sup> †STAUB M.<sup>7</sup>; mások felfogása szerint azonban (DR. BORBÁS V.,<sup>8</sup> DR. RICHTER A.,<sup>9</sup> DR. G. A. SCHWEINFURTH) valami vándormadár<sup>10</sup> hurczolta volna be hozzánk magvát a csűdjére tapadt nilusi iszappal együtt. A KERNER-STAUB-féle kikristályosodott<sup>11</sup> felfogás helyes-sége rendkívül fontos bizonyítékot nyert a *Melanopsis*-csigák elterjedésének tisztázásával, BRUSINA SP.<sup>12</sup> hírneves conchiológus műve alapján. Különösen

<sup>1</sup> A nevezéstan szabályai szerint a meghonosodott: „*Nymphaea*“ *Lotus* helyett „*Castalia*“ *Lotus* használandó.

<sup>2</sup> Egy ilyen levéllenomatról STAUB, a melynek fotografiáját is közölte (Földt. Közl., XXIII, 169. lap.) volt, nem tudta eldönteni, hogy *Vitis* vagy *Acer*?

<sup>3</sup> v. ö. PAX, Növ. Közl., IV, 1905, (33—35.) lap.

<sup>4</sup> KERNER, Az Osztrák-Magyar Monarchia növényvilága. Különlenyomat az Osztrák-Magyar Monarchia írásban és képből bevezető kötetének 6., 7. és 8. füzetéből (fordította KANITZ ÁGOST), 1886, 251—252. lap.

<sup>5</sup> ENGLER A., Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt etc., I. köt., Leipzig, 1879, 186. lap.

<sup>6</sup> DR. SIMONKAI L., Nagyváradnak és vidékének növényvilága, 1890, 96. lap.

<sup>7</sup> DR. STAUB M., A tavi rózsák multja és jelene; A magyar orv. és term. vizsgálók 1890. aug. 16—20-ig Nagyváradon tartott XXV. vándorgyűl. tört. vázl. és munkálatai, 1891, 446—454. lap. — Die Gegenwart und die Vergangenheit der Seerosen; ENGLERS Botan. Jahrb., Nr. 31, Beibl., XIV, 1891, 1—13. lap.

<sup>8</sup> DR. BORBÁS V., A hévízi tündérrózsa keletkezésének analógonja; Pótfüzetek a Term.-tud. Közlönyhöz, 1894, XXIX—XXX. Pótf., 151. lap. — A Balaton flórája; A Balaton tudom. tanulmányozásának eredményei, II. köt., 1900, 86—87. lap.

<sup>9</sup> DR. RICHTER A., A nilusi tündérrózsa, vagy ál-lótusz a magyar flórában; Természettudományi Füzetek, XX, 1897, 219. lap.

<sup>10</sup> „SCHWEINFURTH főleg a pelikánt gyanúsítja.“ V. ö. DR. RICHTER, id. helyen, 219, sub adn. 5.

<sup>11</sup> STAUB M., Új bizonyíték a *Nymphaea Lotus* L. magyar honossága mellett; Növényt. Közl., II, 1903, 1—8. lap.

<sup>12</sup> BRUSINA S., Eine subtropische Oase in Ungarn; Mitth. d. Naturw. Ver. für Steiermark, 1902, 101—121. lap.



bold. STAUB<sup>1</sup> palaeofitológiai fejtegetése meggyőző a hévvízi tündérrózsa őshonossága mellett, a hol arra a nevezetes tényre is rámutatott, hogy a nagyváradi hévvízi tündérrózsa társaságában egy apró csiga a *Melanopsis Pareysii* PHIL. él, a mely a Nilusban is együtt található az ál-lótusz-szal. E *Melanopsis* csigákkal először BRUSINA SP. foglalkozott, majd igen behatóan DR. KORMOS TIVADAR.<sup>2</sup> Ezekből a vizsgálatokból az tűnt ki, hogy a kihalt fajoknak síma csigaháza (pl. *M. Staubii* BRUS.) volt, ezeket felváltották a most is élő bordázott csigaházás alakok. Azonban mindenféle átmenetek vannak, a melyek a legrégebb alakokat (*M. Hazayi* KORMOS) összekötik a most is élőkkel. Joggal mondja DR TÓTH M. egyik cikkében<sup>3</sup> BRUSINA szavait is idézve „egy a harmadkorszakból ideszakadt „subtropicus oasis“-nak utolsó „mohikánjai“-nak e nevezetes csigákat (id. helyen, 38. lap).

Ezek után érthető, miért vert föl olyan nagy port PAX lelete a botanikusok körében. PAX meghatározásának helyességét DR. TUZSON J. mindjárt kifogásolta<sup>4</sup> s légföljebb annyit tart megengedhetőnek: „hogy talán valamely *Nymphaea* virágkocsánya lehetett,“<sup>5</sup> és mivel PAX-hoz intézett kérése, a melyben e nagyon fontos leletet tudományos vizsgálatra kikölcsonzésre kérte volt, nem talált meghallgatásra,<sup>6</sup> a meghatározás helyes vagy helytelen volta véglegesen nem tisztázható. TUZSON elképzelhetetlennek tartja, hogy a mikor például még az erdei fenyű tobozainak is csak a lenyomata, reliefje marad vissza, oly zsenge növényi rész, a minő bármely tündérrózsának virágnyele, meghatározásra is alkalmas módon kövült volna meg.<sup>7</sup> Egyáltalán — mondja TUZSON — nagyon is kétséges már az egymaga, hogy olyan nagy mésztartalmú vízben, — a minők a gánóczi hévvizek voltak, (s a minők a ma is meglevők) — megélhettek-e a tündérrózsák.<sup>8</sup> Magam is a vékonyabb ágaknak csak az üres helyét láttam a mésztufában; a visszamaradt csőalakú üreg átmérőjüket mutatja csupán. Megkövesedett állapotban csakis

<sup>1</sup> STAUB M., A magyar orv. és term. vizsg. vándorgy. munk., 1891, 446—454. lap.

<sup>2</sup> DR. KORMOS T., Földt. Közl., XXXIII, 1903, 451—462. lap. XXXV, 1905, 375—402. lap.; Állattani Közl., III, 1904, 102—111. lap.

<sup>3</sup> DR. TÓTH MIHÁLY, A nagyváradi Püspökfürdő „Lotusz“ virága és hévvízi csigái; Orsz. Középisk. Tanáregy. Közl., XLIV, 1910, 30—38. lap.

<sup>4</sup> DR. TUZSON J., Növ. Közl., IV, 1905, 121. lap.

<sup>5</sup> DR. TUZSON J., A balatoni fosszilis fák monografiája; A Balaton tudom. tanulm. eredm., I. köt., I. részének palaeont. függeléke, 1906, 7. lap.

<sup>6</sup> DR. TUZSON, Morphologie und syst. Gliederung von *Nymphaea Lotus*; Math. und. Naturwiss. Berichte aus Ungarn, XXV, 1909, 305. lap.

<sup>7</sup> TUZSON J., A *Nymphaea Lotus*-csoport morfológiája és rendszertani tagolódása; Math. és term.-tud. Értesítő, XXV. köt., 1907, 33. lap.

<sup>8</sup> TUZSON, Math. u. Naturwiss. Ber. aus Ungarn, XXV, 1909, 305. lap.

tölgyfa-darabok, -czölöpészletek és -széndarabkák lehettek, miként †DR. GREISIGER M. említi.<sup>1</sup>

PAX mindazon adatok alapján, a melyek eddig felszínre kerültek a gánóczi „Hradek“ fosszilis flórájából, igen érdekes következtetéseket vont le. Mindenekelőtt azt, hogy flórája a legeltérőbb formációhoz tartozó, legkülönbözőbb fajokból került ki, s e flóratagoknak meleg szükséglete és talajigénye nagyon is különböző volt.

Gánóc környékének mai flórája egészen más jellegű, mint a minő volt a tufalakerodás idejében. A régi időkben éltek e vidéken olyan fajok, melyek ma már nem találhatóak, kihaltak. A fosszilis flórát alkotó fajok három csoportba összesíthetők szerinte: 1. Gánóc mellett most már nem, de a Szepesség dombjain még — habár ritkán — növény fajokra (kocsányos és kocsánytalan tölgy); 2. Gánóc mellett ezelőtt növény, de ma már onnét eltűnt fajok csoportjára [az egyik *a*) csoportjára nézve a mai éghajlat túlmeleg és túlszáraz (*Salix hastata*, *Vaccinium uliginosum*), ezért felhúzódott a hegységbe; a másik *b*) csoportjára pedig túlhideg (*Fraxinus excelsior*, *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*), ezért levándoroltak a dombvidékre, úgy, hogy a Magas-Tátrában nem is lehettek meg]; végül 3. teljesen kihalt fajok csoportjára (*Rhamnus ganocensis* PAX). Ebből PAX azt következteti, hogy Gánóc fosszilis növényei nem tartozhatnak egyetlenegy periodushoz.

Az egyes tufa-részleteken és darabokban a növényeknek egymás mellett lévő lenyomata alapján a következő négy flóra-módozat különböztethető meg: 1. tölgy-, 2. nyír és erdeifenyő-, 3. tölgy és nyír-, 4. törpefűz flórája. A sorrend a következő: A legalsó tufarétegekben található a törpefűzflóra tagjai, fölötté a nyír-erdeifenyőflóra, e fölött a tölgy-nyírflóra és csak aztán következnek a tölgyflóra tagjai. A legfelső rétegek már a lúczfenyő (*Abies excelsa*)-flórába esnek. S minthogy ezen flórákat alkotó növényeknek (az éghajlat- és vízszükségletet illető) igényei lényegesen eltérők, e flórák változásából jelentős éghajlati változások<sup>2</sup> olvashatók ki (vagyis a következő sorrendben jelentek meg itt a következő fontosabb fák: nyír, vele egyidejűleg vagy valamivel később az erdei fenyő; aztán jelent meg a tölgy s végül a lúczfenyő. A Kárpátok flórájára most oly jellemző bükkfa nyomát a gánóczi tufában nem lehet kimutatni, tehát a bükk a fiatalabb időkben vándorolt be.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DR. GREISIGER MIHÁLY, A gánóczi „Hradek“ czölöpépítményeiről; „Szepesi Orvos-Gyógyyszerész Egylet“ 1906. évkönyve, Késmárk, 1907, 3—4. lap.

<sup>2</sup> PAX cikke [Növ. Közl., IV., 1905., (19)—(59)] megjelenése és még előterjesztése [1905. okt. 11. (CXIV.) növénynt. szakosztályi ülés] előtt az 1905. aug. 28.-án Szegeden tartott vándorgyűlésen néhai DR. GREISIGER MIHÁLY szepesbéalai orvos már szintén megemlíti ezt a nevezetes tényt: „A „Hradek“ tehát nemcsak a diluviális ember hű kultúrtörténete, hanem egyszersmind ezen korszak hűen följegyzett állatok és növények enumerációja és herbariuma. Sőt a meteorológus is hasznát veheti,

<sup>3</sup> PAX, Grundz., II. köt., 1908, 39. lap.



A gánóczi fosszilis flóra korát PAX a diluviumra, vagy a jelen korra teszi.

Mindezekből élénken kitűnik a gánóczi „Hradek“ nagy jelentősége s bizonyítja már az eddigi eredmény is, mily fontos volna ott még tovább kutatni. Azonban kétséges, hogy ezekben a tudományos kérdésekben döntő bizonyítékokat szolgáltató helyen lesz-e még sokáig mód és alkalom a kutatásra? Már maga PAX professzor is szinte elbúcsúztatta a gánóczi „Hradek“-et következő soraiban: „Jelenleg már talán az ottani kőfejtésnek teljesen áldozatul is esett; a legszebb lelőhelyeket már néhány évvel előbb megsemmisítették.“<sup>1</sup>

A szegedi vándorgyűlésen elhangzott előadásában néhai DR. GREISIGER MIHÁLY zárószavakként azt mondja: „Előadásom voltaképpen célja nem is más, minthogy felhívjam az érdeklődő köröket, különösen a magas kormány figyelmét, hogy tegyen lépéseket a kultúra örök emlékének érdekében és mentse meg ezt az interglaciális és glaciális korba visszanyúló ősemberi emléket a jövő számára.“

A gánóczi „Hradek“-et annak idején Szepes vármegye fölvette a természeti emlékek közé,<sup>2</sup> azonban ez is éppen úgy, akárcsak az egész hazai természeti emlékek, ritkaságok megóvása, hazai természetvédelmünk vajudó félben van. Mindazok a szép tervek,<sup>3</sup> a melyek ebben a tekintetben fölmerültek, valóra még nem váltak. Társulatunk állattani és növénytani szakosztályaiban már sokszor meghányták-vetették a természeti ritkaságok védelmének és gondozásának ügyét. DR. DÉCHY MÓR-nak, a kiváló Kaukázus-kutatónak, néhány évvel ezelőtt megjelent s a magyar Nemzeti Park mentől előbb való létesítését sürgető cikke<sup>4</sup> még élénk emlékezetünkben van. Jóakarásban, jó tanácsadásban<sup>5</sup> tehát nincs hiány, csak a tett hiányzik!

A gánóczi „Hradek“ fölött erősen tombol a végpusztítás romboló fellege s ha valamire ráillik, úgy itt ez esetben — és mert, vészharang kondítása módjára hatni kívánó soraink egész bizonyosan nem fogják elhárítani a végveszedelmet — kétségbeesve és teljesen reménytelenül mondhatjuk el, hogy: in summo periculo res nostrae sunt! *Györffy István* (Kolozsvár).

mert pontosabban még mai napon sem jegyezheti föl valaki az éghajlat változásait.“ V. ö. † Dr. GREISIGER M., Tátravidéki palaeolithikus kultúrrétegekről; Magy. orv. term. vizsg. vándorgy. munkálatai, XXXIII, 1905. aug. 27—30.-i szegedi vándorgy., Bpest, 1906, 231. lap.

<sup>1</sup> PAX F., Grundz., II, 1908, 36. lap.

<sup>2</sup> Szepesvármegye Hivatalos Lapja, VIII. évf., Lócse, 1910. febr. 17., 7. sz., 47. l.

<sup>3</sup> KAÁN KÁROLY, A természetvédelem és a természeti emlékek fenntartásának kérdéséhez. Budapest, 1914, 1—33. lap. A m. kir. földművelésügyi miniszter kiadványa.

<sup>4</sup> DÉCHY MÓR, A természet védelme és a nemzeti parkok; Természettudományi Közöny, XLIV. köt., 1912, 81—99. lap.

<sup>5</sup> KAÁN KÁROLY, A természeti emlékek fenntartása. Budapest, 1909, 1—42. lap. A m. kir. földművelésügyi miniszter kiadványa, 1909, 10. szám.

## A két- és négy-vegyértékű nitrogén és a páros atómszámok törvénye.

Minden chemikus bizonyára élénken emlékszik még a nitrogéndioxidra, a nitrogén- és oxigénelemek legállandóbb vegyületére, talán nem is annyira ez utóbbi tulajdonsága, mint inkább a miatt, hogy ebben a gáznemű testben a rendesen három- és öt-vegyértékűnek ismert nitrogénnek olyan kombinációjával akadt dolgunk, mely a 25—30 év előtti időkben még az egyetlen kivétel volt a szabály alól, mert benne páros (két- vagy négy-) vegyértékű nitrogén-atómot kellett föltennünk. Azóta nagyot változott a chemia alapfogalmaiba vetett szilárd meggyőződésünk. Az elemek állandó vegyértékének fogalma szemlélatómost kezd halványulni, és homloktérbe nyomul mindinkább az a felfogás, hogy ez az alapvető fontosságú viszonzszám talán nem is annyira az elematómoknak különleges sajátja, mint inkább függvénye a különböző más elemekkel való különböző kombinációinak. A szerves világnak még nem is oly régen változatlanul hitt négy törzselemének vegyértékét is alaposan kikezdte már a kísérleti chemia haladása, olyannyira, hogy ma már számolnunk kell a háromvegyértékű szénnel, a négy-vegyértékű oxigénnel<sup>1</sup> és végül legújabbán a két- és négyvegyértékű nitrogénnel is. ilyenformán a szerves elemek közül csak a hidrogén vegyértékét nem érte még a haladás szele, de nem is érthette, mert ennek a legkönnyebb lég-nemű testnek kötőképesége fejezi ki éppen azt a bizonyos valamit, a mit ebben a tekintetben egységül, alapul elfogadtunk. A milyen könnyen illik bele egész chemiai gondolkozásunkba és felfogásunkba az a tény, hogy a nitrogén elem nemcsak három, hanem öt-vegyértékkel is szerepelhet (például a salétromsavban és annak összes származékaiban, a nitrovegyületekben három- vagy öt-vegyértékű nitrogént vehetünk föl tetszésünk szerint és vannak továbbá aminbázisok három-vegyértékű és ammóniumbázisok öt-vegyértékű nitrogénnel): éppen olyan idegenszerű nekünk még most is a két- és négy-vegyértékű nitrogénnek fogalma, mert a fentebb említett nitrogéndioxidot eddig mindig az egyetlen kivételnek szerettük tekinteni az általános szabály alól. Pedig a két-vegyértékű nitrogén ma már nem pusztá fogalom többé, hanem tény, a melynek máris gazdag tudományos irodalma van.

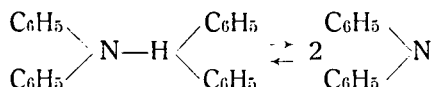
WIELAND<sup>2</sup> volt az első, a ki a müncheni egyetem chemiai laboratóriumában a hidrazin organikus substitucziós termékeiről végzett kutatásai közben a két-vegyértékű nitrogénnek első szerves képviselőjét, a nitrogén-oxidnak szerves analagonját, a „difenilnitrogén“-t néhány évvel ezelőtt fölfedezte. Korábbi kísérletei is nagyon valószínűvé tették már, hogy a

<sup>1</sup> V. ö. A négy-vegyértékű oxigén cz. közleményemmel (Természettudományi Közlöny, 1916, 294. lap).

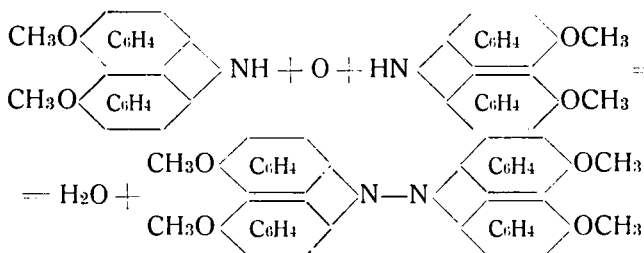
<sup>2</sup> Ber. d. chem. Ges., 1912, 2600. lap.



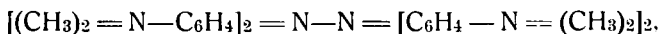
tetrafenilhidrazin éppen úgy disszociálhat két molekula színes difenilnitrogénre, akárcsak a hexafenilaethan a GOMBERG fölfedezte trifenilmethyl két molekulájára :



A disszociációra való hajlandóságot tetemesen fokozhatjuk azzal, ha a tetraarilhidrazin aromás maradékaiba pozitív, azaz alkylgyököket hozunk be. E szerint a tetra-p-anizilhidrazin a disszociáció sokkal nagyobb fokát mutatja, mint a tetrafenil-vegyület. Ez a hidrazin-származék könnyen előállítható a di-p-anizilaminból, ha ezt a szekundér bázist éteres oldatban kellő óvatossággal ólomsuperoxidral oxidáljuk ezen egyenlet szerint :



A vegyület disszociációját külsőleg legszebben benzolos oldatban figyelhetjük meg. A fehér kristályokat alkotó hidrazin ezen oldószerben hidegen halványzöld színnel oldódik; ha ezt az oldatot óvatosan melegítjük, csakhamar sötét haragos zöld színt ölt, kihűléskor azonban a hideg oldat eredeti halvány zöld árnyalatát kapja vissza. Ez a színváltozás tetszés szerint megismételhető és külső jele és mértéke mintegy az anyag disszociációjának. Az oldat zöld színét minden bizonynyal a fölötté bomlékony „dianizilnitrogén“  $\text{N} = (\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OCH}_3)_2$  vegyület okozza, melynek jelenléte mellett még chemiai okok és analógiák is szólnak. Mint minden nehezen megállapítható disszociáció esetében, itt is célravezetőnek bizonyult a PICCARD-féle kolorimetriás próba.<sup>1</sup> A higabb, benzolos oldatok zöld színe aránylag sokkal élénkebb, mint a töményebbeké. a mi szintén a disszociáció mellett bizonyít. A substituált tetra-arylhidrazinek közül a behatóbban tanulmányozott tetra-[p-dimetilamino]-tetra-fenilhidrazin :<sup>2</sup>

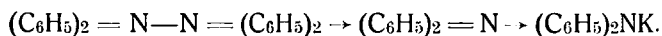


a mely a megfelelő szekundér bázisnak, a di-p-dimetilaminofenilaminnak óvatos oxidációja segítségével állítható elő és szilárd, kristályos alakban szintelen, ellenben éterben, acetoneban, benzolban erősen sárga színnel

<sup>1</sup> LIEBIG, Ann. Chem., 1913, 401. kötet, 233. lap.

<sup>2</sup> Ber. d. chem. Ges., 1015, 1078. lap.

és oly messzemenő bomlás közben oldódik, hogy a disszocziáció foka krioszópikus molekula-súlymeghatározással megállapítható és ellenőrizhető. Így azt találjuk, hogy az éppen megszilárduló (megfagyó) 0.5—1%-os benzolos oldatban az oldott anyagnak körülbelül 10%-a van jelen  $[(\text{CH}_3)_2 = \text{N} - \text{C}_6\text{H}_4]_2 = \text{N}$ , a di-p-dimetilaminofenilnitrogén szabad gyök alakjában, míg a nitrobenzol fagyáspontjánál 21 súly %-ot tartalmaz stb. A disszocziáció összes törvényszerűségei, pl. az oldószer természetétől és a hőfoktól való függés, a BEER-féle törvénytől való eltérés, az oldat hígításával a disszocziációs egyensúly beálltanak az aránylagos lassúsága, és egyéb tünetek is ezzel a hidrazinnel nagyon szépen mutathatók be, sőt erre a célra ez a vegyület egyenesen ajánlható is. Rendkívül érdekes ezen tetrazinnak kémiai magatartása is; a sok érdekes vonatkozás közül leginkább említésre méltónak tartom azt a körülményt, hogy az alig bázisos, de azért savak iránt föltötte érzékeny tetratolilhidrazinnel ellentétben, savakkal tökéletesen állandó és szintelen sókat alkot, a melyekben éppen a két hidrazinnitrogénatom van erősen egymáshoz kötve. A bázikus dimetilamidocsoportok által lehetővé vált sókeletkezés a vegyértékek vonzóerejét és a molekulában való elosztását annyira megváltoztatta, hogy a vegyületnek éppen legjellemzőbb tulajdonsága, a disszocziálásra való képessége teljességgel eltűnt. Különben is a hidrazinsorozatban majdnem teljesen ugyanazokat a szabályszerűségeket észlelhetjük, mint az arilaethan-csoportban. Mert valamint a pentafenilaethan még mutatja ugyan a hexafenilaethan disszocziációképességét, bár már csekélyebb mértékben, úgy WIELAND a trifenilhidrazin tanulmányozása alkalmával is azt tapasztalta, hogy ez a vegyület is olyan értelemben bomlik még, mint a tetrafenilhidrazin, de hajlamossága erre már jóval kisebb. Megfigyelései szerint a trihidrazin forr xilolos oldatban először difenilaminra és egy két-vegyértékű gyökre:  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{N} =$  hasad, utóbbi azonban azonnal, részben azobenzollá polymerizálódik, részben pedig a változatlan trifenilhidrazin molekulákkal szövevényes szerkezetű festékké egyesül. A trifenilmetilről tudjuk, hogy egy atom nátriummal vagy káliummal egyesülhet; a tetrafenil és a tetra-p-tolilhidrazin oldataiban lévő két-vegyértékű nitrogént tartalmazó bomlási termékek szintén vehetnek föl egy atom alkáli fémet és a jól ismert difenilamin-káliumot vagy annak analogonjait adják:

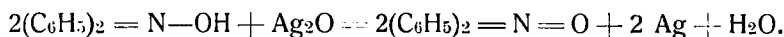


Ez a három-vegyértékű szénnel egyező viselkedés szépen illeszkedik bele abba az általános felfogásba, a mit eddigi tapasztalataink és kísérleti adataink alapján magunknak a két-vegyértékű nitrogénről alkothattunk.

A nitrogén-atom vegyértékére vonatkozó ismereteinkre nagyon fontos volt, hogy sikerült ezen elem négy-vegyértékűségének első és megcáfol-



hatatlan példáját egy egyszerű szerkezetű szerves vegyületben fölfedezni. Ez a vegyület a WIELAND<sup>1</sup> által két évvel ezelőtt előállított és ismertett, sötétpiros tűalakú kristályokban kristályosodó „difenilnitrogénoxid“, mely a nitrosobenzolból és fenilmagnéziumbromidból előállítható difenilhidroxilaminnak víztelen aetherben zérus fokon és víztelenített nátrium-szulfát jelenlétében száraz ezüstoxiddal való óvatos oxidációjakor keletkezik a következő egyenlet szerint:



A képlet helyességét az elemzés, a molekulasúly meghatározása és a difenilaminné való redukálhatóság minden kétséget kizáróan bizonyítja. A 62<sup>o</sup>-on bomlás közben olvadó vegyület szobahőmérsékleten, a levegőn és vakuumban egyaránt csak egy-két napig állandó; azután, vagy sokszor még előbb is, feketés tömeggé szarusodik el. Brómmal összehozva, azonnal elszíntelenedik és az ismeretes tetrabromdifenilaminné alakul át. Mint-hogy a difenilnitrogénoxid sötétvörös színe szinte megkívánja a nitrogéndioxid gőzének színével való összehasonlítást, erre vonatkozólag meg kell jegyezni, hogy a vegyület éteres oldatának élénk piros színe még —60<sup>o</sup>-on sem mutat még semmiféle halványulást, a mi arra vall, hogy a molekulák még ezen az alacsony hőfokon sem árulnak el polymerizációra való hajlandóságot, mert ez a tünet éppen úgy, mint a nitrogéndioxidnál, elszíntelenedéssel járna. A difenilnitrogénoxidnak mint jól jellemzett vegyületnek léte, a nitrogéndioxid számára is a négyvegyértékű nitrogént föltételező képletet:  $\text{O} = \text{N} = \text{O}$ , tolja homloktérbe, annál is inkább, mert ha ezt elfogadjuk, akkor ezt a vegyületet olyan nitrogéndioxidnak kellene tekintenünk, melynek egyik oxigén-atómját két aequivalens fenil-gyök helyettesíti; míg viszont a fentebb említett difenilnitrogén a nitrogénoxidból vezethető le hasonló substitúcióval.

A most említett néhány vegyületnek előállítása és beható tanulmányozása rendkívüli módon fejlesztette és a tökéletességnek eddig még soha nem látott fokára emelte a kémiai kísérletezés művészetét. Helyesebben szólva, ez utóbbinak magas színvonala tette egyáltalában csak lehetővé, hogy ilyen és ezekhez hasonló, rendkívül bomlékony szerves vegyületek a lehetőségek világából egyszerre az észlelhető valóság körébe léptek. A triarilmetilek, a diarilnitrogének, a fémketilek és hasonló anyagok előállítására irányult törekvésekhez olyan módszerekre és olyan készülékekre volt szükség, melyeknek segítségével a levegőnek, a vízgőznek és a széndioxidnak teljes kizárásával oldatokat és szuszpenziókat szűrni és töményíteni, rendkívül bomlékony és kényes csapadékokat kimosni és szárítani lehet. Most elmondhatjuk, hogy mind ezek az eljárások ma már aránylag egy-

<sup>1</sup> Ber. d. chem. Ges., 1914, 47. évf., 2111. lap.

szerű kísérleti műveletekké váltak. Végül még csak egy szempontra akarom a figyelmet e helyen felhívni, s ez az a hatás, a melyet a szerves chemiának e legújabb fölfedezései és vívmányai a páros atómszámok törvényére gyakoroltak.

Azt a fontos tény, hogy minden szerves vegyületben a páratlan vegyértékű elemek összege mindig okvetetlenül páros szám, a mi tudvalevőleg a szénatóm állandó négy-vegyértékűségén alapszik: még néhány évvel ezelőtt a chemikus nemcsak egyik legfőbb segédeszköznek tekintette a bonyolultabb szerves vegyületeknél a képletek helyességének megítélésénél, hanem olyan fontos és megdönthetetlen alapigazságnak is, a melyhez a legcsekélyebb kétely sem férközhetik. Kizárt dolog volt ugyanis, hogy vegyületek számára ilyen bruttóképletek lehetségesek legyenek, mint  $C_{19}H_{15}$  = trifenilmétill;  $C_{10}H_{10}N$  = difenilnitrogén stb.; azon egyszerű oknál fogva, mert két- vagy négy-vegyértékű szén és három- vagy öt-vegyértékű nitrogén föltevésével ellenkezésbe jutnánk a páros atómszámok törvényével. Ez az ellenmondás azonban csak látszólagos és megszűnik azonnal, ha tekintetbe vesszük, hogy a  $C_{19}H_{15}$  képletben az egyik szénatóm három-, azaz páratlan vegyértékű és mint ilyen hozzáadandó a hidrogén-atómok számához; a  $C_{10}H_{10}N$ -ben pedig a nitrogénatómot mint két-, azaz páros vegyértékű elemet kell számításba vennünk. Már ebből a néhány példából is kitűnik, hogy ezt a fontos és főleg a szerves chemiában eddig nagy becsben állott törvényt ezentúl már csak kellő óvatossággal lehet majd alkalmazni, mert a chemiai kutatás fejlődésével és haladásával karöltve, a három-vegyértékű szén és a két-, illetve négy-vegyértékű nitrogén származékainak egyre nagyobbodó térfoglalásával a kivételek száma is mindinkább szaporodni fog.

*Dr. N. Konek Frigyes.*

## A gyémánt ismerete és forgalma az ókori népeknél.<sup>1</sup>

A gyémánt, mely keménysége, állandósága, fénye és kiváló színszórása alapján az összes ékkövek fejedelme, már az ókori népek előtt sem volt ismeretlen. Az ógörög nyelvben mint „adamas“-t említik s ez a kifejezés először THEOPHRASTUS, peripatetikus filozófus és természettudós, Kr. e. 322 óta ARISTOTELES tanítványa és követője (megh Kr. e. 287), irataiban fordul elő. DIONYSIUS PERIEGETES (Kr. e. a

10. év körül) szintén tudott az adamasról. Fényét mindent túlragyogónak mondja, valamint följegyzí még azt is, hogy Indiában,<sup>2</sup> a folyók kavicsai között keresgélí.

Ugyanezt a nevet használta CAJUS PLINIUS (Kr. u. 23—79.) a Historia natura-

<sup>1</sup> A gyémántra vonatkozólag a Term.-tud. Közl. számos kötetében megjelent különböző közleményeken kívül lásd még különösen SCHMIDT SÁNDOR-nak A drágakövek cz. munkáját (Term.-tud. könyvkiadóvállalat, XLI. kötet, Budapest, 1890).

<sup>2</sup> Az ókorban egyedül Indiából ismerték a gyémántot, a hol e drágakövet a dekkáni plató keleti szélén részint ásással egy ópalaeozói, nem túlvastag, földes, kavicsos törmelékrétegből, részint pedig az ezen plátónak keleti irányban lesiető folyók alluviális kavicsmezőin mosás és válogatás útján termelték. S noha ez idő szerint már sejtjük, hogy az indiai gyémánt eredeti előfordulása valószínűleg pegmatitek teléreihez van kötve, mégis



lis-a XXXII. könyve (liber) 16. cikkelyében is. Művének ezen utolsó részében részletesen leírja az adamast s a következő hat féleségét különbözteti meg: az indiait, a melynek egészen mogorónagságú, víztiszta kristályai hasonlóak a hatlapú, „bipiramisos“ kvarczéihez, továbbá az arab gyémántot, mely az előbbinél valamivel kisebb szokott lenni. A többi halvány ezüstös színű és rendszeren apróbb, a melyeknek kristályai ugorkamag- vagy kölesszemmagyságú zárványként aranyban fordulnak elő, így a Kenchros, a maczedóniai és a cipruszszigeti féleségek, mely utóbbiaknak színe kissé a vörösrézére emlékeztet és végre a Sziderites, melynek fénye inkább a vaséhoz hasonlít és súlya a többiekénél nagyobb. Ez utóbbiak, teszi hozzá már maga PLINIUS, nem valódi gyémántok, a mennyiben kalapácscsal könnyen szét-törhetőek és kristályaik igaz gyémánttal minden nehézség nélkül átfúrhatók. Az igaz gyémánt ugyanis — folytatja PLINIUS — arról ismerhető meg, hogy állón kalapácscsal megdolgozva, inkább az üllő és a kalapács szétrepedését okozza, sem-hogy az ütéseknek engedne, a mi hamis gyémántok vizsgálatakor nem szokott bekövetkezni. Azonkívül ellentáll a tűznek is, a mennyiben más ásványos testektől eltérően, nem válik izzóvá. Ezekre a tulajdonságokra vonatkozik görög elnevezése: adamas „legyőzhetetlen“. Fölötte különös továbbá PLINIUS-nak az a följegyzése, hogy az adamas ezen állítólagos szívósságát a bakkecske friss meleg vére annyira csökkenti, hogy ezután már szét-törhető, habár még így is a kalapács és az üllő tetemes megrongálódása árán.

PLINIUS-nak az adamas rendkívüli el-

egészen a mai napig Indiának összes eddigi gyémántjait csakis az utóbb említett másod-, illetve harmadlagos torlatok szolgáltatták. Az indiai gyémánt előfordulása egészen a XVIII. századig egy-magában áll; termelése pedig elég vi-rágzó volt s termelésében csak akkor mutatkozott hanyatlás, a mikor 1728-ban a braziliai és még inkább, mikor 1867-ben a délafrikai gyémántmezőket fölfedezték.

lentállására vonatkozó följegyzése kétségtelenül túlzó, mesébe illő, annyival is inkább, mert néhány sorral tovább maga is mondja, hogy a kalapácsütésekre apró szilánkokra széttörik, a mi a gyémánt ridegségével és az oktaéderlapok szerinti kitünő hasadásával valóban összhangzás-ban is van.

A gyémánt szívósságára vonatkozó ki-jelentés tehát merőben túlzott, de a tűz-zel szemben való ellentállása sem veendő szó szerint, ámbár föltehető, hogy PLINIUS-nak ez a följegyzése teljes jóhiszemű-ségben gyökeredzik. Arról ugyanis, hogy a gyémánt karboniumból áll és a szabad levegőn (bőséges oxigén jelenlétében) hevítve elégethető, a nélkül, hogy e köz-ben megolvadna, PLINIUS-nak természetesen tudomása nem volt, a mennyiben ezt a magatartását csak sokkal később fe-dezték föl. Ma ugyan tudjuk, hogy a gyémánt meggyuladásának hőfoka 690—840 C° körül van, sőt hogy apró kris-tálykáit, vagy még inkább porszemec-skéit forrasztócső előtt platinalamezen iz-zítva, könnyen elégethetjük; ámde hogyha szénporral vesszük körül, akkor a gyé-mántot ma is elégethetetlennek ismerjük, a mennyiben ily körülmények közt tartó-sabb hevítésre pusztán csak megfeketedik, vagyis fokozatosan grafitá válik át. PLINIUS és az ókori kísérletezők álta-lában, minden rendszeresség nélkül a gyémántot alighanem pusztán csak rövid ideig az izzó szén parázstüzeiben iz-zították, s ilyenkor csak azt tapasztalhatták, hogy eltérően sok más ásványtól, meg nem olvad, hanem eredeti alakját megtartja. Elégettetése izzó szén között csakis kellő mennyiségű oxigén hozzájutása mellett, te-hát fujtatással volna lehetséges. PLINIUS-nál a gyémántnak tűzzel szemben való ellentállásán különben úgy látszik, inkább a megolvaszthatatlanságát kell értenünk. Úgyszintén érthetetlen, vagy legalább is homályos PLINIUS-nak a bakkecskevér használatára vonatkozó közlése, a mennyi-ben rendeltetését a gyémántok felapritá-sánál nem tudván megokolni, azt mint a gyémánt ellentállását legyőző fölfedezést,



mennyei ajándéknak tartja. De még a modern fordítók sem sejtik mirevalóságát.<sup>1</sup>

Nem tekintve azonban e dolog czéhbeli szertartásos és babonás ízét, mégis csak föl kell tennünk, hogy ezen bizonyára szokásban volt eljárásnak valami valós czélja is lehetett. Nem lehetetlen talán, hogy a feldarabolásra szánt drága gyémántszer körül megalvadó vér a felaprításakor származó szilánkjainak szét-pattogását és az ennek nyomában járó veszteségeket volt hivatva megakadályozni.

A szétütéssel kapott szilánkokat azután a kőmetszők a leggondosabban vasnyelekre foglalták, hogy így mint könnyen kezelhető és egyszerű kerek gepezetek segítségével gyorsan forgatható eszközt más kőfélék átfűrésére és vésésére használhassák. A gyémántfűrő ugyanis kedvelt, sőt nélkülözhetetlen szerszáma volt az ógörög vésnőköknek, a kik tudvalevőleg a glyptikához mesterileg értettek. A kövek metszésére, vésésére és az amulettek kifűrésére adamas-fűrőket használtak, ellenben csiszolásra és simításra inkább a naxosi smirgel-(korund-)porokat alkalmazták.<sup>2</sup> Azt, hogy milyen magas színvonalra emelkedett az ókoriaknál a kőmetszés művészete, eléggé bizonyítják az utólérhetetlen NAGY SÁNDOR korabeli, majd pedig később az AUGUSZTUS császárkori kameák.

De a hellének mint csiszolt lapú és erősen fény- és színező drágakövet is ismerték és viselték az adamast. Ebben a vonatkozásában azonban olyannyira ritkán tűnt fel e drágakő, hogy PLINIUS szerint sokáig csupán a királyok, de még ezek közül is csak kevesen bírhatták. Ez a körülmény teszi érthetővé rendkívüli nagy becsét az ókorban, a mely nemcsak a többi drágaköveket, hanem minden egyéb emberi vagyonét is felülmulta (ma-

ximum in rebus humanis, non solum inter gemmas, pretium habet adamas . . .), a miért a nép a gyémántékszeret nem minden irigység nélkül a „gazdagok gyönyörének (opum gaudium) nevezte.

Az igazi gyémánt fölismerésében nem tévesztette meg az ókoriakat az egyidejűleg forgalomban volt sok hamis gyémántkő sem, a melyet a vásárosok szintén adamasként felmagasztaltak. Ezek között, sokkal kisebb keménységű kövek voltak, melyeket a honi kőmetszők minden különösebb nehézség nélkül maguk is fel tudtak dolgozni, míg ellenben az igazi adamas megcsiszolásának módját vagy még nem ismerték, vagy ritkaságánál fogva nem gyakorolták. Pedig a gyémánt csak megcsiszolt állapotban szórja a fényt és a színt. A valódi gyémánt tudvalevőleg oly kemény, hogy mással, mint a saját porával nem csiszolható és ezzel a régi hellének aligha rendelkeztek. Ilyen csiszolópor előállítására ugyanis főleg a hazájában lehetséges, a hol a tisztátalan vagy kevésbé szép gyémántokat szokták erre a célra feláldozni és ekképpen jártak el az ókori indus termelők is, a mikor a folyók kavicsai közül előkerült nagyobb és szebb gyémántokat kicsiszolni akarták. Mindazonáltal még az indusok ebbeli ügyessége is merőben kezdetleges és nehézkes volt, a mennyiben a talált kövek többnyire csak természetnyújtotta lapjainak kisimítására szorítkoztak, a mint ezt a régi indiai származású briliánsok tökéletlen alakja eléggé igazolja.

Nagyon valószínű tehát, hogy az az aránylag kevés gyémántékkő, a mely a hellének és rómaiak birtokába jutott, a kereskedelem útján már készen került Európába.

Ily körülmények közt hihetőleg még PLINIUS-nak sem lehetett túlsokszor alkalmat valódi gyémántokat, kivált eredeti, természetes alakú kristályokat láthatni, mert ha ő a többé-kevésbé domborodott lapú oktaédert, rombtizenkettőt, a négy-szerhathuszonnyest vagy a már a gömböt megközeleítő negyvennyolczast kézbe kaphatta volna, semmi esetre sem irta volna

<sup>1</sup> LENZ H. O., Mineralogie der alten Griechen und Römer, Gotha, 1851, 164. lap, alul a jegyzetben).

<sup>2</sup> BLÜMER H., Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, Leipzig, 1884, III. köt., 279. lap.

le az adamas kristályformáját kettős hatlapú piramisnak, a melyek széles lapjaikkal (bázisaikkal) egymásfelé fordulva pörgettyűt utánozva illeszkednek egymáshoz. Ez ugyanis határozottan a kvarcz kristályformája („dihexaéder”), a melyet kevésbé gondos megfigyelők, talán a kereskedők egynémelyike szuggerálhatott PLINIUS-nak.

Az adamas kristályformájának ezen határozottan eltévesztett leírása, valamint a PLINIUS felsorolta többi gyémántféleségek kétes természete bírta DANA E. S. kiváló amerikai mineralógust arra, hogy „A system of Mineralogy“ című munkájának 1850-ben megjelent első kiadásában az „adamas“ gyémántvolta iránt bizalmatlanságának adjon kifejezést, mondván, hogy „ezt a nevet a régiek több oly ásványra alkalmazták, a melyek fizikai tulajdonságaikra nézve egymástól feltűnően különböznek. Ezek közé tartozott a kvarcz, a tükröző vasércz (hematit), a korund, valamint még egyéb, a közönségesnél nagyobb keménységű ásványos test, a mely azonban ásványfajilag ma már nem azonosítható“.

Habár DANA később ásványtanának 1893-i kiadásában előbbi véleményét enyhítette, megengedvén, hogy PLINIUS adamas-a részben gyémánt is lehetett, mégis akadtak még legújabbban is írók (például OSBORNE D., Engraved gems, 271. lap, New-York, 1912 és mások), a kik a régieknek a valódi gyémántra vonatkozó ismereteit kétségbe vonták. OSBORNE szerint az „adamas“ a korundnak egyik válfaját jelentette, még pedig valószínűleg azt, melyet mi ma fehér- vagy leukoszaffirnak nevezünk.

A kételkedőknek azonban nem lehet igazuk, mert — egyebet nem is tekintve — már csak az adamas-nak találoán jellemzett keménysége az a tulajdonság, mely föltétlenül gyémántvolta mellett bizonyít. PLINIUS ismeri az adamas rendkívüli keménységét, a melyet olyan nagyra jelez, hogy azt szavakban ki sem fejezhetni (quippe duritia est inenarabilis). Jórészt ezen felülmulthatatlan tulajdonsága

miatt is nevezték a hellének e követ „Adamas“-nak, vagyis legyőzhetetlennek. PLINIUS jól ismerte a gyémántszilánkoknak fúró alakjában való technikai használhatóságát, a melynek segítségével a többi még oly kemény ásványt (a kvarczféléket, korundot, hematitot, piritet stb.) vésni, vágni vagy könnyen átlukasztani lehetett. PLINIUS és kortársai jól tudták végre azt is, hogy a valódi adamason más test nem ejthet karczólást, ha csak nem a hasonmása. Az adamas keménységét annyira föllyenesnek találta PLINIUS a többi előtte ismeretes kemény kőfélék fölött, hogy bámulatteljesen inenarabilis-nek mondotta. És valóban, a közte és az utána következő korund keménysége között mutatkozó űrt ugyanolyan tátongónak ismerjük még ma is, mint a milyenek azt annak idején ő érezte. Azóta sem sikerült ezt az űrt sem természetesen, sem mesterséges anyagok közbeeső keménységével áthidalatni. Álljanak itt e viszonyok megvilágítása szempontjából BRAUNS R. (Das Mineralreich, Stuttgart, 1913, 48. lap) szerint a következő adatok:

Ha a korund keménységéből kiindulva, a korund keménységét 1000-nek vesszük, akkor a következő ásványok keménységei úgy viszonylanak egymáshoz, mint

Talk (zsírkő) ... ..	0·03
Gipsz ... ..	1·25
Kalczit ... ..	4·50
Fluorit ... ..	5·00
Apatit ... ..	6·50
Földpát ... ..	37·00
Kvarcz ... ..	120·00
Topáz ... ..	175·00
Korund ... ..	1000·00
Gyémánt ... ..	14000·00

Ebből a sorozatból kitűnik, hogy a korund csak a 8-szoros, ellenben a gyémánt 116·6-szoros viszonyzáma arányában keményebb a kvarcznál.

A PLINIUS-féle adamas valódi gyémántvoltaiban európai szakember nem is kételkedett, hanem Amerika felől jött az ellenkező állítás és ebből a szempontból nem érdektelen, hogy viszont legújabbban éppen egy amerikai szakiró szállott sikra PLINIUS igaza mellett.



A chicagói 1893-ban alapított Field-Museum of natural history néprajzi osztályának kuratora: LAUFER B. ugyanis „The diamond, a study in chinese and hellenistic folklore“ czímen (Chicago, 1915) terjedelmes tanulmányt tett közzé, a melyben folklorisztikus úton bizonyítja, hogy PLINIUS adamas-a más nem lehetett, mint csakis a mai gyémántunk. Előadja ugyanis, hogy az ókor klasszikus földjén kívül lakó népek fogalmai és szavai a valódi gyémántra vonatkozólag egyértelműek voltak a régi hellének idevágó ismereteivel. Bizonyításul felhossa először is az arab nyelvet, a melyben a gyémántot „almas“-nak hívták. Kétségtelennek vehető, hogy az értelmes arab kereskedők és ékszerészek épp oly jól tudták, hogy az ő idejökben forgalomban volt sokféle drágakő közül melyik az igazi gyémánt, mint hindu kollégáik, a kiktől kapták, valamint viszont azok a görög kereskedők és vésnökök is, a kiknek eladták. Jellemző, hogy az arab nyelvben e drágakő megjelölésére hangtanilag kissé átidomulva, a görög adamas szó nyert polgárjogot, bizonyára azért, mert főjelentőségében a görögöknél is a valódi gyémántra vonatkozott.

DR. KUNOS IGNÁ CZ, ismert turkologosunk kérésére még a következőket közölte velem: „az arab nyelvnek csak egy szava van a gyémántra: az elmas, a mely átvétel a görög adamas szóból. Az elmas egyébként a török nyelvbe is átment az arabból.“ Ebből látható, hogy az ő-arab almas-ból újabban az arab és török nyelvekben elmas lett, a mi lényegileg nem jelent különbséget.

LAUFER kimutatja továbbá több sinológussal szemben, hogy kínai nyelven, nevezetesen LI-SHI-CHEN tudós irataiban, valamint a régi kínai hagyományokban általában „kin-kang“ néven a gyémánt fúrót, mint kővéső eszközt, a „king-kang-pao“ néven ellenben a gyémánt ékkövet értették. A kínaiak már Kr. e. 277. évben följegyezték, hogy a nemes gyémántkő Indiából származik, de másrészt teljes határozottsággal fölismerték ugyanezt az anyagot azokban a gyémántfűrőkben is,

melyeket a hellén birodalomból karavánkereskedők juttattak el hozzájuk. A kínai följegyzések szerint tehát a gyémánt részint kicsiszolt, részint nyers állapotban megtette az utat Indiából Arábián keresztül a hellénekhez, a kiktől azután viszont fűrészköz alakjában Kínába jutott el, tehát ismét Ázsiába vissza. A gyémántnak ezen kereskedelmi vándorlása valóban megtörténtnek vehető, mert a kínai följegyzések pontosságához és megbízhatóságához szó nem férhet. Nagyon jól tudták továbbá a kínaiak, hogy a római birodalomban a gyémántot szintén fűrészközüll használják. Az ókori kínai kőmetsző és kővésnök örömmel fogadta e szerszámot, a melynek a kemény jadeből készülő művészi faragásainál jó hasznát vette.

A nyelvtörténeti kutatások alapján bizonyos, hogy a kínaiak már az ókor óta változatlanul egyformán king-kang-nak nevezték a gyémántot, sőt kimutatható az is, hogy ezt a jövevényt határozottan meg tudták különböztetni a korundtól, a mely, minthogy kínai földön több helyen előfordul, nem volt ismeretlen előttük.

LAUFER nyomozásaiból kitűnik, hogy az adamas-ról alkotott fogalom, mely messze kimagasló fizikai tulajdonságai, párját ritkító felhasználási módja, valamint rendkívül nagy vagyoni értékének összesítéséből keletkezett, az egész ókori világban egy és ugyanaz volt, valamint, hogy az zökkenés és módosítás nélkül minden újabbkori nép nyelvkincsébe is átment.

A hagyománynak ezen egyöntetősége, általánossága és folytonossága sokkal nyomatékosabb bizonyítéka az adamas, a king-kang és a gyémánt elnevezések azonossága mellett, mint némely írónak a PLINIUS-féle, a mai mineralógia kritikusabb világitása mellett kétségkívül fogyatékos, sőt bizonyos pontjaiban hibás leírás túlságos szigorúsággal való bírálata ennek ellenkezőjére.

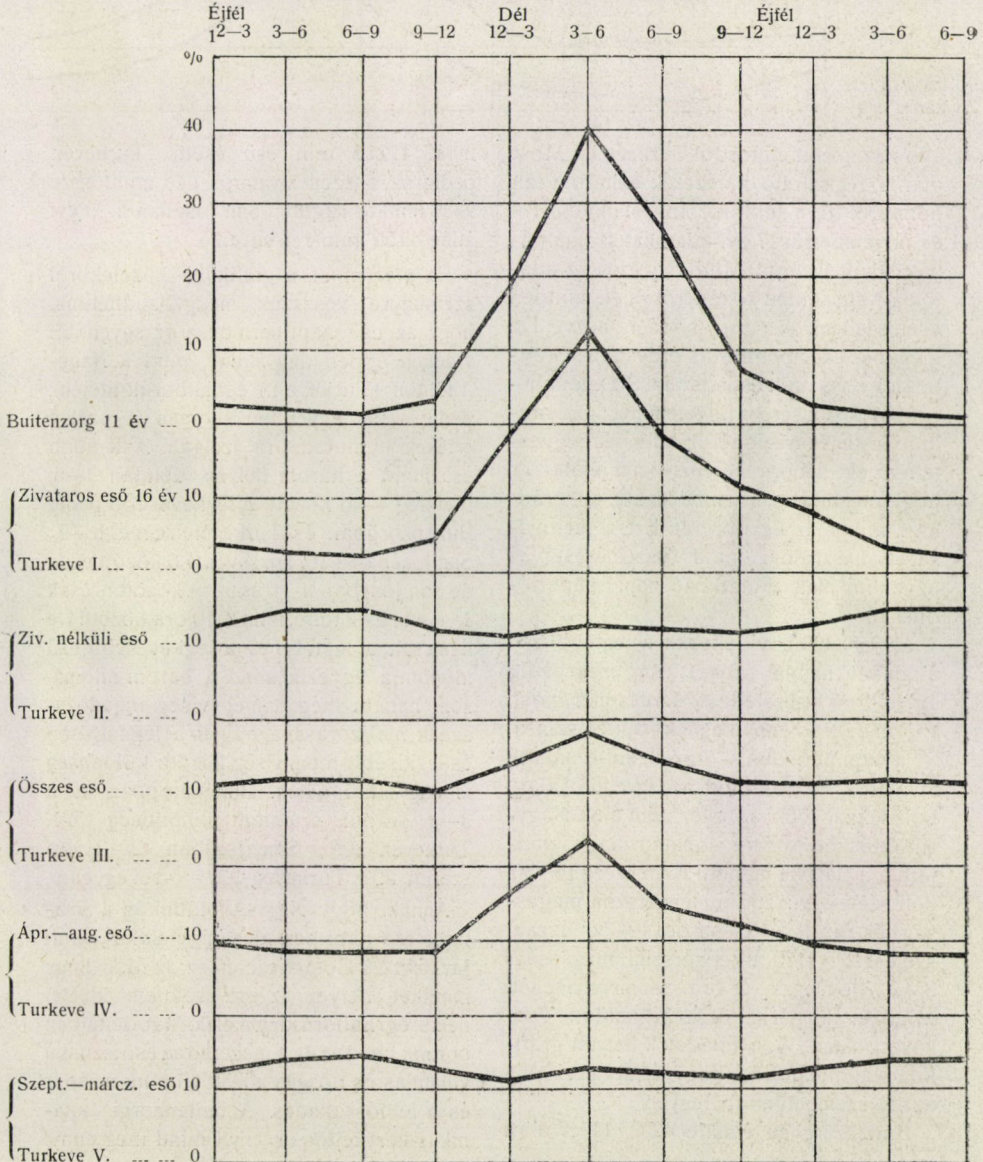
Végeredményben tehát folklorisztikus alapon is beigazoltnak vehető, hogy az ókori írók adamas-kifejezése ugyanazt jelentette, mint a mai gyémánt (diamant) szavunk. *Dr. Schafarik Ferencz.*

## Az eső óránkénti eloszlása a Nagy-Alföldön és az egyenlítő alatt.

Regisztráló esőmérők csak 1900 óta működnek hazánkban. Az 1900—1909 évi adatokat HÉJAS ENDRE (Az eső napi periódusa Magyarországon; Meteorológiai In-

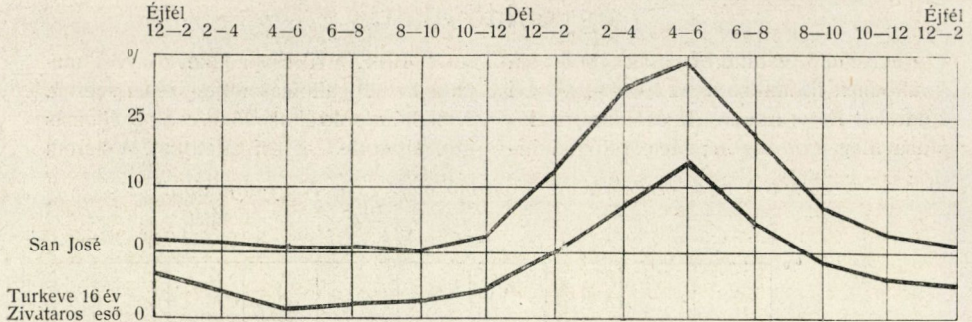
tézet 1911. évi csapadékönyve) mutatta be 16 állomás följegyzései szerint. A téli hónapokról azonban csak 3 állomás szolgáltatott 3—6 évi adatokat. A három

Az eső napi periódusa az egyenlítő alatt és a Nagy-Alföldön.





Az eső napi periódusa az egyenlítő alatt és a Nagy-Alföldön.



állomás között előfordul Turkeve is. Most már a regisztráló műszerek a három téli hónapról 10, a többiről 16, sőt októberről és novemberről 17 évi adatokat szolgáltatnak lakóhelyemről. Minthogy ezek az adatok a Nagy-Alföld közepéről valók, minden esetre jellemzők a nagy síkságra nézve. De még más szempontból is érdeklődést kelthetnek regisztrált esőadataim. Az égi háborút 1881 óta kísérem figyelemmel; az óránkénti esőmennyiségnél mindig oda jegyeztem az égi háború meteorológiai jelét (☄), hogy megtudjam, mennyi eső esett óránként, mikor az ég dörgött. Ezt a mennyiséget használom majd összemérésül az egyenlítő alatt mutatkozó napi esőperiódussal.

Az egyenlítői vidékeken a legtöbb eső általában nappal szokott esni, még pedig égi háború kíséretében. Kérdés már most, vajon az esőmennyiségnek napi eloszlása, — a napi periódus — úgy alakul-e nálunk zivatarok idején, mint az egyenlítő alatt, hol sokkal több az eső, mint a mi Nagy-Alföldünkön? Erre vonatkozólag bemutatam a Batavia melletti Buitenzorg (6° 36' déli szélesség; 266 m tengerszíni magasság) és San José<sup>1</sup> Costarica (9° 50' északi szélesség; 1150 m tengerszíni magasság) 3-3, illetőleg 2-2 órai esőmennyiségét. Mindkét állomással összehasonlítom Turkeve adatait. A számadatok helyett grafikonokat mutatok be, hogy a napi periódus annál szembetűnőbb legyen.

Buitenzorgban évente 4292, 11 év alatt

<sup>1</sup> HANN-SÜRING, Meteorologie, 339. lap.

tehát 47212 mm eső esett, Turkevéen pedig az összes zivataros eső mindössze 2338 mm-re rúgott; San Joséban a 23 évi átlag 1150 mm-rel egyenlő.

Ha már most a grafikonok közelebbről szemügyre vesszük, meggyőződhetünk, hogy az eső napi periódusa az egyenlítői vidéken éppen úgy alakul, mint a Nagy-Alföldön (Turkeve I.) égi háborúk idején; pedig a két egyenlítői állomás a szélső értékek bemutatására szolgál. A legtöbb eső mind a három helyen délután 3-6, illetőleg 4-6 között, a legkevesebb pedig Buitenzorgban és Turkevéen reggel 6-9; San Joséban 8-10, Turkevéen 4-6 között esik, de San Joséban 4-6 és 6-8 között is csak 1<sup>0/00</sup>-vel esik több, mint 8-10 óra között. De nemcsak a legtöbb és a legkevesebb eső időpontja egyezik mind a három állomáson, hanem még a mennyiség ingadozásának mekkorasága, vagyis a legnagyobb és legkisebb mennyiség közötti különbség is alig különbözik. Buitenzorgban ez a 3-3 órától számított különbség 391, Turkevéen 309; San Joséban 2-2 óra szerint 292, Turkevéen 237<sup>0/00</sup>-vel egyenlő.

Annak, hogy Nagy-Alföldünkön a zivataros eső napi periódusa úgy alakul, mint Jávában és Costaricában, az az oka, hogy mindkét helyen az eső csaknem kivétel nélkül égi háború idején esik. Már déltájban borulni kezd az ég s megered az eső iszonyú villámlás és dörgés között s ömlik a zápor és a felhőszakadás. A buitenzorgi botanikus-kert lejtős ösvényei mind meg annyira patakokká válnak; a Tjiliwong pedig,



mely délelőtt oly szerényen folydogált a sötét sziklatömbök között, este felé rohanó és bömbölő hegyi folyóvá lesz.

Mint hogy a zivataros eső napi periódusa nálunk és az egyenlítői vidéken egyformán alakul, egyformának kell lenni az előidéző oknak is, az élénken felszálló délutáni légáramlatnak. Ha az így van, akkor a zivataros esőnek főképpen helybeli keletkezésűnek kell lenni.

A grafikus táblázaton (Turkeve II.) láthatjuk a zivatar nélküli esőnek napi periódusát, melyet délelőtti csekély maximum jellemez s délután csak nyoma mutatkozik 3—6 óra között.

Annak, hogy nálunk az év 12 hónapjának napi esőperiódusa úgy alakul, mint

*A zivataros eső 1—1 órai mennyisége Turkevén. Mm-ben.*

Óra	12—3	3—6	6—9	9—12	Dél.	12—3	3—6	6—9	9—12
	3·5	2·8	3·1	2·8		4·0	3·4	2·6	3·0

Ebből csak annyi tűnik ki, hogy 1—1 órában legtöbb eső esett déli 12 és d. u. 3 óra között, mikor 113 esetben volt eső. Délután 3—6 óra között csak 3·4 mm eső esett óránként, de ez 228 esetben történt meg.

a Turkeve III. alatti grafikon mutatja, a zivataros eső az oka.<sup>1</sup> A melegebb hónapokban ez a periódus határozottabban nyilvánul (Turkeve IV.), mint a 12 hónapban, éppen a nyári gyakori zivataros eső miatt. A hidegebb hónapokban délelőtt 6—9 óra között jelentkezik a maximum, délután 3—6 között pedig a nyári főmaximumnak csak éppen nyomaira akadunk, miként a Turkeve V. grafikon tanúsítja.

Láttuk eddig, hogy a zivataros esőmennyiség miképpen oszlik meg a nap 24, illetve 3—3 és 2—2 órája között, de azt, hogy 1—1 órára hány milliméternyi átlag jut, adatainkból csak újabb számitással tudhatjuk meg; eredményét a következő kimutatás mutatja:

Sokkal érdekesebb ennél annak a meg tudása, hogy a nap 24 órájának mind-egyikében mekkora volt a legnagyobb mennyiség s mely hónapban esett. A következő kimutatás megadja a föltett kérdésre a feleletet:

*A legnagyobb zivataros esőmennyiség 1—1 óra alatt Turkevén.*

Óra	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	
Mm	13·1	11·8	11·6	8·9	3·9*	4·3	9·0	19·2	5·4	24·8	10·0	5·3	
	jun.	máj.	jun.	jun.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	aug.	aug.	jun.	
0 00	105			49*			97			115			
Dél.												Összeg	
Óra	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	1—24
Mm	25·8	14·8	22·9	13·3	25·9	30·8	16·3	19·0	13·6	14·5	10·1	13·0	347
	aug.	aug.	aug.	máj.	jul.	jun.	jun.	jun.	jul.	aug.	szept.	aug.	
0 00	183			202			141			108			1000

Ebből a kimutatásból kiderül, hogy 1—1 óra alatt lehullott legnagyobb zivataros esőmennyiségek a hajnali órákban jóval kisebbek, mint a délutáni órákban. Azok a tényezők tehát, melyek a nagy esőt szülik, fokozottabb mértékben megvannak délután, mint délelőtt. Kiderül továbbá, hogy már a 24 legnagyobb órai esőmennyiség eléggé jól fejezi ki 3—3 órai csoportosításban a zivataros eső napi periódusát, a minimummal reggel 3—6, a maximummal délután 3—6 óra között.

Az óránkénti legnagyobb zivataros esőmennyiség májusban 3, júniusban 7,

júliusban 8, augusztusban 5, szeptemberben 1 izben fordult elő. A legnagyobb (30·8 mm) eső pedig a legesősebb hónapban, júniusban, hullott le délután 5—6 óra között. Mint hogy pedig Turkevén a rendes júniusi mennyiség mintegy 76 mm, ennél fogva  $\frac{1}{2}$  havi eső 1 óra alatt szakadt le.

<sup>1</sup> Az óránkénti zivataros eső márcziusban 28, áprilisban 114, májusban 454, júniusban 596, júliusban 597, augusztusban 477, szeptemberben 249, októberben 44, novemberben 15, decemberben 4 ezredrészét teszi az összes esőmennyiségnek. Januáriusban és februáriusban nem volt zivatar.

Érdemes ezt az esetet részletesebben szemügyre venni.

A 30·8 mm eső 1914. június 27.-én esett délután 5—6 óra között, de nem 1 óra, hanem csak 35 perc alatt (5·25—6·00). Nagy légnyomás terült el egész Európa fölött (765 mm), a maximum Berlin környékén mutatkozott 771 mm-rel. Görögországban, a Fekete-tengeren s Kis-Ázsiában 760 mm-es légnyomás honolt. A szél hazánkban északias (NW, N, NE) vidékekről fújt s gyenge erejű volt. A reggeli hőmérséklet 20 fok körül ingadozott. E napon az Alföldön nagyobb eső volt Ungváron (32 mm), Püspökladányban (24 mm), Turkevén (33 mm), Orosházán (30 mm), Szegeden (22 mm).

Turkevén délután 3 óra 25 perczkor hallatszott az első dörgés kelet felől, azután folyvást dörgött, úgy hogy egyes dörgéseket megkülönböztetni sem lehetett; majd 3 perczig mogyoró- és kis diónagyságú jég hullott s 35 perc alatt 30·8 mm eső szakadt le. Az égi háború, mely keletről nyugat felé húzódtott, 6 óra 15 perczkor véget ért s az eső is megszünt.

A szél reggel északészakkelet, délben északkelet felől fújt; az alsó felhők reggel és délben kelet felől jöttek, este északról; a báránfelhők reggel északnyugatról s este a sűrű fátyolfelhők (alto-stratus) északészaknyugotról vonultak. Az égi háború a délutáni tornyos (cumulus) felhők vonulási irányában keletről nyugat felé haladt. A levegő a

szokottnál párásabb volt, délben 14·7 mm a páramennyisége, a viszonylagos nedvessége aránylag csekély volt (59<sup>o</sup>o). Mind megannyi zivatarnak kedvező körülmén a déli 26<sup>o</sup> meleggel együtt.

A 35 perc alatt lehullott 30·8 mm-nyi záporosó perczenkint átlagosan 0·88 mm-rel volt egyenlő. Buitenzorgban is azt találta WIESNER, hogy midőn november 28-án nagy záporosó esett (8 perc alatt 7·2 mm), a perczenkinti mennyiség csak 0·9 mm-nyi volt.<sup>1</sup> Egyáltalában a mérsékelt égövben perczenkint több eső esik zápor alkalmával, mint a forró övben. Turkevén is 1901. június 28.-án perczenkint 2·40 mm esett, de csak 6 perczig. Ebben rejlik a különbség a trópusok és a mérsékelt övi vidékek között, vagyis hogy ott a nagy záporosók huzamosabban eltartanak, mint a mi éghajlatunk alatt. Batáviában 46—60 perczen keresztül perczenkint 1·45 mm eső esett, Németországban pedig ugyanannyi idő alatt csak 0·99 mm perczenkint. Sőt Németországban volt perczenkint 3·19 mm-es záporosó, de csak 1—5 perczig tartott, ellenben Batáviában ilyen erősségű záporosót nem mértek.<sup>2</sup>

Jóllehet a mi éghajlatunk feltűnő mértékben különbözik a forró övitől, mégis vannak sajátosságok, a melyek közösek itt és ott, mint az eső napi periódusa. Ez a napi periódus azonban nálunk is más-képpen alakul a tenger közelében, mint a Nagy-Alföldön, miként a zágrábi és fiumei regisztrált adatok bizonyítják:

Az eső napi periódusa ‰/oo.

	12—3	3—6	6—9	9—12	Dél 12—3	3—6	6—9	9—12
Zágráb (9 év)...	137	118	104*	116	122	128	128	147
Fiume (10 év)...	130	117*	127	118*	123	121	134	130
Zágráb: Apr.-aug. ...	148	113	91*	107	127	134	124	156
Szeptember-márczius..	128	123	118*	126	112*	122	133	138

Zágrábban és Fiumében a délutáni maximum eltolódik az éjjeli órákra; azonfelül Zágrábban a melegebb hónapokban több eső esik este 9 órától hajnali 3 óráig, mint a hűvösebbekben. Ennek oka a tenger és szárazföld egyenlőtlen napi fölmelegedése. A tenger éjjel, a száraz-

föld nappal melegebb; a tenger felől jövő áramlatok a hűvösebb szárazföldön éjjel köbméterenkint több párát csapnak ki a levegőből eső alakjában, mint nappal.

*Hegyfoky Kabos.*

<sup>1</sup> HANN-SÜRING, Meteorologie, 376. lap.

<sup>2</sup> Ugyanott, 374. lap.

## Napsütés a Magas-Tátrában.

Az utóbbi két-három évtizedben különösen orvosi szempontból nagy jelentőségre tett szert a magaslati éghajlat használatának felhasználása. A levegő tisztasága, helyesebben portartalomban való viszonylag szegény volta, továbbá a levegő füsttelensége, a légnyomásnak és a hőmérsékleti ingadozásoknak kisebb volta, az erősebb és tartósabb napsugárzásban való részesedése különösen a téli félév folyamán: mindannyi gyógyító tényező a magas hegyekben s ezek alkalmassá teszik a magas hegyvidéket arra, hogy bizonyos betegségeket meggyógyítsanak vagy lappangó bajok kifejlődését megakadályozzák. Ilyen célból évről-évre több beteg keresi föl a Tátrát, éppen ezért nem lesz érdektelen, ha a gyógyító tényezők egyikére, nevezetesen a napsütésre (inszoláció) vonatkozó adatainkat közlöm. Négy teljes évből vannak a Tátra egyik magas helyéről észleléseink, melyeknek összehasonlítása a Tátra aljában lévő Liptóújfár teljesen hasonló módon kapott adataival szinte kinálkozik.

A napfény tartamának följegyzése mindkét helyen a CAMPBELL-STOKES-féle napfénytartammérővel történt. A műszer tömör üveggolyóból áll, mögötte a napfénytartamának följegyzésére szolgáló papirosszalag befogadására alkalmas vasállvány foglal helyet. A papirosszalagok óra-beosztással vannak ellátva és a helyesen felállított műszernél a XII óra delet jelző vonal éppen a délkör síkjába esik bele. A jól működő műszer egyúttal napórául is szolgálhat és a rajta levő följegyzések a papirosszalaggal mindig párhuzamosan haladnak. A napfénytartammérő mellett sok helyütt még a napsugárzásnak C<sup>0</sup>-okban kifejezett legnagyobb értékének megállapítására használják az ú. n. inszolációs maximumhőmérőt, mely velejeben elszakadó fonalszállal készített maximum higanyhőmérő, gömbje kormozott és az egész hőmérő léghijas térben van el-

helyezve, nehogy a légáramlás a gömböt érő közvetetlen sugárzás okozta meleget csökkentse.

Ezzel a két műszerrel végezték az említett megfigyeléseket *Szentiványi-Csorbatón* (tengerszínfölötti magassága: 1340 m) és *Liptóújfárott* (646 m). Előbbi helyen a magaslati éghajlat különös tanulmányozásának szem előtt tartásával állította fel a műszereket a földművelésügyi miniszterium, míg *Liptóújfár* a hazai erdészeti kísérleti meteorológiai állomások egyike.

A napfénytartam megfigyelését *Csorbatón* 1912. márczius havában kezdték, azonban, sajnos, 1914. aug. és szept. havában az észlelések szüneteltek. Az első táblázatban a megfigyelési időszak följegyzéseit összesítettem (1912. márcz.—1915. decz., mindkét helyről 1914. aug. és szept. hónapok kivételével). Évi összegben *Liptóújfárott* a napfénytartam 1378 órát tesz ki, míg *Csorbatón* 1481 órára emelkedik, e szerint tehát a magaslati állomáson 103 órával több a napfény, a mi a liptóújfári állomáshoz viszonyítva 7 $\frac{1}{2}$ %-kal nagyobb óraösszeget jelent.

Ha már most azt kérdezzük, hogy az év folyamán miképpen viselkednek a különböző havi összegek, a különbségeknek óra-értékekben és %-okban feltüntetett értékeit kell szemügyre vennünk. Jellemző évi menete van az eltéréseknek. Juniusban és júliusban a két helynek napfénytartam viszonyai — a havi összegeket tekintve — közel egyezők, augusztustól októberig terjedő időszakban pedig *Liptóújfár* gazdagabb napfényben. Télen, valamint a tavasz folyamán (nov.—májusig), *Csorbatón* több a napfény, mert *Liptóújfárhoz* képest a *Csorbatónál* 10, 20, 30, sőt 60%-kal is hosszabb ideig süt a nap. Így decemberben *Liptóújfáron* a napsütés 30·1, míg ugyanakkor *Csorbatón* 47·9 óra.



## I. A napfény tartama órákban: 1912—15.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Liptóújvár ...	50·4	103·2	96·9	153·9	187·6	169·8	170·8	143·3	101·1	114·1	56·9	30·1	1378·1
Csorba-tó ...	78·6	123·9	110·9	173·7	193·6	170·1	170·5	139·9	91·1	105·0	75·5	47·9	1480·7
Különbség óra	+28·2	+20·7	+14·0	+19·8	+6·0	+0·3	-0·3	-3·4	-10·0	-9·1	+18·6	+17·8	102·6
„ %	+56	+20	+15	+13	+3	+0·2	+0·2	-2·4	-10	-9	+35	+59	+75·0

Ezek az adatok világosan mutatják, hogy télen a magassággal mennyire növekedik a napfény tartama, mert a mélyen járó felhők és talajködök felett a hegyesség nagyon kiemelkedik. Napfényben úszik a Tátravidéke, a mikor lenn a völgyekben köd borít el mindent.

A második táblázatban egyesítettem a napfény nélküli napok számát. Ezek szerint ugyan Csorba-tón 84 napfény nélküli nap van, azaz tízzel több, mint Liptóújvárott, de tartunk tőle, hogy ezek az adatok szigorúan nem hasonlíthatók össze, mert bizonyynyal egyes elenyésző napsütésű napokon a felső állomáson nem cserélték ki a műszer szalagját. De ezt nem tekintve, mégis kitűnik ezekből az adatok-

ból is, hogy télen kevesebb a teljesen borult nap Csorba-tón, mint lenn a völgyben. Sőt még ha teljesen hibátlanok fogadjuk el a II. táblázat adatait, így is kitűnik az, hogy egy-egy napnak átlagos napfénytartama mennyivel nagyobb a hegyi állomáson. Például decemberben a napfényes napokon Liptóújváron átlagban 2·0 óra napfény van, fenn Csorba-tón azonban ez az érték 3·2 óra (30·1 : 15, illetve 47·9 : 15), januáriusban az értékek 3·0 óra az alsó és 3·8 óra a felső állomáson és végül februáriusban 5·0, illetve 6·0 óra, sőt még márciusban is eléggé kedvezőbb Csorba-tón a napsütés, mert egy-egy napon itt 0·8 órával több a napfény (4·0 áll szemben 4·8 órával).

## II. Napfény nélküli napok száma.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Liptóújvár ...	14	7	7	3	2	2	3	5	4	6	5	16	74
Csorba-tó ...	10	7	8	5	3	2	2	4	6	9	12	16	84
Különbség ...	-4	0	+1	+2	+1	0	-1	-1	+2	+3	+7	0	+10

A napfény tartamának azonban nemcsak az évi, hanem a napi menete is jellemzően eltérő a hegyi és völgyi állomásokon. Ezt a III. táblázat adatai igazolják; ebben a reggeli 5 órától az estélig 8 óráig terjedő időben mindkét helyen észlelt napfénytartamokat csoportosítottam. A különbségek legnagyobbak a reggeli és kora délelőtti, valamint a délutáni

és esti órákban. Délelőtt 10 óra körül, valamint délután 1 óra körül vannak az átmenetek, a mikor tehát közel egyezők az adatok. Azonban a déli órákban 11—1-ig a völgyben levő állomás gazdagabb napfényben, mintegy 4—6%-kal. Tehát a napfény tartama akkor mutat kedvezőtlenebb értékeket a magasságban, a mikor azt legkevésbé érezheti az ott tartózkodó.

## III. A napfénytartam napi menete 1912—15.

	Óra d. e.	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	d. u.	12—1
Liptóújvár ...	---	1·4	37·1	70·6	103·6	128·9	143·6	154·5	---	151·8
Csorba-tó ...	---	14·7	56·0	86·6	123·0	136·8	142·9	145·5	---	146·0
Különbség ...	---	+13·3	+18·9	+16·0	+19·4	+7·9	-0·7	-9·0	---	-5·8
%	---	+95	+50	+23	+19	+6	-0·5	-6	---	-4
	Óra d. u.	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8		
Liptóújvár ...	---	143·9	127·3	96·6	55·7	38·0	13·2	---	---	---
Csorba-tó ...	---	145·2	136·5	113·0	70·7	38·2	22·3	---	---	1·7
Különbség ...	---	+1·3	+9·2	+16·4	+15·0	+0·2	+9·1	---	---	+1·7
%	---	---	+1	+7	+17	+27	(0·5)	+69	---	∞

A kora reggeli órákban feltűnő nagy az eltérés. A míg pl. reggel 5—6 óra között *Liptóújrótt* csak 1·4 órán át van napfény, addig *Csorba-tón* ebben az órákban 14·7 óra a négy éves átlag. Még 6—7 óra között is nagy a különbség s így tart ez 10 óráig. Két óra után újból fent több a napfény, de már esti 5—6 óra között csak 0·2 óra, minek az a magyarázata, hogy a *Csorba-tónál* lévő műszerre ebben az órákban az egyik nyugati hegycsúcs árnyékot vet és így bár *Csorba-tó* tájékán süt a Nap még,

a műszer már nem jelezheti. A szalag leolvasásánál ezt nem akartuk javítani, mert bizonyos önkényesség volna. A valószínűségben tehát ebben az órákban is fent több a napfény. Napnyugtakor az alsóbb levegő-rétegeknek erős fényelnyelő képessége miatt a völgyi állomáson sokkalta előbb szűnik meg a napsütés. Fent 6 óra után még 69%<sup>o</sup>-kal több a napfény és 7 óra után lent *Liptóújrótt* már a nap sugarai nem hagynak nyomot a műszeren, fent *Csorba-tón* pedig 1·7 óráig tartó napsütés volt az év folyamán.

#### IV. A napfénytartam napi menetének különbségei órákban.

		Csorba-tó—Liptóújár.									
		d. e. 5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12 d. u.	12—1		
1912. július	...	+1·0	+5·3	+4·7	+2·1	—3·1	—0·6	—0·3	—2·4		
1913. július	...	+2·6	+4·7	—0·5	—0·4	—2·7	—2·0	—4·5	—1·6		
1913. szeptember	...	—	+0·3	+3·4	—2·4	—2·1	—3·9	—3·3	—0·2		
1914. februárius	...	—	—	+6·5	+13·9	+14·6	+4·1	+0·5	+1·1		
1914. december	...	—	—	0+0·4	0+4·4	0+6·5	+5·5	+1·4	+4·7		
		d. u. 1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8			
1912. július	...	—0·9	—3·3	—0·7	+0·7	—0·6	+1·6	—			
1913. július	...	—4·1	—1·0	—1·8	—0·7	—2·5	0·0	—			
1913. szeptember	...	—1·6	—3·4	—2·0	—1·2	—0·4	—	—			
1914. februárius	...	+2·9	+6·1	+16·2	0+8·3	—	—	—			
1914. december	...	+0·9	+3·2	0+3·6	—	—	—	—			

Mint láttuk, kétféle irányban jelentkezett eltérés a völgyi és a hegyi állomás napsütési viszonyai között. Az évi menetben a nyári félévben, míg a napi menetben a délkörüli órákban, mindkét esetben tehát a meleg időszak alatt volt fent kevesebb a napfény. Arra nézve, hogy a valószínűségben az évnek különböző hónapjaiban miképpen alakul ki ez az eltérés és miképpen viselkednek a napfény-tartamát illetőleg az egyes, meteorológiailag egymástól fölülte eltérő hónapok, a IV. táblázat adatai nyújtanak némi felvilágosítást. Az 1912. és 1913. évi júliusi adatok az előbb megállapítottakat megerősítik. Ebben a táblázatban a +, illetőleg a — jel azt jelenti, hogy annyi órával volt a *Csorba-tón*, több, illetve kevesebb napsütés, mint *Liptóújrótt*. A kora reggeli órák kivételével július folyamán és általában nyáron még ősszel a magaslati állomáson több a napfény és egyes órák között elég számottevő az eltérés. Szeptemberben még nagyobb a déli és délutáni órák napfény-

hiánya a *Csorba-tón*, bár maguk az értékek nem nagyon térnek el a júliusiaktól, sőt a lehetséges napsütést tekintve, határozottan nagyobb lett a napfény hiánya.

Az 1914. évi februáriusi és decemberi adatok azt mutatják, hogy a hideg évszakban *Csorba-tón* kivétel nélkül a napnak minden órák között több a napfény, mint lent *Liptóújrótt*. Sőt erősen feltűnő az is, hogy egyes órák között lenn egyáltalában nincs napfény, a hegyekben pedig a napfényt élvezik. Így 1914. decemberében délelőtt 10 óráig 11·3 óra napfény volt *Csorba-tón*, míg eddig *Liptóújrótt* semmi és délután 3—4 óra között a Tátrában a mi állomásunkon még 3·6 óráig sütött a nap, a völgyben pedig már megint teljes borulás uralkodott az egész hónapban. Tovább vizsgálva az óraértékeket, 1914. februáriusban is igen jellegzetes eltéréseket találunk. Ez évben az utóbbi évek között a legderültebb februáriusok egyikével találkozunk: reggel

8—10 óra között 14—15 órával volt *Csorba-tón* több napfény, sőt d. u. 4—5 óra között is 8 órával meghaladta a napfényes órák összege az alsó állomás adatait. A magaslati helyeknek különösen a téli üdülőhelyek szempontjából éppen azért van rendkívül nagy jelentősége, mert az évnek legmostohább időszakában nyujtanak ideálisan tiszta és napfényben gazdag levegőt.

Az eddig közölt adatokból is kitűnik már, hogy bizonyos helyeken bizonyos magasságig a napfény tartama a magas-

ságai megnagyobbodik és a magaslati állomásokon az alsóbbakhoz képest az eltérések fordított évi és napi menetet mutatnak. Ez a menet teljesen meg-egyezik a felhőzetnek évi és napi menetével, mert a borulás miatt kevesbbedik a napfény. Mindezek ugyan főbb vonásaikban eddigelé is ismert dolgok voltak a külföldi magaslati állomások és klimatikus gyógyhelyek megfigyeléseiből, azonban hazai megfigyelési anyag alapján a Tátrára nézve most első ízben lehet ezt számszerű adatokkal bizonyítani.

#### V. *Bástyadülő és Csorba-tó napfénytartama.*

1912. decz.—1913. febr.

	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	Össz.	Max.
Bástyadülő	1·3	20·6	38·9	46·6	47·6	44·6	43·0	37·0	7·5	1·5	288·6	8·6 II. 26
Csorba-tó	3·4	22·0	35·9	41·6	43·1	42·7	43·3	40·4	25·2	4·3	301·9	9·4 II. 26
Különbség	+2·1	+1·4	-3·0	-5·0	-4·5	-1·9	+0·3	+3·4	+17·7	+2·8	+13·3	—

D. e. 9 d. u. 2: Csorba-tó 207·0 óra. Bástyadülő 221 óra a. m. +14 óra == 7%.

1912. decz.—1913. febr. telén a földmívelésügyi miniszterium kísérleti célekből a *Csorba-tó* fölött, a *Bástyadülő* is állítatott fel egy napfénytartammérőt. Az itteni följegyzések értékeit az V. táblázatban állítottuk egybe. A szóban forgó télen 1500 méter magasságban, tehát 160 m-rel magasabban, 13·3 órával kevesebb volt a napfény, azonban délelőtt 9 órától délután 1 óráig terjedő időben a magasabban fekvő állomáson volt több

napfény, 1 és 2 óra között pedig a két helynek napsütési viszonyai egyezők voltak. A sugárzás intenzitása fent valamivel erősebb volt. A reggeli és esti kevesebb napsütést az orográfiai viszonyokkal magyarázhatjuk, az észlelési helyen a nap aránylag kissé később kelt és korábban is nyugodott és különösen a délután 3—4 óra közötti följegyzések bizonyítják, hogy akkor a Napot valamely hegycsúcs hosszabb ideig elfedte.

#### VI. Az inszoláció közepes maximumai (C°) 1912—15.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Liptóújár	13·9	23·6	25·8	34·1	38·9	44·8	43·8	40·8	34·3	28·1	17·9	14·5	30·1
Csorba-tó	22·3	29·0	29·9	34·7	37·6	41·7	41·7	38·0	31·4	28·9	22·4	17·8	31·2
Különbség C°	+8·4	+5·4	+4·1	+0·6	-1·3	-3·1	-2·1	-2·8	-2·9	+0·8	+4·5	+3·3	+1·1

Végül vegyük futólagos vizsgálat alá még a két helyen megfigyelt inszolációs maximumokat is, illetve a napi maximumokból alkotott havi átlagokat és a belőlők számított eltéréseket. Ezek a számadatok, mint tudjuk, nem abszolút értékek, azonban viszonylagos összehasonlításra föltötte alkalmasak. A VI. táblázat szerint a napsütés maximumának évi átlaga *Liptóújár*on 30·1°, *Csorba-tón* 31·2°; (a műszerek közötti lehetséges hibát nem vettük figyelembe, de a ké-

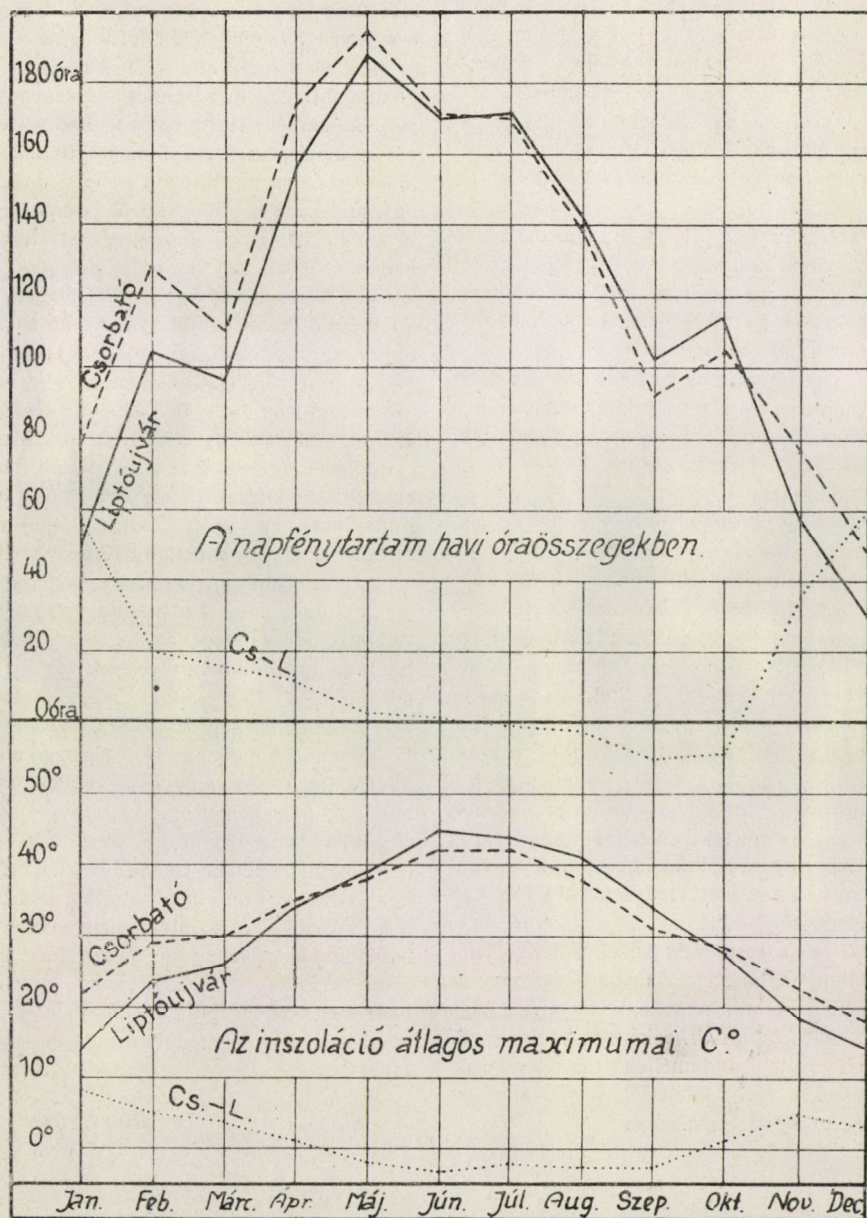
sőbbi adatok igazolják, hogy a nyers értékek is eredményesen hasonlíthatók össze egymással). Tehát 1·1°-kal nagyobb az inszoláció a felsőbb állomáson. Sokkal jellegzetesebbek azonban a különbségeknek az egyes hónapokban megfigyelt értékei. Legnagyobb pozitív eltérés télen észlelhető *Csorba-tó* javára, majd az eltérés fokozatosan csökken és nyáron már az alsó állomáson erősebb az inszoláció, mint fent. (Ha csak a derült napok sugárzási viszonyait vizsgálnók



meg, akkor bizonyára a magasan fekvő állomásra jutna nagyobb érték még nyáron is, de ennek gyakorlatilag nem nagy az

értéke a viszonylag kevés teljesen derült nyári nap miatt.)

Az ősz három hónapja közül az első-



ben még a nyári viszonyokkal egyező adatokat állapíthatunk meg, azonban már októberben éppen úgy, mint áprilisban mindkét hely értékei közel egyformák.

A napfény tartamának, valamint az inszoláció értékeinek évi menetét grafikusán is ábrázoltuk abból a célból, hogy a táblázatokban foglaltak még élesebben

kitünjenek. Ábrákon a felső görbepár a napfény tartamának havi összegeit óra értékekben adja, míg a két állomáson mutatkozó eltéréseket  $\%$ -os viszonyok szerint az alatta álló görbe tünteti föl. Erősen szembeötlik a télnek erősebb napsütéses volta a felső állomáson.

A grafikon alsó részében az inszoláció havi átlagait találjuk; itt is az alul lévő pontozott görbe az eltéréseket tünteti föl  $C^0$ -okban.

*Összefoglalás.* 1. A magasán fekvő *Csorba-tó* állomáson, a vágvölgyi *Liptó-újvárhoz* viszonyítva, több a napfény, különösen a téli félévben (a november—áprilisi időszakban mintegy 20 $\%$ -kal). Évi összegben *Csorba-tón* 71 $\frac{1}{2}$  $\%$ -kal több a napfény. Míg télen a mélyebben fekvő helyeket megüli a köd, a Táttra már 800—1000 m magasságban is kiemelkedik a ködtengerből.

2. A nyár utóján és ősz elején a magaslati állomáson kevesebb a napfény, a minék magyarázata abban rejlik, hogy a nyár folyamán különösen a felszálló légáramok következtében a hegység a felhőkeletkezés övében eltűnik és a hegyeket felhőpadok veszik körül, a széles völgyben pedig zavartalanul ontja a Nap sugarait. Annak, hogy a külföldi magaslati állomásokon már ősszel is több a napfény, az a magyarázata, hogy nagyobb magasságban fekszenek; azonban nyáron viszonylag még kevesebb a napfény, mint *Csorba-tón*, mert teljesen belesznek a felhők régiójába.

3. A *Csorba-tónak* közepes tengerszín-fölötti magassága magyarázza még a napfény nélküli napoknak viszonylag nagy számát *Liptóújvárhoz* képest. A tél előnyösebb volta mindamellettt itt is jelentkezik, valamint igen kifejezetten nyilvánul az ősz erősebb borultsága.

4. Egyes hónapokban reggel és este egyaránt vannak teljes óraközök, a mikor napfényt csakis a magaslati állomáson észlelhetünk; ebben az időben köd üli meg a völgyet. Ez főleg télen fordul elő, de a magaslati helyeken a nyári félév is gazdagabb reggeli és délutáni napfényben.

5. A napfény tartama a hőmérséklet évi és napi menetével a magaslati állomáson viszonylag fordított menetet mutat, ugyanis a meleg időszakban (nyár) kevesebb a napfény, a hidegben (tél) több; a déli órákban, a mikor legmelegebb a levegő, kevesebb a napfény, de reggel, a mikor csak fölmelegedik, vagy délután, a mikor már lehül a levegő, a napfény tartama nagyobb. A völgyi állomáson ez a fordított menet nem jelentkezik; ott nyáron van legtöbb napfény, valamint általában a délkörűli órákra esik a maximum, bár ez alól van kivétel; a legmelegebb nyári hónapban nem ritkán kora délelőttre tolódik el a napi maximum értéke.

6. Ha a Táttrában magasabb régiókba emelkedünk, még kedvezőbb napsütési viszonyokkal találkozunk, a mint azt a Bástyadülön tett megfigyelések bizonyítják, a hol 1500 méter magasságban 7 $\%$ -kal volt több napfény, mint *Csorba-tón*.

Vizsgálódásunkban egyelőre nem vettük figyelembe, hogy milyen a napfénytartamának napi menete a különböző hónapokban a szóban forgó két állomáson, de a napi menetnek behatóbb kifejtéséhez a négy éves megfigyelési időszak még rövid. Úgyszintén nem voltunk figyelemmel a lehetséges napsütési viszonyokra sem, a melyek pedig bizonyos mértékben még kedvezőbbnek tüntetnék föl a magaslati hely napfényben való gazdagságát.

*Dr. Réthly Antal.*

## A $\delta$ -sugarokról.

A polonium, a rádium egyik bomlás-terméke, mint ismeretes, csakis pozitív töltésű  $\alpha$ -sugarakat bocsát ki. De akkor a poloniumnak a pozitív töltésvesztéséért miatti negatív töltést kell fölvennie. Ez azonban nem így van. A polonium és a vele bevont lap pozitív töltést mutat és pedig THOMSON<sup>1</sup> magyarázata szerint azért, mert az  $\alpha$ -részecskékkal együtt lassú, negatív elektronok is hagyják el. Ezeket THOMSON  $\delta$ -sugaraknak nevezi, melyek negatív töltésükkel elfödik a pozitív  $\alpha$ -sugarak hatását. Jelenlétüket közvetlenül is ki tudta mutatni: a polonium-lappal szembe helyezett elektroszkóp a  $\delta$ -sugarak hatása alatt negatív töltést kapott.

Keletkezésüket THOMSON egyszerű módon magyarázza. Ha az  $\alpha$ -sugarak gázon áthatolnak, akkor a gáz molekulái az ütközés következtében pozitív ionra és negatív elektronra bomlanak fel. Ez az ionizálás. A  $\delta$ -sugárzás THOMSON felfogása szerint lényegében ugyanilyen jelenség, csakhogy az  $\alpha$ -sugarak nem gázt ionizálnak, hanem a szilárd testek felületi rétegeit. A szilárd test molekuláinak ionizálásakor keletkező negatív elektronok a  $\delta$ -sugarak. Ezt a felfogást ma már általánosan elfogadták.

Minden olyan sugárzást, melyet más sugarak váltanak ki, másodlagosnak szokás nevezni. E szerint tehát a  $\delta$ -sugarak az  $\alpha$ -sugaraknak másodlagos sugarai. Ilyen jelenséget már többször tapasztaltak. Így például, ha RÖNTGEN-féle sugarak fémlapra érnek, ebből nemcsak katód-sugarak indulnak ki, hanem új, ú. n. másodlagos x-sugarak is.

Azon eltérítés irányából, melyet a mágneses vagy elektromos erő az  $\alpha$ -sugarakra gyakorol, kezdettől fogva azt következtették, hogy az  $\alpha$ -sugarak pozitív töltésű részecskékből állanak. De sokáig nem tudták töltésüket közvetlenül kimutatni. Ennek szintén az az oka, hogy az  $\alpha$ -su-

garakkal együtt  $\delta$ -sugarak is érnek az elektroszkóphoz, ezért az utóbbiakat mágneses erővel el kell téríteni úgy, hogy az elektroszkóphoz csak az  $\alpha$ -sugarak juthassanak. THOMSON ezen megfigyelése után RUTHERFORD-nak<sup>1</sup> sikerült is az  $\alpha$ -sugarak pozitív töltését kimutatnia, bár előzőleg több kísérlete sikertelen maradt. Mikor a mágneses erő már akkora volt, hogy az összes  $\delta$ -sugarakat eltérítette attól a fémlaptól, a mely a sugarak töltését felfogta, a mágneses mező erősségének további növelése a fémlap elektromosságát nem gyarapította. THOMSON<sup>2</sup> lényegében hasonló eljárással maga is ki tudta mutatni az  $\alpha$ -sugarak pozitív töltését. Mikor EWERS<sup>3</sup> a mágneses erővel elhajlított  $\delta$ -sugarakat elektromos erővel eredeti irányukba visszatérítette, a fémlap pozitív töltése egyre gyengült, majd az elektromos erő növelésekor a töltés a  $\delta$ -sugarak túlsúlya miatt negatív is lett. Az elektromos erő eltérítő hatása is azt mutatja, hogy THOMSON felfogása a  $\delta$ -sugarak természetéről helyes. A  $\delta$ -sugárzás valószínűleg minden  $\alpha$ -sugárzó radioaktív anyagnak közös tulajdonsága.

SODDY a  $\delta$ -sugarak keletkezését másképpen magyarázta. Szerinte az  $\alpha$ -sugarak töltés nélkül hagyják el a radioaktív anyagot. Mikor a környező gázmolekulákkal összeütköznek, akkor az ionizálás következtében keletkező pozitív ionnal egyesülnek és csak így kapnak töltést. Az ugyanekkor előálló negatív részecskék a  $\delta$ -sugarak. EWERS azonban kimutatta ezen felfogás tarthatatlanságát. Ha a töltés nem magából a sugárzó anyagból lép ki, hanem csak a környező gázban keletkezik, akkor az elektromos töltésű részek, melyek az ionizálás következtében állnak elő, számban gyarapodnak, mikor a gáz nyomása emelkedik. Ekkor ugyanis a

<sup>1</sup> Nature, 71. köt., 1905, 413. lap.

<sup>2</sup> U. o., 438. lap.

<sup>3</sup> Phys. Zeitschr., 7. köt., 1906, 148. lap.

<sup>1</sup> Nature, 71. köt., 1905, 166. lap.



gázmolekulák száma növekszik. Valóban azonban ennek ellenkezője történt. Az  $\alpha$ -sugarak tehát már pozitív töltésükkel együtt hagyják el a radioaktív anyagot.

EWERS egyúttal megmérte a  $\delta$ -sugár elektromos töltésének és tömegének viszonyát ( $e/m$ ). Ez a viszony a különböző természetű részecskékre jellemző. A kapott érték megegyezett a katód-sugarak elektronjainál talált értékkel, és így a  $\delta$ -sugarak valóban kisebbességű elektronok. HAUSER<sup>1</sup> későbbi mérései is igazolják EWERS eredményét.

ASCHKINASS<sup>2</sup> az előbbi felfogás helyességét még másképp is ellenőrizte. A negatív  $\delta$ -sugarakat mágneses erővel visszatérítette a poloniummal bevont laphoz, míg az  $\alpha$ -sugarak a lapot elhagyták. Ekkor a lap a  $\delta$ -sugarak visszajutása és a pozitív  $\alpha$ -sugarak távozása következtében egyaránt negatív töltést vett föl. Ha a polonium egyforma számú  $\alpha$ - és  $\delta$ -részecskét sugározna ki, akkor mágneses mező nélkül a lap semmiféle töltést sem vett volna fel, mert a pozitív veszteség ugyanakkora, mint a negatív. Az előbbi tapasztalat tehát arra az eredményre vezet, hogy a polonium több negatív  $\delta$ -sugarat bocsát ki, mint  $\alpha$ -részecskét, még pedig ASCHKINASS<sup>3</sup> szerint még egyszer annyit. A polonium visszamaradó negatív töltése egyszersmind ismét azt mutatja, hogy az  $\alpha$ -részecskék már pozitív töltéssel hagyják el a radioaktív anyagot, nem pedig a környező gázban kapják töltésüket, mint SODDY régebben gondolta.

A  $\delta$ -sugarakat elektromos vagy mágneses erővel nemcsak vissza lehet hozni ahhoz a laphoz, melyből kiindultak, hanem kilépésüket is meg lehet akadályozni. LOGEMAN és utána POUND<sup>4</sup> a poloniumlapot pozitív elektromossággal töltötték meg, akkor a kis sebességű negatív  $\delta$ -sugarak a pozitív töltésnek rájuk ható vonzó ereje következtében nehezebben,

vagy a töltés nagyobbitásakor egyáltalában nem léptek ki. Azonkívül a polonium-lap pozitív töltése a  $\delta$ -sugarak negatív töltését közömbösítette is s ezzel is akadályozta kilépésüket. Ilyenkor a poloniummal szembe állított fémlap csak az  $\alpha$ -sugarak töltését vette át. Mikor pedig HAUSER<sup>1</sup> a poloniummal bevont lapot negatív elektromossággal látta el, akkor ez a töltés az ugyancsak negatív  $\delta$ -sugarakat taszította, a lapot tehát olyan  $\delta$ -sugarak is elhagyták, melyek különben kis sebességüknel fogva a polonium-rétegen nem tudtak volna áthatolni. A polonium-lap tehát nagyobb pozitív töltést vett föl, mint eredetileg.

HAUSER-nek ezen vizsgálatai során éredekies összefüggést sikerült megállapítania az  $\alpha$ - és  $\delta$ -sugárzás között. Mágneses erő nélkül, vagyis mikor a  $\delta$ -sugarak szabadon léptek ki, a polonium ugyanakkora pozitív töltést vett fel, mint a mekkora negatív töltést a  $\delta$ -sugarak magukkal vittek. A  $\delta$ -sugarak visszatartásakor pedig a polonium éppen akkora negatív töltést kap, mint a mennyi pozitív töltést az  $\alpha$ -sugarak eltávolítottak. HAUSER szerint a polonium mindenegyes  $\alpha$ -részecskéjére 60  $\delta$ -részecske esik. A különböző megfigyelések azonban az  $\alpha$ - és  $\delta$ -sugarak számának viszonyára mindig más-más értékeket szolgáltatnak, úgy hogy HAUSER<sup>2</sup> azt hiszi, hogy e viszony nem is állandó.

A  $\delta$ -sugarak áthatoló tehetsége szilárd lapokon sokkal kisebb, mint az  $\alpha$ -sugaraké. HAUSER azt találta, hogy a  $\delta$ -sugarak elnyelésére hétszer, esetleg tízszer vékonyabb lemez is elég, mint az  $\alpha$ -sugaraknál. A  $\delta$ -sugarak kis sebessége miatt ezt előre is várni lehetett.

Ha a  $C$  és  $D$  párhuzamos fémlapokból álló sűrítő egyik lapját (1. rajz) belső oldalán radioaktív anyaggal bevonjuk és a két lap között a  $B$  teleppel feszültséget létesítünk, akkor a sűrítő között áram keletkezik, melyet érzékeny galvanométerrel ( $E$ ) ki lehet mutatni. A sugárzás ugyanis

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 981. lap.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschr., 8. köt., 1907, 773. lap.

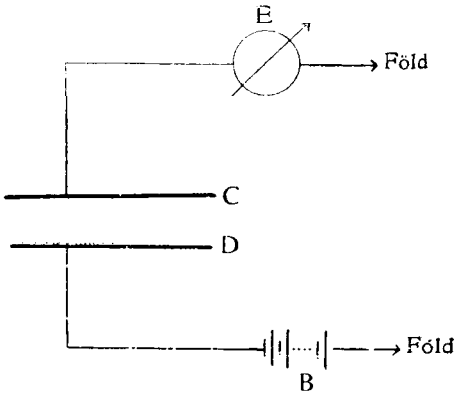
<sup>3</sup> Ann. d. Phys., 8. köt., 1907, 773. lap.

<sup>4</sup> Philosophical Magazine, 23. kötet, 1912, 813. lap.

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 12. köt., 1911, 466. lap.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 981. lap.

ionizálja a levegőt, a mely ilyenkor vezeti az elektromos áramot. A gázokban így keletkező áram természete lényegesen különbözik a fémvezetékben haladó áramétól. Míg az utóbbi esetben OHM törvénye szerint az áram erőssége a feszültséggel egyenesen arányos, a gázokban keletkező áramnál az erősség a feszültséggel egyidejűleg nő ugyan, de nem arányosan. Mikor a feszültség a sűrítő két lapja között bizonyos értéket ért, az áramerősség a feszültség további nagyobbításakor már nem emelkedik. Ilyenkor az áramot telítettnek mondjuk. CAMPBELL<sup>1</sup> szerint, ha



1. rajz.

fémlelapokról  $\delta$ -sugárzás indul ki, már 40 voltnyi feszültségesés előidézi a telítést, míg ha a  $\delta$ -sugarak koromlelapról indulnak ki, a telítés csak 80 voltnál következik be. Ez tehát világosan mutatja, hogy a kiinduló  $\delta$ -sugarak száma függ a lap anyagi minőségétől. Még az egyes fémek is, mint  $\delta$ -sugarakat keltő anyagok, különböznek egymástól, miként BUMSTEAD<sup>2</sup> CAMPBELL-lel szemben megállapította.

De vajjon a polonium maga nem bocsát-e ki  $\delta$ -sugarakat, vagy pedig az összes észlelt  $\delta$ -sugarak az  $\alpha$ -sugarak másodlagos sugarai-e? Ennek eldöntése végett CAMPBELL két lapot állított egy-

mással szemben. Mindegyiken igen vékony rétegben  $\alpha$ -sugárzó anyag volt. Az egyik lapot különböző feszültségre megtöltötte, míg a másik lap állandóan töltetlen maradt. A két lapból kiinduló sugárzás között semmiféle számbavehető különbség nem volt és így nem mondhatjuk, hogy a radioaktív anyag maga is kibocsát  $\delta$ -sugarakat.

BAEYER<sup>1</sup> más módon is előállított  $\delta$ -sugarakat. LENARD, majd AUSTIN és STARKE<sup>2</sup> kimutatták, hogy a CROOKES-csőben keletkező gyors katód-sugarak az útjukba helyezett fémlapon másodlagos katód-sugarakat is idéznek elő, melyeknek sebessége olyan rendű, mint a beeső katód-sugaraké. Mennél csiszoltabb a lap és mennél ferdebben esnek be a katód-sugarak, annál erősebb a másodlagos katód-sugárzás. BAEYER ugyanezt a jelenséget a lassú katód-sugaraknál is megtalálta. Ha kalcium-oxiddal bevont katódot izzásba hozunk, akkor ebből a WEHNELT-féle katódból olyan sugarak indulnak ki, melyek legnagyobb részének igen kicsi a kezdősebessége. BAEYER ezzel a katóddal szemben visszaverő lapot állított és kimutatta, hogy erről a lapról is indulnak ki negatív töltésű részecskék. Ezek részben a beeső sugarak visszaverődése következtében keletkeznek, de részben új másodlagos sugarak, melyeket a lapra eső katód-sugarak keltenek, ha csak sebességük bizonyos határt ért.

A mint a beeső sugarak sebessége egyre nő, a visszaverődés mindig kisebb lesz, ellenben a másodlagos sugárzás folyton erősödik. A másodlagos sugárzás természete pedig megegyezett az eddig ismert  $\delta$ -sugarakéval. CAMPBELL<sup>3</sup> úgy állította elő a másodlagos katód-sugarakat, hogy  $x$ -sugarakat ejtett lapra. Az így keletkező katód-sugarak is létesítenek  $\delta$ -sugárzást, ha útjukban fémlapot érnek. Sőt egyes esetekben a  $\delta$ -sugarak sebes-

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 10. köt., 1909, 168. és 174. lap.

<sup>2</sup> Ann. d. Phys., 9. köt., 1902, 271. lap.

<sup>3</sup> Phil. Mag., 1912, 24. köt., 783. lap, 1913, 25. köt., 803. lap.

<sup>1</sup> Phil. Mag., 1912, 23. köt., 46. és 481. lap.

<sup>2</sup> U. o., 1912, 22. köt., 462. lap.

sége még nagyobb is lehet, mint a beeső sugaraké.

Régóta ismeretes, hogyha ibolyántúli sugarak fémlapra esnek, erről negatív elektronok indulnak ki. Ez a fényelektromos jelenség. LADENBURG és MARKAU<sup>1</sup> ezeknek az elektronoknak másodlagos sugárzását is megvizsgálták és ugyanolyan viszonyokat találtak, mint BAEYER a lassú katód-sugaraknál. A fényelektromos jelenségnél keletkező elektronok, mikor szilárd felülethez jutnak,  $\delta$ -sugárzást keltenek.

Mikor az  $\alpha$ -sugarak elhagyják a radioaktív anyagot és bizonyos vastagságú levegőrétegen áthatolnak, elvesztik ionizáló tehetségüket. Az a távolság, melyen keresztül az  $\alpha$ -sugarak az útjukba eső gázmolekulákat még ketté bontják, a hatástávolság. Mint CAMPBELL<sup>2</sup> kimutatta, minden  $\alpha$ -sugár, mikor hatástávolságának végpontjához közeledik, vagyis mikor sebessége már jelentékenyen csökkent,  $\delta$ -sugarakat létesít. A  $\delta$ -sugarak tehát nemcsak szilárd test felületén keletkezhetnek, mint THOMSON eredetileg még hitte, hanem gázokban is.

ASCHKINASS<sup>3</sup> a  $\delta$ -sugarak keletkezésének ismét más módját figyelte meg. LADGEMAN kétségtelenül megállapította, hogyha  $\alpha$ -sugarak csiszolt fémlapra esnek, akkor itt másodlagos sugárzást idéznek elő. ASCHKINASS azt találta, hogy a másodlagos sugarak természete mindenben megegyezik a  $\delta$ -sugarakéval. A mágneses mező könnyen eltéríti őket, kezdősebességük, melylyel a fémlapot elhagyják, igen kicsi, a közegben nagymértékű elnyelést szenvednek. Az  $\alpha$ -sugarak még áthatolnak azon a vékony alumínium-lemezen, mely a  $\delta$ -sugarakat már nem engedi át.

DUANE közelebbről is megvizsgálta az  $\alpha$ -sugaraknak ezt a hatását. Előtte többen, mint CURIE-né, BRAGG, KLEEMAN és RUTHERFORD, azt találták, hogy az  $\alpha$ -sugarak hatástávolságuk végén hirtelen elvesztik

ionizáló, foszforeszkálást előidéző és a fotografus-lemezre gyakorolt hatásukat. DUANE<sup>1</sup> kimutatta, hogy az  $\alpha$ -sugarak hatástávolságuk végén töltésüket is elvesztik. Sőt elmarad az a tehetségük is, hogy csiszolt lapon  $\delta$ -sugárzást keltsenek.<sup>2</sup> Az  $\alpha$ -sugarak tehát csak addig idéznek elő  $\delta$ -sugárzást, míg töltésük van és míg sebességük elég nagy arra, hogy a gázt ionizálják. Mint utóbb HAUSER<sup>3</sup> észrevette, ilyen  $\delta$ -sugarak nemcsak csiszolt fémlapon, hanem bármely érdes felületen is keletkeznek a beeső  $\alpha$ -sugarak hatása alatt. De csak akkor lépnek ki az érdes felületről a környezetbe, ha rájuk elektromos erő taszítólag hat. Ahhoz, hogy az összes  $\delta$ -sugarak elhagyják a lapot, nagy elektromos erő szükséges. Ez volt az oka annak, hogy kezdetben csak a csiszolt lapról kiinduló másodlagos sugarakat vették észre.

Tudjuk, hogy a fényelektromos jelenség, mikor az ibolyántúli sugarak hosszabb időn át esnek a fémlapra, mindinkább gyengül. Ez a fényelektromos kifáradás. Hasonló jelenséget észlelt előbb BUMSTEAD,<sup>4</sup> majd POUND<sup>5</sup> annál a  $\delta$ -sugárzásnál, melyet az  $\alpha$ -sugarak beesése kelt. Ha a lapot körülvevő térben a nyomás csökken, a  $\delta$ -sugárzás is gyengül. Mintha a ritkítás előrehaladtával a fémlap kifáradna abban a hatásában, hogy másodlagos sugárzást bocsásson ki. A  $\delta$ -sugárzás tehát valószínűleg az elnyelt vagy a felülethez tapadt gázokhoz van kötve. A másodlagos sugárzásban való kifáradás nagyobbfokú volt rézlapon, mint szénfelületen. Ez utóbbi t. i. nagyobb mennyiségű gázt tud elnyelni, mely a belső rétegbe is behatol, míg a réz a ritkított térben hamarabb elveszti a hozzátapadt és a kis mennyiségben elnyelt gázt. A legerősebb másodlagos sugárzást a friss

<sup>1</sup> Comptes Rendus, 146. köt., 1908, 958. l.

<sup>2</sup> U. o., 1088. l.

<sup>3</sup> Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 936. l.

<sup>4</sup> American Journal of Science, 1912, 35. köt., 309. lap és Phil. Mag., 1912, 24. köt., 4. 2. lap.

<sup>5</sup> Phil. Mag., 23. köt., 1912, 813. l.

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 9. köt., 1908, 821. l.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschr., 12. köt., 1911, 870. l.

<sup>3</sup> Ann. d. Phys., 27. köt., 1908, 388. l.



szén mutatja. Ha azonban hosszabb ideig légüres térben hagyjuk, akkor előbbi sugárzó tehetségét teljesen elveszti.

$\delta$ -sugarak tehát az előbbieket szerint minden rádioaktív anyagban keletkeznek, mely  $\alpha$ -sugarakat bocsát ki. Előállnak továbbá akkor is, ha az  $\alpha$ -sugarak bármilyen lapba ütköznek, sőt a levegőben is. Végül  $\delta$ -sugarak észlelhetők, ha negatív töltésű részecskék valamilyen lapra esnek. A negatív részecskék eredhetnek WEHNELT-féle katódból, fényelektromos jelenségből, lehetnek másodlagos katód-sugarak.

Bármely sugár ionizáló tehetsége ahhoz van kötve, hogy a részecske sebessége elég nagy-e arra, hogy az ütközésnél a gáz molekuláit felbontsa. Minthogy a  $\delta$ -sugarak igen kis sebességű elektronok, azért ionizáló hatásukat sokáig nem is tudták kimutatni. Csak legutóbb sikerült BIANU-NEK<sup>1</sup> megállapítani, hogy azok a  $\delta$ -sugarak, melyek az  $\alpha$ -részecskék ütközésekor

<sup>1</sup> Comptes rendus, 1913, 156. köt., 785. lap.

keletkeznek, kis sebességük ellenére is ionizálják a levegőt. Egyébként a  $\delta$ -sugarak sebessége, miként ma már tudjuk, nem is mindig olyan kicsi, mint CAMPBELL<sup>1</sup> gondolta. HAUSER<sup>2</sup> azt találta, hogy a  $\delta$ -sugarak legnagyobb részének kezdősebessége igen kicsi ugyan, de kis számban vannak köztük nagyobb sebességű részecskék is. Sőt BUMSTEAD és GOUGAN<sup>3</sup> akkora sebességű  $\delta$ -sugarakat is talált, melyeket aránylag nagy elektromos erővel sem lehet visszatartani. Ezek a nagy sebességű  $\delta$ -sugarak, mint BUMSTEAD<sup>4</sup> kimutatta, újból keltenek  $\delta$ -sugarakat, ha bárminő lapra esnek. Ilyen módon tehát harmadrendű sugárzást is lehet kelteni. A nagy sebességű következtében egyes  $\delta$ -sugarak áthatoló tehetsége is nagyobb, mint CAMPBELL hitte.

Mende Jenő.

<sup>1</sup> Phil. Mag., 1912, 23. köt., 479. lap.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschr., 13. köt., 1912, 938. l.

<sup>3</sup> Am. Journ. of Science, 1911, 34. köt., 309. l.

<sup>4</sup> U. o., 1913, 36. köt., 91. lap és Phil. Mag., 1913, 26. köt., 233 lap.

## Sztereoszkópi képek készítése közönséges fotografáló készülékkel.

A sztereoszkópnak mint a tudományos kutatás segédeszközének jelentősége különösen a biológia terén eléggé ismeretes. Sztereoszkópi képek segítségével igazán világos képet kaphatunk olyan természeti tárgyokról, a melyeket egyszerű fotográfia alapján csak hosszadalmas leírással lehetne megértetni. Csakhogy nincs mindenki abban a helyzetben, hogy erre a célra külön sztereofotografáló készüléket szerezzen be, éppen ezért sokan nem is gondoltak ilyen fotografiák készítésére, holott mozdulatlan tárgyokról ilyen képek bármiféle készülékkel készíthetők, ha azokat igen egyszerű szerkezetű, magunk készítette eszközre helyezzük. Maga az elv, bár nem ilyen egyszerű kivitelben, már régen ismeretes és a mikrosztereofotografiának is az első kísérletei közé tartozik.

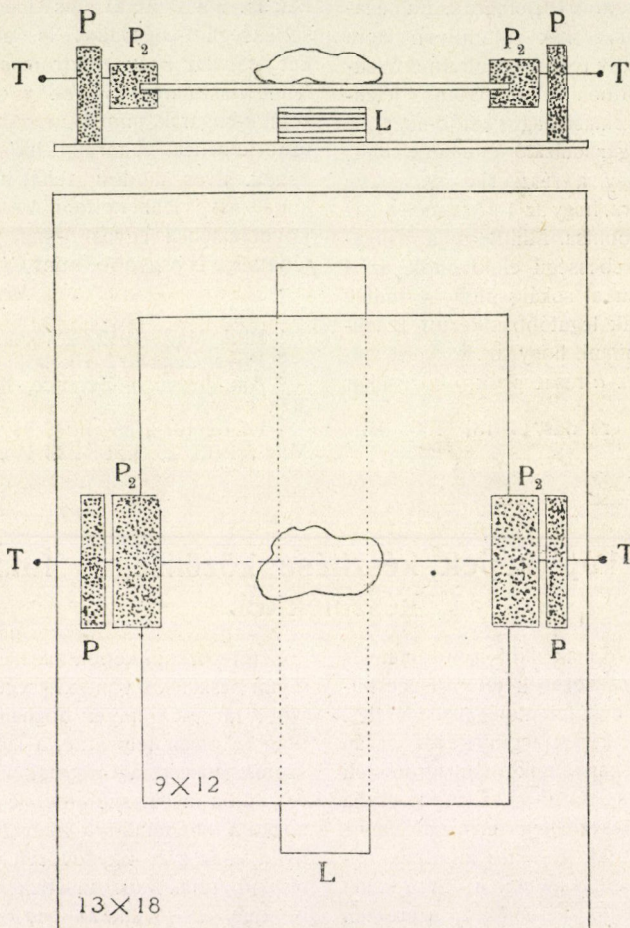
Sztereoszkópi képek készítése céljából olyan készülékre van szükségünk, a melyely a tárgyat könnyen hozhatjuk egymásután két olyan helyzetbe, a mely a természetes látásnál a tárgynak külön a jobb és külön a bal szemmel látható részeit hozza a fotografálásra kedvező helyzetbe. Ilyen eszköz az úgynevezett FRITSCH-féle billegő asztal. Működésének magyarázatát röviden a következőkben ismertetem: Domborúan látjuk a tárgyakat azért, mert két szemmel nézzük, még pedig mind-egyikkal más más látószög alatt. Az egyik szemünkkel egy kicsit többet látunk jobbról, a másikkal balról. A két benyomást azután agyvelünk plasztikus képpé egyesíti. Ha már most a tárgyból egyik szemmel egy kicsit többet látunk balról, a másikkal jobbról, akkor természetesen ha a tárgyat

jobbra forgatjuk, egyszer oda jutunk, hogy a jobb szemünkkel látjuk azt a részt, a melyet előbb a bal szemünkkel láttunk. Ha most már lefotografáljuk a tárgyat abban a helyzetben, a mint azt a jobb szemünk látja és azután elfordítjuk annyira, mint azt a balszem látta és újra lefotografáljuk, akkor a két szem látásá-

nak megfelelő két részképet kapunk, a melyek együttesen sztereoszkópon nézve egy plasztikus képet fognak adni.

A kinek egy kevés kézügyessége van, az a fölvételhez szükséges eszközt maga is könnyen elkészítheti. Szerkezete az 1. rajzból könnyen megérthető.

Körülbelül 13–18 cm-es üveglemezre



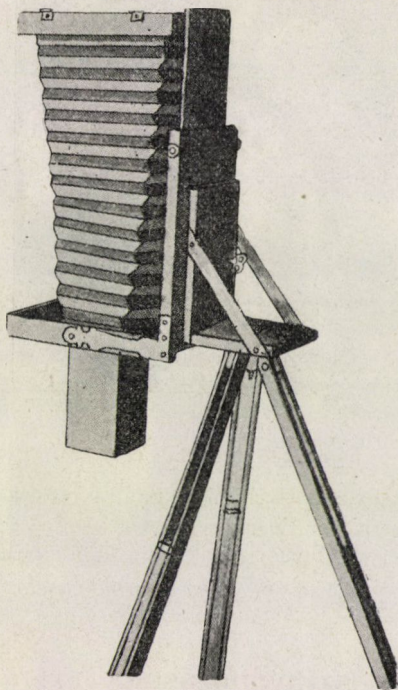
1. rajz.

(1. rajz) jó enyvvel két parafadugó-darabot ( $P$ ) ragasztunk. Két másik parafadarab közé pedig, a melyeket alkalmas bevágással látunk el ( $P_2$ ), egy kisebb, mondjuk 9–12 cm-es lemezt erősítünk. A két parafadarabon keresztül egy pár erős gombostűt tűzünk, úgy hogy a kisebb

üveg így a tűk által alkotott tengelyen fog függni. A felfüggesztésnek úgy kell történni, hogy a tűk meghosszabbítása által alkotott tengely, a melyet a rajzon pontozott vonal jelöl, pontosan a fölveendő tárgy közepén menjen keresztül. A kisebbik üveglemez alá kellő vastag-



ságú léczdarabot teszünk ( $L$ ), a mivel később az üveglemez mozgását, kisebb, vagy nagyobb elhajlását szabályozzuk. Egyszerre különböző vastagságú ilyen alátét-léczet is készíthetünk, mindegyikre följegyezve, hogy a lemez hány foknyi elmozdulásának felel meg. A szükséges elfordulás a nagyítás szerint változik: mennél nagyobb a nagyítás, annál kisebb kilengésre van szükség és megfordítva. Természetes nagyságban való fotografálásnál körülbelül  $5^0$ -nyi előfordulás



2. kép.

szükséges, hogy a rendes látásnak megfelelő képet kapjunk. Erre nézve különben a tapasztalás jelöli ki a leghelyesebb utat.

A fölvételnél a tárgyat pontosan a lemez, vagyis az optikai tengely közepére helyezük. Minthogy a fölvetel ennél az eszköznél csakis felülről lefelé történhetik, a fotografáló gépet az állványon e célra alkalmas helyzetbe helyezük el, mit könnyen elérhetünk a 2. képen látható egyszerű pótlékkal, a mit két deszkadarabból sze-

gezünk össze és biztosabb tartás végett még egy léczcel vagy bádogszelettel is megerősítünk. A vízszintesen fekvő deszkába magunk beleerősíthetjük a fotografus-üzletben olcsón kapható csavarmenetet, míg a másik deszkára egy állvány-csavart teszünk. Ennek az egyszerű alkotmánynak közbeiktatásával most már függőleges helyzetbe hozhatjuk gépünket, a mit így beállítani is elég kényelmes. A gépet a milyen hosszúra csak lehet, kihúzzuk, hogy lehetőleg természetes nagyságban, esetleg nagyítva fotografálhassunk vele. Persze a kihúzat hossza elsősorban is a lencse gyújtótávolságától függ. Mennél kisebb gyújtótávolságú objektívünk van, annál rövidebb kamarával is fogjuk beérni. Ha netalán mégis nem lenne elég hosszú a kamara, megtoldhatjuk egy kéregpapirosból készült hosszúkás dobozzal, a minek megerősítésmódját kiki készülékének homlokrésze szerint igazítja, úgyszintén ennek alsó részén a lencsének elhelyezését is.

Az ily módon felállított gép alá tesszük most már a fentebb leírt eszközt, még pedig úgy, hogy optikai tengelye és így a tárgy középrésze is pontosan az objektív közepe alatt legyen. Beállításkor az üveglemezt vízszintesen helyzetbe hozzuk és csak azután fordítjuk jobbra és balra a szükséges szög alatt és csináljuk meg egymásután a két fölvételt. A kinttartás ideje függ a tárgy világosabb vagy sötétebb színétől és a megvilágítás milyenségétől. Magától értetődik, hogy lehetőleg a legkisebb diafragmával csináljuk a fölvételt, hogy így a tárgy mélyebben fekvő részeiről is éles képet kapjunk. Sötétebb tárgyat világosabb, világos színű tárgyakat sötétebb alapról veszünk föl, úgy hogy az üveglemez alá világosabb vagy sötétebb színű papirost vagy szövetet erősítünk.

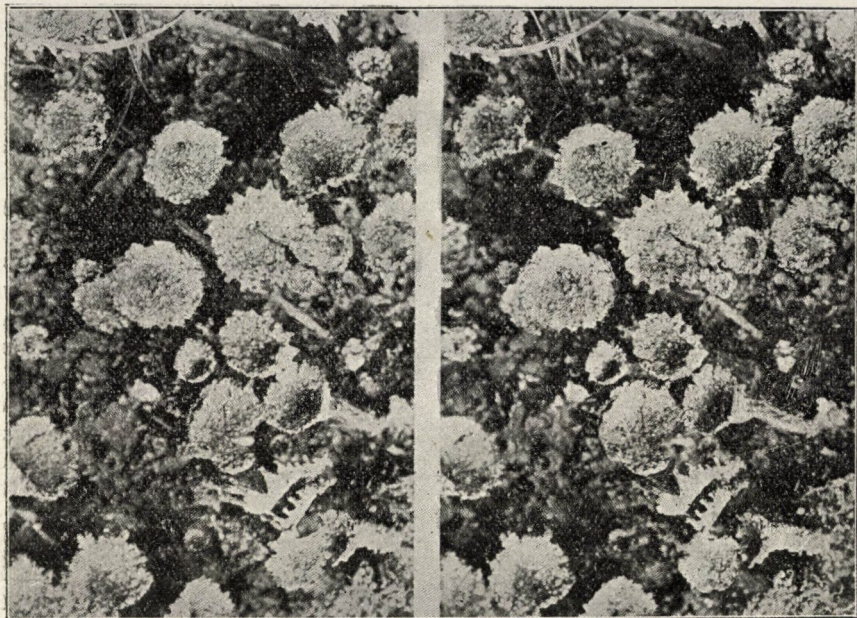
Azt, hogy a két részkép közül melyik a jobboldali és melyik a baloldali kép, leg egyszerűbben a felragasztás előtt sztereoszkópon nézve állapítjuk meg.

Annak igazolására, hogy milyen szépen lehet ily módon igen tanulságos fotogra-



fiákat készíteni, egy képet (3. kép) közlők, mely háromszoros nagyítással van fölvéve, még pedig 150 mm gyújtó-

távolságú objektívvel, F. 48 diafragmával, szobában, augusztus hónapban, körülbelül 15 másodpercnyi kinntartással.



3. kép. *Cladonia pyxidata* (L.) FRIES. 3/1.

Tekintve egyébként, hogy az eszköz elkészítése semmibe sem kerül, mert hiszen lemez, dugó, gombostű minden háznál

akad, csak ajánlani tudom a vele való kísérletet. Megjegyzem még, hogy legcélszerűbb lemezalak a 6–9 cm méretű.

*Dr. Sántha László.*

### Néhány orvosi növény színváltozása.

A virág színe a legtöbb növény fajára jellemző. A pipacs piros, a nefelejts kék, a hóvirág fehér színe annyira jellemző, hogy a szín már hozzátartozik az illető virág fogalmához. Mégis vannak kivételek. Például a búzavirág, a melynek közmondásos az égszínkék virága, nemcsak kék virággal nyílik, hanem akad — néha künn a mezőn is — sötétkék, rózsaszínű vagy fehér búzavirág is. Odakünn a szabad természetben mint rendellenesség egy-egy a rendes szintől elütő példány is akad és a kertészek mindjárt hasznukra

tordítják a természetnek e játékát és rendszeres tenyésztés alá veszik a rendellenességet s új színváltozatokat tenyésztenek ki.

A virág a növény fejlődésének tetőfokát jelenti. Virágzással fejezi be a növény növekedését; virágnylás rekeszti be a növény testének teljes kifejlődését. A mikor tarka virág ékesíti a növény egyhangú zöld ruháját, nemcsak pompát és külső díszet ölt magára az eddig oly szerény külsejű növény, hanem virágjának kifejlésével abba a szakba lép,

a mikor külső és belső tulajdonságainak teljes kifejlődését elérte. Virágzása idején a növény nemcsak szépségének tetőfokára jutott el, hanem a zamatját adó illó olajok, a levelét és szárát tartalmazó tevé alkaloidok, glikozidok és egyéb ható anyagok akkor fejlődnek ki benne a legteljesebb mértékben. Virágfakasztás idején tehát teljes valójában mutatkozik be a növény. A zamatos herbát szolgáltató növényt, pl. a mentát, bimbózás idején kell vágni, mert akkor tartalmaz legtöbb illó olajat; az alkaloidokat tartalmazó leveleket (gyűszűvirág, beléndek, nadragulya, maszlág stb.) virágzás idején szedjük a virágos tövekről, de még az ezerjófűvet is virágzás idején kell gyűjteni, mert akkor legértelmesebb. A virág azonban nemcsak a dísz és tökéletesség szimbóluma, hanem egyúttal a növény faji jellegének, külső és belső tulajdonságainak a visszatükrözője.

A virág színbeli eltérése pedig nem csupán játék a természetnek, hanem külső, látható tanúságtétele annak, hogy a növény rendes sajátosságaitól eltért. Az eltérés a belső összetételre is vonatkozhatik; a kémiai alkotásra, bizonyos vegyületek, finomabb összetételű kémiai anyagok rendellenes, hiányos vagy a rendesnél nagyobb arányú kifejlődését is jelentheti.

A vadon termő növényeken gyakran látunk színbeli eltérést. Gyakori az az eset, hogy színes virág kivételesen fehérén nyílik, vagy kék virág helyett rózsaszínű virág fejlődik stb. E jelenségnek rendszerint nem tulajdonítunk nagyobb jelentőséget, legfeljebb lepréssük a rendellenes virágú növényt gyűjteményünk számára. A mikor azonban növényt termesztünk, akkor már figyelmesebben vizsgáljuk a növények tenyésztését, ellenőrizzük fejlődése minden mozzanatát és minden rendellenességet gyanus szemmel nézünk. Kivált ha olyan növényt termesztünk, a melyet bizonyos hatóanyag tartalmazta, mint pl. a fűszert és orvosságot termő növényeket, akkor kétszeres figyelemmel vagyunk a növények rendes vagy rendellenes fejlődésére.

A kolozsvári gazdasági akadémia botanikus kertjében és a vele kapcsolatos gyógynövény kísérleti telepen termesztett orvosi növények között már több év óta észleltem bizonyos színbeli eltéréseket, de sohasem tűnt fel nekem annyi színváltozat, mint ez idén. Évek óta természetem az *orvosi zsályát* (*Salvia officinalis*). A különböző kisebb-nagyobb ágyásokon termesztett számos fő rendszeren mind kék virággal nyílt, legfeljebb egyes tövek rózsaszínbe hajló virágot fejlesztettek, míg ez idén a sok kékvirágú zsálya között egy hófehér virágú fő akadt.

Az *izsóp* (*Hyssopus officinalis*) rendszeren élénk kékszínű virággal nyílik, de mindig akad elég sok fő, a melynek rózsaszínűek a virágai.

A *fehér pemetefű* (*Marrubium vulgare*) fehér színű virágai a rendesek; ez idén akadt több fő, a melynek rózsaszínűek a virágai.

A *piros gyűszűvirág* (*Digitalis purpurea*) sajátosságai közé tartozik a virágnak szép bíborpiros színe, mégis minden kiválgatás és gondos kezelés mellett el nem kerülhető, hogy itt-ott ne akadjon fehér és rózsaszín virágú is, mint a hogyan minden évben akad egy-két pelóriás fő is.

Legnagyobb meglepetést okozott azonban ez idén a *sárga nadragulya*. A *nadragulya* (*Atropa Belladonna*) tudvalevőleg sötét barnásibolya színű virággal nyílik, szára sötét vörösbarna majdnem fekete, bogyója pedig igen tetszetős fénylő fekete. Ez idén akadt két különböző helyen egymástól távol fekvő ágyásban, t. i. egyrészt az akadémiai botanikus kertben, másrészt a királydombi gyógynövénytelepen, több fő, a melynek virágai halaványsárgák, száruk világos zöld és bogyóik okkersárgák voltak. A sárga nadragulya annyira feltűnő volt, hogy meg kellett vizsgálnom, vajjon van-e a sárga nadragulyában atropin? Mert hiszen a nadragulyát az atropin tartalma teszi értékessé. Kérészemre az itteni vegykísérleti állomás vezetője: LOSONCZY ERNŐ kir. fővegysz. megvizsgálta a sárga és a rendes fekete nadragulya atropintartalmát.



azt tapasztalta, hogy a sárga nadragulyának *nagyobb* volt az atropintartalma, mint a vele ugyanazon a helyen termő rendes színű nadragulyának. Az elemzés adatai a következők: míg a rendes színű nadragulya levele 0.114%, szára pedig 0.147% nyers atropint tartalmazott, addig a sárga virágú alak levele 0.219%-ot és a szára 1.94%-ot tartalmazott.

Az említett színbeli eltérést még érdekesebbé tette az a körülmény, hogy a kétféle színű tövek mellett akadt átmeneti alak is, a mennyiben volt egy tő, a melynek öt világos zöld és egy feketés barna — t. i. rendes színű — szára volt; a világos szárazon sárgák voltak a virágok és a bogyók, a feketéken pedig rendes sötét színűek. Egy másik tőnek 3 zöld és 2 fekete szára volt a megfelelő színű virágokkal és bogyókkal. Volt továbbá olyan átmeneti alak is, a melynek pártacsöve világos sárgaszínű, de pártájának karimája sötétbarna volt, a bogyók feketék és a szár átmeneti színű volt, t. i. zöld, sötétbarna hosszanti csíkokkal és széles sávokkal. Ezt az átmeneti alakot is megvizsgálta Lossonczy ERNŐ fővegyszer és azt találta, hogy levele 0.185% nyers atropin tartalom dolgában is átmeneti alak volt a világos és a sötét alak között.

Ezek az adatok tehát a mellett szólnak, hogy a növény színe és alkaloid-tartalma között összefüggés van. Hasonló összefüggést tapasztalunk a *borsosmenta* (*Mentha piperita*) színe és illanó olajtartalma között, a mennyiben a fekete-szárú növényekben több az illanóolaj, mint a világos színűekben. A nadragulyában fordítva áll a tétel, itt t. i. a világos színű egyedek a tartalmasabbak. Úgy látszik tehát, hogy a festőanyag kiképződése, a mely a nadragulya sötét színét adja, az atropintartalom rovására fejlődött ki a nadragulyában.

Mindezen növények színeződése igen szoros összefüggésben van a táplálkozási és egyéb megélhetési viszonyokkal, a mit legjobban észlelhetünk a borsosmentán. Erős trágyázás után sötétebb szárú

tövet és sok vörös levelű hajtást kapunk, míg sovány talajon a világos színűek jutnak többségre. E szín változásával az illető egyedek illanóolaj tartalma is ingadozik.

A nadragulya színváltozását az éveken keresztül a botanikus kertemben folytatott mesterséges termesztésnek, az eredeti termőhelytől elütő viszonyok mellett való művelés eredményének tulajdonítom. A nadragulya eredetileg a bükkösök irtásaiban terem, ott tehát egészen mások a megélhetési viszonyai, mint a kertekben, a hol ugyan trágyázhatunk, de a vadon termők megélhetési viszonyait még sem adhatjuk meg teljes mértékben. A kertben termesztett nadragulyát nem is deldelgettem valami nagyon, nem trágyáztam valami bőven, mert eddig nem kíséreltük meg itt az alkaloid előállítását. A nadragulyát eddig csak oktatási célra termesztettem. Minthogy alkaloid-vizsgálatra eddig nem voltam berendezve, arra való szakemberem nem volt, nem is helyeztem súlyt az itt termesztett nadragulya atropintartalmára. A múlt évben vizsgáltam meg első ízben az általam termesztett nadragulyát. Dr. FRIEDL GUSZTÁV úr, az újpesti „*chinonin-gyár*“ vegyésze, volt szíves az itteni 1915. évi nadragulyát megvizsgálni és azt találta, hogy a levélben 0.13%, gyökérben 0.26% és a bogyóban 0.42% atropintartalom volt. Az 1915. és az 1916. évi vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy az itt termesztett nadragulya atropintartalma jóval kisebb a vadon termőnél és kisebb a kereskedők és gyárosok által megkivánt atropintartalomnál. Pedig a magyar nadragulyának a külföldön nagy híre van. A háború előtti években angol és német kereskedők nagyon megdicsérték a magyar nadragulya nagy atropintartalmát.

MILLER<sup>1</sup> F. A. közli, hogy a nadragulya levelének legalább 0.3%, a gyökérnek 0.45% atropint kell tartalmaznia. A kereskedelmi levélárúnak 6%-a nem éri el az

<sup>1</sup>Pharmaceut. Centralhalle, 1916, Nr. 7.



előirt tartalmát, míg a kereskedelmi gyökérárúnak 28<sup>o</sup>o-a marad az előirt legkisebb érték alatt. A termesztett növények levél és gyökérhozama különböző volt, noha külsőleg nem volt köztük különbség. Az alkaloidtartalom pedig az évek során változik, legnagyobb a harmadik év végén.

Minthogy a sárga bogyókat külön

szedtük, magjukat külön kezeljük és ha módomban lesz, a magvakat külön is fogjuk majd elvetni. A békésebb viszonyok helyreálltakor talán sikerülni fog a sárga nadragulyának további kitenyészése és annak kipróbálása vajjon öröklődik-e a nadragulya sárga jellege vagy sem?

*Dr. Péter Béla.*

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

A földmágneses erő mérése katód-sugarakkal. A katódsugaraknak eltérítését mágneses mezőben KNIPP C. T. és WELO L. A. a földmágneses erő vízszintes összetevőjének (H) meghatározására használták fel.<sup>1</sup> A módszer ugyanaz, mint a melyet a katódsugár elektromos töltése és tömege közt levő viszony  $\left(\frac{e}{m}\right)$

megállapítására szoktak használni, t. i. a katódsugarakat elektrostatikai és mágneses mezőben egyszerre térítik ki. Mint-hogy aránylag kis mágneses mező méréséről van szó, kisebb sebességű katódsugarak keltése ajánlatos, oly célból, hogy rövidebb csőben már jól mérhető eltérítést kapjunk. A szerzők WEHNELT-féle elektródot használtak, a keltett katódsugarak sebessége  $1.6 \times 10^9$  cm sec. Tapasztalás szerint az elektrostatikai mezőtől származó kitérés nem állandó hosszabb ideig és a katódsugár — a csőben megmaradt csekély gáznak a keresztül haladó katódsugaraktól kapott elektromos vezetőképessége következtében — ismét eredeti irányába visszatér. Ez okból KNIPP és WELO az elektrostatikai mezőt szolgáltató sűrítő töltését kommutálták; többször változtatva a töltést, a legnagyobb első kitérésnek megfelelő, jól látható nyomot kaptak a fotografus-lemezen. A sűrítő (tehát az elektrostatikai mező) a cső tengelye körül forgatható volt. A cső végén levő és rá merőleges fotografus-lemezen a mágneses és elektrostatikai mezőtől

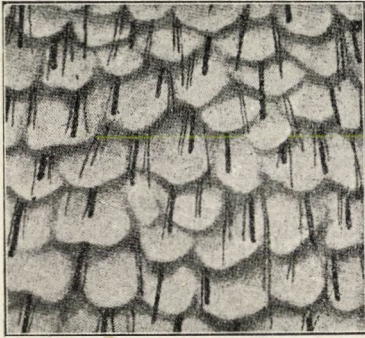
szenvedett eltérítésnek megfelelő nyomot kapunk. Ha a sűrítőt (tehát az elektrostatikai mezőt) egyszer a cső körül viszzük, e nyomok sorozata két egyenlő kör; középpontjuknak egymástól való távolsága az elektrostatikai mezőtől keltett kitérés kétszerese, és sugaruk a földmágneses mező vízszintes összetevőjétől okozott eltérítés. E körök méretéből, ha ismerjük az elektrostatikai mezőt, továbbá a műszerberendezés méreteitől függő állandókat, akkor az  $\frac{e}{m}$  viszony alapján a H értéke kiszámítható. Az  $\frac{e}{m}$  viszonyra a jól ismert  $1.765 \times 10^7$  adatot elfogadva, a szerzők a H értékét 10 mérésből  $\pm 0.0008$  (cgs) középphibával kapták, e középphiba a megmért H-nak  $1.24$  része. Az abszolút hiba nem ismeretes, minthogy a H értékét más szokásos módszerrel nem állapíthatták meg.

*Dr. Steiner Lajos.*

A kutya bőrének pikkelyszerű felülete. TOLDT a róka bőrének felületén eddig ismeretlen pikkelyszerű szerkezetet mutatott ki, mely abban nyilvánult, hogy egyes testtájakon a bőr felülete a háztető cserepeinek elrendezéséhez hasonlít. HIETEL F. a bécsi állatorvosi főiskola szövettani intézetében kutyaon végzett erre vonatkozó vizsgálatokat (Anatomischer Anzeiger, 49. köt., 97. lap) és szintén azt találta, hogy a bőr felülete sok helyen pikkelyszerű szerkezetű (1. kép); a pikkelyszerű részletek a háztető cserepeihez hasonlóan sorokban foglalnak helyet és félkör- vagy pedig hosszúkás alakúak (derék-

<sup>1</sup> Terrestrial Magnetism, 1915. June, 53—68. lap.

szögűek), szabad szélük hátra irányul. Egy részük szabad szemmel is észrevehető. A test hátoldalán a pikkelyszerű elrendeződés kifejezettebb, mint oldalt vagy a hasoldalon, hol csaknem teljesen elmosódott. Durvábban szőrözött állatok bőrén (pl. rövid szőrű, drótszőrű foxterrieren) a pikkelyszerű szerkezet erősebben fejlett, mint



1. kép. Hathetes foxterrier hátbőrének részlete, 20-szorosan nagyítva.

finom, lágy szőrű kutyákon (pl. máltai selyempincsen). A szőrök tövét a pikkelyszerű kiemelkedések szabad széle fedi, a szőrök a bőr irharétegének mélyedéséből nyulnak ki. A pikkelyszerű szerkezetet egyébként a bőr irharétegének kiemelkedései hozzák létre, míg az ezt fedő hámréteg egyenletes marad.

*Dr. Zimmermann Ágoston.*

**Drótnélküli telegráfia nagy távolságra.** Mióta a drótnélküli telegrafiát a gyakorlatba átvitték, a fejlődésnek egyik állandó iránya az, hogy mennél nagyobb távolságon át lehessen közlekedni. Ebben a tekintetben többször igen jelentős eredményt lehetett elérni. Így 1912-ben San Francisko-ból Hokesu-ba (Japán északi részén) tudtak jeleket küldeni 10000 km-nyi távolságon át. A Jaskban, a Perzsa-öböl partján épített állomás 11000 km-nyire érintkezett a melbourni (Ausztrália) kikötőben levő Mantua hajóval, pedig ennek állomása csak kis energiára, 1·5 kilo-

watra volt berendezve. Ezeket az eredményeket az idei évben még jelentékenyen túlszárnyalták. Honolulu-ban átvették Nauen jeleit, bár a távolság 16000 km. De nem szabad azt gondolni, hogy ilyen messzire állandó, rendszeres érintkezést lehet fenntartani. Ezt az eredményt csak akkor tudják elérni, mikor a légköri viszonyok, a melyek az elektromos hullámok terjedését befolyásolják, igen kedvezők. Az állandó közlekedést nagy távolságra részben a POUlsen-féle iltámpás jeladóval, részben pedig a GOLDSCHMIDT-féle generátorral érik el. Így Sayville (Északamerikai Egyesült-Államok) és Nauen (Berlin mellett) a generátort használják. Viszont Tuckerton és Eilwese közül, a melyek szintén Amerika és Németország forgalmát bonyolítják le 7200 km-en át, Tuckerton ivényes rendszerrel szerelték fö.

Ha 16000 km-es távolságot csak nagyritkán sikerül is áthidalni, azért ez az eredmény mégsem közömbös. Mert azt mutatja, hogy az a fölvevő-állomás, a mely ilyen messziről kiinduló elektromos hullámokat megérez, rendkívül érzékeny. Viszont ha nagyon érzékeny felvevőhöz akarunk adott távolságra jeleket küldeni, akkor a jeladó-állomást kevesebb energiával kell ellátni, és így nagy megtakarítást érhetünk el. **M.**

**A földgáz előfordulása Délországban.** KONSTANTOW<sup>1</sup> hirádaása szerint az Azóvi-tenger mentén a tauri kormányzóságban, a berdjanszki kerületben, artézi kút fúrásakor több helyen 90—210 méter mélységből eredő, jól égő gázt fedeztek föl. A gáz összetétele: metan 93·66%, CO<sub>2</sub> 3·35%, O<sub>2</sub> 1·1%, H<sub>2</sub> 1·08%, CO 0·2%. Fűtőértéke 8969 W. E.

Hasonló gázforrásokat a FAMBER-féle birtokon már 6 év óta használnak s mennyisége még nem csökkent.

KONSTANTOW szerint Krimben a metitoboli kerületben szintén észleltek földgázra emlékeztető gázokat. **G.**

<sup>1</sup> Gornij Journal, 1915, 4. kötet.



Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a társulat tagjai évi 2 K. ráfizetéssel kapják; előfizetési ára, a Természettud. Közlönyvel együtt, 12 K.

XLVIII. KÖTETHEZ.

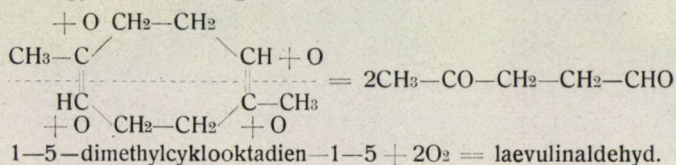
1916. DECEMBER

3-4. (CXXIII-CXXIV.) PÓTFÜZET.

### A mesterséges kaucsuk.

A kaucsuk különböző trópusi növényeknek, az ú. n. kaucsuktermő növényeknek (*Hevea*, *Ficus*, *Manihot*, *Castilloa*, *Landolphia*, *Willoughbya*, *Hancornia*, *Kickxia*, *Urceola* stb.) levegőn megalvadt és beszáradt tejnedve. A tisztított, természetes kaucsuknak bruttóösszetétele, vagy más szóval elemzési képlete:  $C_5H_8$ ; vagyis chemiai összetétele azonos a hemiterpénekével. A kaucsuk molekulája pedig ennek a legegyszerűbb elemzési képletnek bizonytalan sokszorososa:  $(C_5H_8)_x$ . Szerkezeténél fogva a hidroaromás, vagy helyesebben szólva a hidrociklikus vegyületek sorába tartozik.

A régebbi kísérleteket és föltevéseket nem tekintve, körülbelül tíz évvel ezelőtt lebbent föl először a kaucsukmolekula szerkezetét fedő fátyol, a midőn HARRIES, kielii egyetemi tanárnak sikerült a természetes kaucsukmolekulát ozonizált levegővel, illetve ozonizált oxigénnel két molekula laevulinsavaldehidre, illetve annak peroxidjára elbontani.<sup>1</sup> Ebből a viselkedésből következik, hogy a kaucsuk molekuláját „1-5 dimethylcykloktadien” szerkezetűnek kell tartanunk, mert előbb említett bomlása csakis e szerkezet föltevésével magyarázható meg:



A természetes kaucsuk ennek a HARRIES-féle képletnek sokszorososa, polimérje. Bár a legújabb vizsgálatok és kutatások szerint ez a képlet már nem teljesen egyeztethető össze a kaucsuk molekulájának egész viselkedésével, a tudomány és az ipar egyaránt mégis rendkívül hálás lehet HARRIES-nek, mert a kaucsuk szintézisére irányuló összes kísérletek és próbálgatások kivétel nélkül az ő általa megállapított képlet alapján indultak meg.

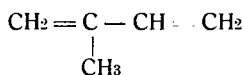
A kaucsuk előállítására irányuló törekvéseknek nagy jelentősége és mérhetetlen nagy gyakorlati fontossága azonnal kitűnik, mihelyt a természetes kaucsuknak legfőbb tulajdonságait: a rugalmasságot, a gázokat

<sup>1</sup> Ber. d. Chem. Ges., 38. kötet, 1195. lap.



és vizet át nem eresztő sajátságát, az elektromosságot szigetelő képességét és más egyéb sajátságait tekintjük, a melyek alapján a kaucsuk számos iparágban úgyszólván nélkülözhetetlenné vált és ezért joggal nevezhető ma kultúr-tényezőnek. Minthogy minden modern ipari állam kaucsuk-bevitele sok milliós értéket képvisel, a mesterséges kaucsuk előállításának ügye elejétől fogva — már békeidőben is — rendkívül kecsegtetőnek látszott. A kaucsuk-szintézis gyakorlati fontossága azonban igazában a mostani világháború folyamán derült ki, mert a háborús állapot Németországot és szövetségeseit a természetes kaucsuk forrásaitól, főleg a brazíliai, a keletázsiai (Szunda szigeti) és az afrikai behozataltól teljesen elzárta. Valóban csodálatra méltó a germán előrelátás, akaraterő és kitartás, a mely egyetlen egy modern technikai feladatot sem karolt fel oly vaskövetkezetességgel, mint éppen a kaucsuk szintézisének, azaz a kaucsuknak a belföldön való termelésének ügyét. A tudomány és a technika válllvetve fáradozik ma a mesterséges kaucsuk előállításának gyakorlati megvalósításáért s e mozgalomban elsősorban és majdnem kizárólag a német kémiai ipar leghatalmasabb képviselői voltak a fő mozgatók; a német ipar e célra eddig is már milliókat áldozott és milliókat áldoz még ma is. A napi sajtó adatai szerint Németországban a mesterséges kaucsuk ügye legalább a háború idejére megoldottnak tekinthető; a mi más szóval azt jelenti, hogy sikerült a német kémiai iparnak a dolgot odáig fejleszteni, hogy a háborús iparnak legégetőbb kaucsukszükségletét, függetlenül minden tengerentúli behozataltól, a belföldön is elő tudja állítani. Azt azonban, hogy a kaucsuknak nem igen vagyunk bőviben, az első kereskedelmi tengeralattjárónak, a „Deutschland“-nak amerikai rakománya is bizonyítja, a mely — mint azt számtalanszor olvashattuk — természetes brazíliai kaucsuk volt.

Minden kaucsuk-szintézisnek alapja az isoprén. Ez az egyszerű alifás-olefin szénhidrogén a természetes kaucsuk desztillálásának a fő terméke. Az isoprén alacsony hőfokon, már 37°-on forró, a hemiterpének összetételével egyező úgynevezett diolefin, vagy a genfi elnevezési szabályok szerint „dien“-alifás szénhidrogén; 2-metil-butadién-1-3:



Ha ezt a képletet a HARRIES-féle kaucsuk-képlettel összehasonlítjuk, a kettő közötti egyszerű összefüggés azonnal szembetűnik és grafikailag isoprénből kaucsukot úgy keletkeztethetünk, hogy az előbbinek két molekuláját egymás mellé fektetve és mindegyik molekulában egy kettős kötést felbontva, a felszabaduló szénaffinitások egy másik isoprénmolekulát megragadva nyolcztagú homocziklust alkotnak vele, miközben mindegyik molekulában, a gyűrűképződés következtében megbolygatott kettős kötés,

hidrogénnel telítődik; szóval két molekula methilbutadiénből egy molekula dimetilciklootadién keletkezik polimerizálás következtében, mert a természetes kaucsuk tulajdonképpen az isoprénnek egyik polimér módosulata. Az isoprén magától is -- azonban csak igen lassan és tökéletlenül -- kaucsukká lesz; magasabb hővel vagy nyomással, továbbá kémiai vagy fizikai katalizátorokkal természetesen rendkívüli módon meggyorsíthatjuk és tökéletesíthetjük ezt a átalakulást. Minden kaucsuk-szintézis e szerint két részre bontható: az első az isoprénnek az előállítása; a második a polimerizációja. Gyakorlati kaucsuk-szintézisről ilyen értelemben csak akkor beszélhetünk, ha az isoprénhez olcsón és korlátlan mennyiségben hozzáférhetünk; ezért az utóbbi években minden áron arra törekedtek, hogy olyan olcsó és korlátlan mennyiségben rendelkezésünkre álló kiindulási anyaghoz jussanak, a melyből az isoprén technikailag könnyű módon előállítható. A világ első kémiai gyárainak legkiválóbb chemikusai nemes versenyre keltek. Legkevesebb 500-ra becsülhetjük azoknak a szabadalmaknak a számát, a melyek az 1910—13-ig terjedő rövid néhány év alatt napvilágra kerültek és a melyek kizárólag csak az isoprén-sorozatbeli szénhidrogéneknek előállításával, illetve polimerizálásával foglalkoznak.

Mellőzve a gyakorlatilag értéktelen szabadalmakat, azokat az anyagokat, melyek a kaucsuk mesterséges előállítását lehetővé teszik és Európában tetszésszerinti mennyiségben rendelkezésre állnak, három főcsoportba oszthatjuk. Ilyenek: a szén száraz lepárlásakor keletkező kőszénkátránytermékek; a szeszes erjedés alkoholjai, illetve a kenyérmagvak és a burgonya keményítőtartalma és végül a petróleum szénhidrogénjei. A felsorolt fő kiindulási anyagcsoportok mellett tekintetbe jöhetnek még a terpentinolaj terpénjei és a gyantafélék, továbbá az acetilén, a mely a karbid ipar révén, és az aceton, a mely a falepárlás illetve a keményítő újfajta erjesztése révén jelentékeny, sőt tetszés szerinti mennyiségben is rendelkezésünkre áll.

A kaucsuk-szénhidrogéneknek, az isoprénnek vagy metilbutadiénnek, az eritrénnek vagy butadiénnek és a dimetilbutadiénnek a terpentinolaj szénhidrogénjeiből való előállítása visszanyulik TILDEN-nek arra a múlt század nyolczvanas éveiben tett megfigyelésére, hogy terpeningőzők, vörösen izzó vascsöveken átvezetve, isoprénre és trimetiletilénre bomlanak. Az idevágó újabb szabadalmi eljárások ezen a régi megfigyelésen csak annyit javítottak, hogy a nyers terpentin helyett a terpentinnek bizonyos lepárlási termékeit, nevezetesen a dipenten-t vagy limonen-t veszik s ezeknek gőzét vezetik, vagy alacsony nyomásnál, vagy pedig valamely más közömbös gázzal, például nitrogénnel jelentékenyen meghígítva, elektromosan izzított fémszálak fölött. Ilyen módon kevesebb izomér vegyület keletkezik és az isoprén mennyisége a 60%-ot is elérheti. A pirogén bomlás tulajdonképpen nem egyéb, mint az isoprénnek dipentenné való polimerizálásának, vagyis

— egy régóta ismert dolognak — a megfordítása. Ugyanezt a gondolatot látjuk megvalósítva a HARRIES-féle isoprénlámpában is; a melynél a limonengőzők zezugos, izzó platinadrótok fölött szállanak el; majd 50<sup>0</sup>-os visszafolyó hűtőbe kerülnek, a mely a magasan forró, még el nem bomlott kiindulási anyagot a reakziós lombikba visszatereli, míg az alacsony forráspontú bomlási termékek — köztük elsősorban az isoprén — a hűtőt elhagyva, alkalmas és hűtött felfogóedényben cseppfolyóssá válnak. Ezzel az eljárással is körülbelül ugyanannyi isoprén termelhető, mint a pirogén terpénbontással.

A terpének most ismertetett szétbontásával számos újabb szabadalom foglalkozik. Legkedvezőbb e célra a 480—750<sup>0</sup> közötti hőfok. A gyakorlatban újabban a terpentinolajat evakuált, vörösen izzó retortákba cseppentik és a keletkezett bomlási termékek gőzét a lehető leggyorsabban elszívják. Hasonló elven alapszik az elberfeldi festégyárnak néhány újabb keletű szabadalmi eljárása, melylyel a terpénhasítást úgy végézik, hogy elektromos áram izzitotta szénpálczát merítenek a terpentinolajba, vagy pedig ibolyántúli fény, vagy elektromos szikrakisülések hatásának teszik ki. Ennek a módszernek állítólag az a gyakorlati előnye, hogy megszakítás nélkül és jó eredménnyel lehet vele dolgozni.

A természetes gyantának pirogén úton való szétbontása isoprén termelésére eddig nem vált be, mert a különböző összetételű gyantáknak magasabb hőre való hevítések, illetve lepárlásakor kapott termékek is nagyon sokfélék és igen bonyolult összetételűek. Egyéb, könnyen illó termékek mellett, isoprén is keletkezik, ha kolofoniumot, kopalt, xanthorreat s más gyantaféleségeket 250—450<sup>0</sup>-ra hevítünk, illetve száraz lepárlásnak vetünk alá.

A terpének mellett az acetilén-gáz már aránylag korán szerepelt az isopréngyártásra alkalmas kiindulási anyagok között. 1908-ban szabadalmaztattak olyan angol eredetű eljárást, a melylyel acetilén, aethylén és chlorometil aequimolekuláris elegyből vörös izzásra hevített csöveken való átvezetéssel, sósav lehasadása közben, isoprén állítható elő.

Az eredmény állítólag igen kedvező, mert az elméletileg megállapítható isoprénnek mintegy 30<sup>0</sup>/o-a előállítható s melléktermékként csak divinil és benzol keletkezik. Újabb tapasztalatok szerint azonban gyakorlati eredményt ezzel az első tekintetre oly egyszerűnek tetsző pirogén kondenzációval még nem tudtak elérni és valószínű, hogy a jövőben sem fognak elérni.

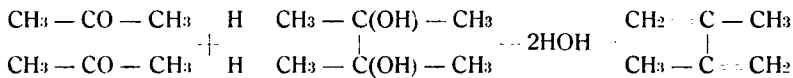
Szintén az acetilénből indul ki PERKIN-nek a következő eljárása: Acetilénből chemiai úton való víz hozzáadása által először acetaldehidet készítünk; ezt a szokott módon aldollá, vagy  $\beta$ -oxibutiraldehiddé kondenzáljuk, majd a megfelelő glikollá redukáljuk; ebből sósavval diklórbutant



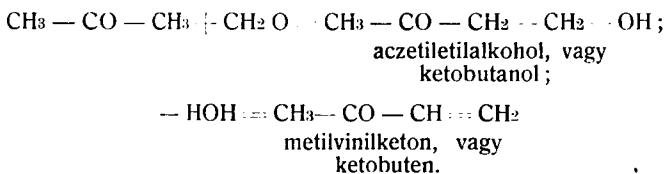
készítünk, a mely gázalakban nátronmész fölött elvezetve, két molekula sósav lehasadása közben butadiénné alakul át.

Bizonyos tekintetben OSTROMYSSLENSKI-nek, a hírneves moszkvai chemikusnak ama kísérletei is idesorolhatók, a melyek az acetilénből kapható vinilkloridból vagy bromidból:  $\text{CH}_2 = \text{CHx}$ , indulnak ki, és a butadiénkaucsukhoz hasonló végterméket szolgáltatnak.

Egész sor fontos és értékes eljárást ismerünk, a melyeknek kiindulási alapja az aceton. Egyszerűségével kiválik közülök a következő: Az acetont nátriummal a megfelelő diterciér glikollá redukálják, a melyből két molekula víznek kiválása közben egy homológ isoprén, a  $\beta$ - $\gamma$ -dimethylbutadién keletkezik:

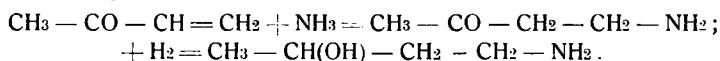


Ez a szénhidrogén polimerizálva, igen értékes kaucsukféleségekhez vezet. A „Badische Anilin- & Sodafabrik“ és az „Elberfeldi Festékgyár“-nak idevágó szabadalmaiban ez az egyszerű és rövid út a lehető legalaposabban és legtökéletesebben ki van dolgozva. Kitűnik ezekből, hogy legcélszerűbben úgy járhatunk el, hogy az acetont olyan közömbös oldószerral, melyre a fémnátrium nem hat, hígítjuk. Ilyen módon a glikolt technikailag is jó eredménnyel állíthatjuk elő-bőlöle. A víz kiválasztására régente meleg tömény kénsavat használtak; újabban kontaktanyag fölött, például 400<sup>o</sup>-os timföld fölött, desztillálják; vagy káliumbiszulfáttal hevítik s ilyenkor már 140- 150<sup>o</sup>-on körülbelül 70<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-nyi mennyiségben desztillál át a dymetilbutadién. Ugyanerre a célra beválnak még az aromás vagy alifás szulfosavak is. Az „Elberfeldi Festékgyár“ még egy más rendkívül érdekes és gyakorlati eljárást is dolgozott ki, a mely ugyancsak az acetonból és a homolog ketonokból kiindulva vezet konjugált kettős kötésű szénhidrogénekhez. E szerint a ketonokat alkalikus szerek segítségével, formaldehiddel ketonalkoholokká kondenzálják, a melyek vízelvonó anyagokkal, mint klórzinkkel, vagy kénsavval kezelve, telítetlen ketonokat adnak:

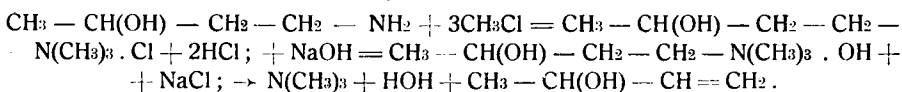


Abból a célból, hogy ezeket a telítetlen ketonokat a megfelelő alkoholokká alakíthassuk, kerülő utat kell választanunk, mert különben a közvetlen redukálásnál a hidrogén a kettős kötést is telítené. Legegyszerűbben úgy járhatunk el, hogy a telítetlen ketonokat ammónia- vagy aminbázisok

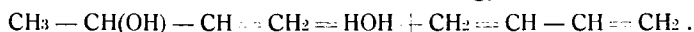
segítségével addicziós vegyületekké, ketonbázisokká alakítjuk át és ezeket redukáljuk a megfelelő aminalkoholokká:



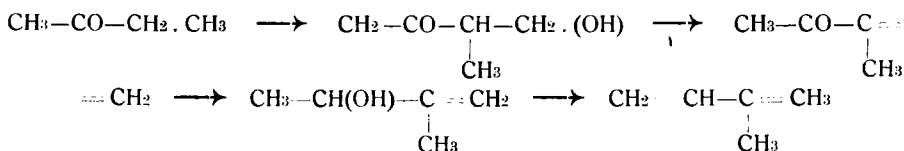
Ezek a primér alkoholbázisok az úgynevezett kimerítő metilálás következtében quaternér ammóniumbázisokat adnak, a melyekből trimetilamin és víznek a kiválása közben, a keresett telítetlen alkoholok keletkeznek:



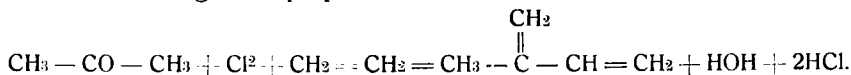
Ha ezeket a telítetlen alkoholokat vízelvonó anyagokkal, például káliumbiszulfáttal, klorzinkkel, víztől mentes oxálsavval stb. melegítjük, akkor egy molekula víz kiválása közben a megfelelő konjugált kettős kötésű diolefin szénhidrogén, ebben az esetben eritrén vagy butadién keletkezik:



Ha az acetone legközelebbi homológját, a falepárlásnál kapott ketonolajban még eléggé jelentékeny mennyiségben előforduló etilmetilketont választjuk kiindulási anyagul, akkor teljesen analóg vegyfolyamat szerint az eritrén legközelebbi homológja az isoprén vagy metilbutadién fog keletkezni:

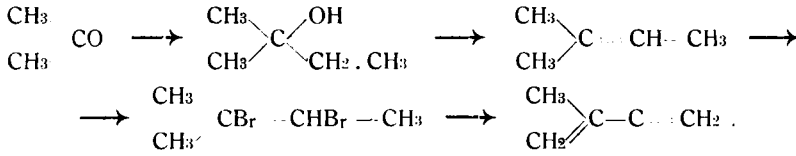


Az irodalomban még egész sor más eljárást is találunk, a melyek valamennyien az acetoneból indulnak ki és rövidebb vagy hosszabb, egyszerűbb vagy bonyolultabb úton haladva — sokszor természetesen csak egészen lényegtelen eltérésekkel — jutnak el kitűzött céljukhoz, a kaucsuk szénhidrogénekhez. Egyszerűségével kiválik közülök az az 1909. évből való angol szabadalmi eljárás, mely szerint acetone magasabb hőfokon klór- és etilengázzal közvetlenül kondenzálható isoprénné; mint közbeeső termék valószínűleg diklórpropan keletkezik:

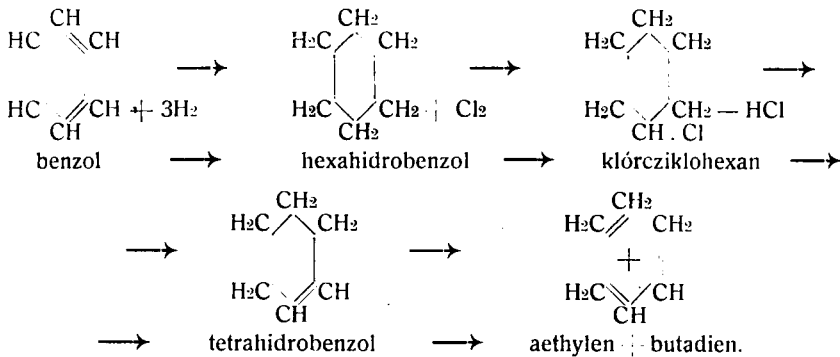


A költségesebb etilén helyett az olcsóbb acetilén és hidrogén gáz elegye is felhasználható. Gyakorlati értékre és technikai alkalmazásra azonban ez a szintézis mindeddig nem tudott emelkedni. HARRIES is dolgozott ki olyan eljárást, mely az acetoneból kiindulva azon fordul meg, hogy a ketont GRIGNARD módszere szerint etilmagnéziumbromiddal harmadrendű amilalkohollá alakítjuk át, ebből víz elvonással trimetiletilén keletkezik s

ez bromaddícióval a megfelelő dibromidét adja. Ha ezt a terméket széndioxiddal telített, 5-600<sup>o</sup>-ra hevített likacsos nátronmészre csepegtjük, bromhidrogén leválása közben, eléggé tiszta isoprén keletkezik:



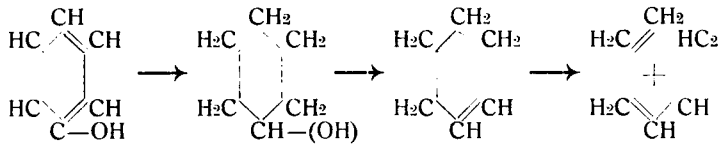
Mint hogy a közönséges, vagy erjedési amilalkohol is, ha klórzinkkel desztilláljuk, vizet veszít és ugyanazt az olefint, a trimetilétlét szolgáltatja: ez az előállítási mód a szeszfőzésnél állandó melléktermékként keletkező kozmás olajra is alapítható. Természetes azonban, hogy az eljárás még így sem versenyezhet a kőszénkátrány- vagy petróleumtermékeken alapulókkal, mert a rendelkezésünkre álló amilalkohol még mindig elenyésző csekély amazokkal szemben. A legutóbbi évek szabadalmi versenyében az amilalkohollal azért már csak elvétve találkozunk. Sokkal nagyobb eredményre jutnak azok az eljárások, a melyek aromás szénhidrogénekből, illetve hidroxilszármazékaikból, a fenolokból indulnak ki, mert ezekkel az anyagokkal, a birtokunkban levő hatalmas széntelepek révén egyelőre és belátható időn át, korlátlan mennyiségben rendelkezünk. Így magától a benzoltól is több, technikailag is eredményre jutó út vezet a kaucsukszénhidrogénekhez. „A Badische Anilin- & Sodafabrik“, vagy röviden: a „B. A. S. F.“ eljárása szerint a benzolt SABATIER-SENDERENS szerint hidrogéngázzal, nikkel-katalizátor segítségével ciklohexanná hidráljuk; ezt klórciklohexanná alakítjuk és ebből 400<sup>o</sup>-ra hevített mészszel sósavat kiválasztva, tetrahydrobenzolt kapunk; ez utóbbi kvarc-csővekben 500<sup>o</sup>-os hőnek kitéve, eléggé simán bomlik el etilénre és butadiénre:



A tetrahydrobenzol technikai előállítása a fenolból kiindulva is megvalósítható úgy, hogy a kátránykarbolsavat SABATIER szerint ciklohexanollá hidráljuk; ebből a hidroaromás alkoholból pedig vizet választunk ki oly



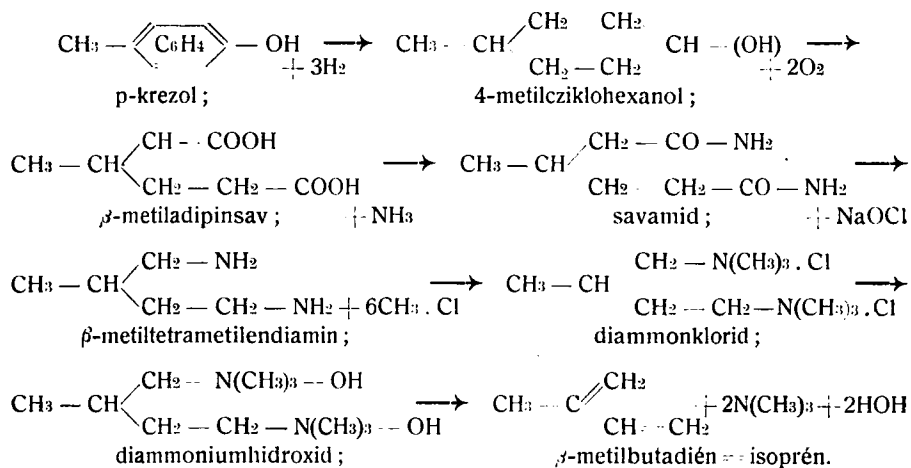
módon, hogy gőzét körülbelül 250<sup>o</sup>-ra hevített timföld, mint katalizátor fölött elvezetjük:



Ma a „B. A. S. F.“-nak ez az eljárása talán a legjobb az összes butadiénkészítési módok között. Ha a reakciót kiterjesztjük a benzolnak és a fenolnak legközelebbi homológjára, a toluolra, illetve a parakresolra, a metilbutadiénhez vagy isoprénhez jutunk. Gyakorlati szempontból még azért is fontos ez az eljárás, mert kiindulási anyagul a kőszénkátrány mellé oda állítja a petróleumot is. Ez utóbbinak számos, főleg kaukázusi válfájában ugyanis, a paraffin-szénhidrogének mellett, jelentékeny mennyiségű ciklikus, hidroaromás szénhidrogénvegyület (az úgynevezett MARKOVNIKOFF-féle naftének) is van, főleg a hexahidrotoluol vagy heptanaftén.

Elméleti szempontból tudományos szabatoságával az összes eddig ismertetett kaucsuk-szintézisek között kimagaslik az úgynevezett HOFMANN-COUTELLE-féle eljárás, a melyet HOFMANN és COUTELLE néhány év előtt dolgozott ki az „Elberfeldi Festékgár“ laboratóriumában és a melynek a kátrányfenolok egyike, a már fentebb említett parakrezol a kiinduló pontja. Talán azért is vésődött ez a szintézis oly jól az emlékező tehetőségembe, mert az első szintétikus kaucsuk, a melyet saját szememmel a müncheni „Germanisches Museum“-ban 1911-ben és 1912-ben láttam, ez az elberfeldi „parakrezol-kaucsuk“ volt. Minden szemlélőt, főleg azonban a chemikust, a szó szoros értelmében elbűvöli a szintézis lefolyását föltüntető gyűjtemény, mely nem kis űrméretű kristályüvegek impozáns sorozatában mutatja be a hófehér kristályokban jegecedő kiindulási anyagot és a szintézis összes, fontosabb szakáiban észlelt közbeeső termékeket; a sorozat végén pedig ott látható hatalmas üvegbura alatt maga a mesterséges kolloid: a mesterséges kaucsuknak több mázsás tömege. Minden emberi alkotásnak megvan azonban a maga szépséghibája s a HOFMANN-COUTELLE-féle kaucsuk-szintézis sem kivétel e szabály alól. A hiba itt a kiindulási anyagban, a parakrezolban rejlik. Ez a fenol ugyanis, a mely a fehérje rothadásnak egy állandó végterméke és mint kénsavéter állati, emberi vizeletben is elő szokott fordulni, a kőszénkátrányban gyakorlatilag elegendő mennyiségben nem fordul elő, illetve a karbolsavtól és az izomér krezoloktól csak körülményes úton választható el; szóval, a kiindulási alapanyag olyan költséges anyag, a mely nem lehet egy életrevaló technikai eljárásnak — legyen az bármily tökéletes is — a kiindulási alapja. A szintézis menete röviden a következő: Parakrezolt

SABATIER-SENDERENS szerint (Ni  $\frac{1}{2}$  H-el) parametilciklohexanollá hidrá-lunk; ezt a hidroaromás alkoholt (a mentholnak egy alacsonyabb homológját) káliumpermanganáttal, salétromsavval, vagy más alkalmas oxidáló szerrel, a gyűrű szétbontása közben, az ugyanannyi szénatómú alifás dikarbon-savvá, a  $\beta$ -metiladipinsavvá, vagy 2-metil-1---6-hexandisavvá oxidáljuk. Ha ennek a kétbázisú savnak az ammóniumsóját ammóniagázkörben körülbelül 200<sup>o</sup>-ra hevítjük, a megfelelő savamid keletkezik, a mely a HOFMANN-féle hipochlorites bontásnak alávetve, a két szénvel szegényebb diamint, a  $\beta$ -metil-tetrametilendiamint szolgáltatja; e kétértékű bázisból klórmetillel kezelve, a megfelelő diammoniumklorid-vegyület keletkezik, melyből, lúgokkal való hevítésre a közbeneső ammóniumhidroxiden keresztül, két víznek és két molekula trimetilaminnak a kiválása közben végül a korrespondeáló nitrogén nélküli szénhidrogén, vagyis igen tiszta isoprén keletkezik. A módszer főbb szakait a következő képletek tüntetik föl:



Ennek az elméleti szempontból teljesen szabatos és kifogástalan elberföldi isopréngyártó eljárásnak homlokegyenest ellentéte a „B. A. S. F.“ egyik legújabb, igen merész, mondhatnám kiméletlen eljárási módja; a modern tudományos-technikai kutatásnak valóságos remekműve, a mely gyakorlati érték dolgában amazt túlszárnyalja. Ennek az eljárásnak alapja és kiindulási anyaga kezdettől fogva a trimetiletlen olefin-szénhidrogén volt, a melyet akkor még vízelvonás útján az erjedési amidalkoholból állítottak elő. Belőle halogén-addiczióval és két molekula halogén-hidrogénsavnak leválasztásával eléggé simán lehetett az isoprénhez eljutni. Csakhogy ezek az elméletileg olyan egyszerű reakciók mindaddig nem vezettek gyakorlatilag kielégítő eredményhez, a míg a „B. A. S. F.“ nem vette kezébe a dolgot. A ludwigshafeni gyár tudományos-technikai laboratóriumaiban az egész eljárást behatóan tanulmányozták és csakhamar ahhoz a fontos föl-

fedezéshez jutottak, hogy ha a klórozást, vagy általában a halogénnel való kezelést vákuumban végezzük és hasonlóan a halogénsav katalitikus lehasítását is ugyancsak légüres térben végezzük, akkor ezek a reakciók a nagy üzemben is az elmélettel egyező lefolyásúak lesznek, úgy hogy a trimetiletilen ilyenformán az isoprénnek elméleti számítás alapján várható mennyiségét szolgáltatja. Ezzel az úgy hatalmas lépéssel haladt előre a gyakorlati szempontból még csak az volt hátra, hogy a kiindulási anyag az erjedési melléktermékként csak korlátozott mennyiségben kínálkozó erjedési amidalkoholtól lehetőleg teljesen függetleníttessék. A „B. A. S. F.” az ügynök ezt a második részét is eléggé szerencsésen oldotta meg. Az amidalkoholt, mint drága kiindulási anyagot, egészen elhagyta és helyébe a petróleumot tette. Ismeretes volt, hogy a nyers petróleum alacsony forráspontú frakciójában a többi között mind a három elméletileg elképzelhető pentan paraffin-szénhidrogén is benne van; a normális pentan, a melynek forráspontja  $36^{\circ}$ , az isopentan vagy 2-metil-bután, forráspontja  $30^{\circ}$  és végül a tetrametilmetan vagy 2-dimetilpropan, forráspontja  $9^{\circ}$ . Ha e három pentan elegyét tartalmazó petróleum-frakciót bizonyos szabályok szemmel tartásával klórgázzal kezeljük, szubsztitúció következtében mind a nyolc elméletileg elgondolható isomér monoklórpentan keletkezik, még pedig három izomér a normális-, négy az iso- és végül egy a neoparaffinból. Ha ezt a bonyolult keveréket desztilláljuk, a bomlékonyabb kloridok szabályszerűen átalakulnak az állandóbb izomér vegyületekké; például a klórtetrametilmetan átalakul a  $\beta$ -klorizopentanná stb. Ilyenformán végül 5—6 izomér monoklórpentánnak a keverékét kapjuk, a mely gázalakban, hevített mész fölött elvezetve, sósav leválása közben négy-öt amidén-olefin-szénhidrogénnek az elegyét szolgáltatja. Közülök csak az egyiknek, a trimetiletilénnek van meg az a tulajdonsága, hogy már hidegben is egyesül a sósav elemeivel; és ezen tulajdonsága alapján a többi izomér amidéntől, a melyek szerkezetüknél fogva nem alkalmasak az isoprén előállítására, aránylag könnyen elkülöníthető. Az így kapott kloridból a sósavat égetett mész segítségével újra le lehet választani és így végül egészen tiszta, izomérmentes trimetiletilénhez juthatunk. A többi, hidegen sósavval nem egyesülő izomér amidén,  $380^{\circ}$ -ra fölhevített timfölddel katalizálva, részben szintén átmegy az izomér trimetiletilénné, a mely a reakció-keverékből a főntebb vázolt módon hideg sósavval újból kivonható. Az amidének változatlanul maradt maradékát katalitikusan timfölddel újból átizomerizálják és így tovább, a míg csak az összes amidéneket a gyakorlatban elérhető legnagyobb tökéletességgel trimetiletilénné át nem alakították. Ha ez utóbbit vákuumban klórgázzal, vagy szulfurilkloriddal kezeljük, olyan kloridszármazék-keveréket kapunk, a mely csaknem kizárólag a rendes addicziós termékből az isoamidendikloridból és az ebből, valószínűleg sósav leválása közben keletkezett



3-klór-2-metilbuten-1, szubsztitucziós termékből tevődik össze. Ez a keverék minden további tisztítás, illetve elkülönítés nélkül, vákuumban alkalmas katalizátorral, például klórbáriummal kezelve, az elméletileg kiszámított eredménynek 90%-át is elérő mennyiségű, igen tiszta isoprén szolgáltat.

A most ismertett reakciómenet a későbbi és a legújabb szabadalmi leírásokban alig, vagy csak egészen lényegtelenül módosult. Előfordult ugyanis, hogy ezen eljárásnál az isoprén helyett vagy a mellett a vele izomér asszimetriás dimetilallén, vagy 2-metil-butadién-2—3:



szénhidrogén is keletkezik, a mely azonban vákuumban bizonyos hőfokon timfölddel vagy más hasonló anyagokkal katalizálva, szintén isopréné izomerizálható. Mindent összefoglalva elmondhatjuk, hogy emberi számítás és a tudomány mai állapota szerint a „B. A. S. F.” ezzel az eljárásával az isoprén technikai előállításának nehéz ügyét szerencsésen megoldotta főleg azért, mert a kiindulási anyag szinte korlátlan mennyiségben áll rendelkezésünkre. Az Amerikai Egyesült-Államok területén az utolsó békeévben, 1913-ban bányászott nyers petróleum — óvatos becsléssel — a fentebb említett pentan frakcióból legalább is 300000 tonnát szolgáltatathatót volna, a miből a legrosszabb esetben is legalább 150000 tonna mesterséges kaucsukot lehetett volna gyártani. Sajnos, hogy Németország mai pentantermelése nem elegendő hatalmas kaucsukipar megalapozásához és így ebben a tekintetben rá volna utalva a galicziai, továbbá a romániai és az orosz petróleumforrásokra; szóval a mesterséges kaucsukipar megvalósítása is csak úgy, mint sok más egyéb dolog, a világháború alakulásától és kimenetelétől függ.

Tudományos szempontból a petrolpentan-kaucsuk-szintézis méltán fölkeltheti minden kemikus érdeklődését, mert igazán bámulatos az a merészség, melylyel ez a szintézis az eddig legkényesebbeknek ismert vegyületekkel: az olefin és diolefin szénhidrogénekkel bánik és éppen a kettős kötések eltolódásával, atómáthelyeződésekkel s több hasonló tünet czéltudatos felhasználásával ér el csodás sikereket és old meg olyan feladatot, a mely első pillanatra teljesen megvalósíthatatlannak látszik. Az eljárásnál erősebb hatású vegyszerek, mint a klór, az égetett mész, a sósav, a szulfurilklorid vörös izzásig terjedő hőfokon hatnak a legkényesebb szerves vegyületekre, a melyekkel eddig a laboratóriumban csak féltő gondnal és dédelgető óvatossággal mertünk dolgozni. Úgy látszik azonban, hogy az eredmény minden titka kétséget kizáróan bizonyos hőfokoknak pontos betartásán és a katalizátornak a katalizálandó vegyülettel való érintkezési idejének a legszigorúbb kiszabásán mulik; és hogy ezt a tapasztalati eredményt csak rengeteg sok előzetes próbálgatással, mérhetetlenül sok kísérletezéssel sikerült elérni. Ha ehhez tekintetbe vesszük még azt is, hogy az

egyres reakciószakokban alkalmazott vegyszerek rendkívül olcsók, hogy továbbá értéktelen mellék- és hulladéktermékek nem keletkeznek, a végső eredmény pedig minőségi és mennyiségi tekintetben igen jó: nem tagadhatjuk, hogy a „B. A. S. F.”-féle petrolpentan kaucsuk-szintézis az organikus kémiai kísérleti művészet egyik legújabb hajtásának, az aránylag magas hőfokoknál alkalmazott katalízisnek egyik legszebb virága.

Az eddig ismertetett isoprén-szintéziseken kívül se szeri, se száma a tudományos munkáknak és a szabadalmi leírásoknak, a melyek valamenynyien ugyanezt a célt igyekeznek megvalósítani. Lehetetlen mind ezekről, egy rövid ismertetés keretében, akárcsak futólag is megemlékezni, ezért most áttérek a kaucsuk-szintézis második felének, t. i. a kész isoprénnek kaucsukká való átalakításának rövid ismertetésére.

Az isoprén-szintézis problémájának megoldásával a teljes kaucsuk-szintézisnek csak az első és a dolog mai álláspontja szerint, talán a könnyebb felét végeztük el, mert a rendkívül illékony, benzinszerű isoprén és a szilárd, erősen összetartó, rugalmas és sűrű kaucsuk-kolloid között még óriás úr távolság, a melynek technikai áthidalása nem volt könnyű dolog és elsőrangú kaucsukutatók és szakemberek megegyező véleménye szerint, teljesen a mai napig sem sikerült még. Az isoprén polimerizálásának első kísérletei harmincz évre is visszanyulnak. KONDAKOW, IPATJEV, TILDEN és mások már a múlt század nyolczvanas éveiben is megpróbálkoztak azzal, hogy nagy ügygyel-bajjal összetákolts isoprénjüket valami úton-módon kaucsuk-szerű anyaggá sűrítsék. Minthogy azonban kizárólag csak fényhatással akarták céljukat elérni és erélyesebben nem mertek a fölötté kényes anyagnak nekimenni, nem is érték célját, mert még a legtisztább isoprén is, beforrasztott üvegekben a Nap vagy más fényforrás hatásának akár évekre is kitéve, nem változik meg, legfőleg csak híg czukorszörp sűrűségűvé válik, kaucsuknak vagy csak hozzá hasonló kolloidszerű, szilárd testnek azonban még a nyoma sem keletkezik. Óvatos kémiai reakciónak, például sósavnak az alkalmazása sem vezetett célhoz. Sokáig úgy állott az ügy, hogy megvolt az isoprén, de nem sikerült azt kaucsukká sűríteni. 1909-ben azonban HOFMANN és COUTELLE, az elberfeldi festékgyárnak, a főntebb részletezett kátránykrezol-isoprén szintézisük révén hírnévre szert tett két kemikusa, hozzáfogott a polimerizálás problémájának beható tanulmányozásához. Az akkor ismeretes előírások és eljárások egyike sem bizonyult az ő kezükben célravezetőnek. A két kutató azonban nem állt meg a kaucsuk-szintézis fele útján s az ügy megoldása céljából az isoprénre rászabadította az összes elképzelhető fizikai és kémiai erőket és anyagokat. Hosszú kísérletezés és próbálgatás után végre a hőben találták meg azt a varázserőt, a mely az óhajtott átalakulást aránylag gyorsan elvégezte. Az isoprénnek hevítése nem volt új dolog; előttük ezt már mások is megpróbálták. Új volt azonban

az általuk így elért eredmény, mert míg elődeik csak olajos, legfőljebb gyantaszzerű anyagokat kaptak, addig ők valóban hozzájutottak az első mesterséges kaucsukhoz, a mely magában foglalta a természetesnek összes értékes sajátságait. Az így kapott mesterséges kaucsukot HARRIES és a kaucsuk-ipar gyakorlati képviselői a természetes kaucsukkal egyértékűnek nyilvánították. További kísérleteikben sikerült azután azt is megállapítaniok, hogy a melegnek polimerizáló hatása számos vegyi anyaggal fokozható még; míg viszont nem csekély azoknak a kémiai vegyületeknek a száma sem, a melyek a hőnek összesűrítő hatását gyengíthetik, sőt ellen is súlyozhatják. Az isoprénnek hőkoztta polimerizálását csakhamar kiterjesztették az isoprén homológjaira is, nevezetesen a gázalakú eritrénre, vagy butadiénre és a  $\beta$ - $\gamma$ -dimetilbutadiénre; utóbbiból régebben már KONDAKOW is kapott valamelyes fehérszínű, kocsonyás autopolimerizátumot. HOFMANN és COUTELLE kezeiben mind a két szénhidrogén analóg, illetve homológ kaucsukszerű anyagokat adott, úgy hogy csakhamar megteremtődött ilyenformán az úgynevezett „meleg kaucsuk“-ok egész kis sorozata.

Az elberfeldi sikereken felbuzdulva, egész sereg eljárást szabadalmaztattak, melyeknek mindegyike magának követelte a legalkalmasabb hőfok és a legjobb katalizátor fölfedezésének dicsőségét. Valamivel később ismerte föl HARRIES Kielben az alkalifémek erősen polimerizáló hatását. Az így kapott úgynevezett „nátrium isoprén-kaucsuk“ azonban nem igazi kaucsuk. — HARRIES ezért „abnormális“-nak is nevezi — mivel nem vezethető vissza ugyanarra az alapszénhidrogénre, mint a természetes kaucsuk és más tekintetben is eltérő tulajdonságokat rejt magában, melyek technika rátermettségét is csökkentik, sőt kétségessé is teszik. Újabban a „B. A. S. F.“ laboratóriumaiban is dolgoztak ki két új polimerizációs eljárást, a melyek az eddigi tapasztalatok alapján a normális sorozatba tartozó kaucsukokhoz vezetnek. Az egyik szerint az isoprént a terpének, illetőleg más hasonló telítetlen vegyületek ozonidjaival kezelve, nyulós, benzoltól csak felduzzadó anyagot: „ozonidkaucsukot“ kapunk. A másik eljárás szerint az isoprént közönséges hőmérsékleten, de szénsav jelenlétében kezeljük fémnátriummal. A reakció lefolyása ilyenkor egészen más, mintha pusztán csak nátriummal polimerizálunk szénsav nélkül. Míg ugyanis ebben az esetben benzolban oldódó abnormális termék keletkezik, addig szénsav jelenlétében olyan kaucsukféleség keletkezik, a mely benzolban nemcsak nem oldódik, hanem még csak meg sem duzzad tőle és így a normális sorozatba tartozik. Ezeket a termékeket legcélyszerűbben „szénsavaskaucsuk“ néven lehetne összefoglalni. Az isoprén polimerizálását egész csomó organikus vegyület is annyira elő tudja segíteni és annyira gyorsíthatja, hogy ilyenformán már közönséges hőfokon is kaucsuk keletkezik. Ilyen katalitikus kontaktanyagoknak bizonyultak eddig a fehérjék, a vérsavó, a carbamid, a gliczerin és



más hasonló; csak hogy a míg az ilyen „hideg polimerizálás“ hónapokig is eltarthat, a míg kézzelfogható eredményre vezet, addig fölmelegítéssel a folyamatot rendkívüli módon meg lehet gyorsítani. OSTROMYSSLENSKI, a kiváló orosz chemikus, ibolyántúli és Röntgen-sugarakkal is megpróbálta a polimerizálást elvégezni és állítólag jó eredményt ért el. Más kutatók szerint kis mennyiségű kénnel is igen jó eredményeket érhetünk el, ha az isoprént meg akarjuk sűrűsíteni.

A most ismertetett valamennyi, különböző eljárás szerint termelt mesterséges kaucsukféleség nemcsak egymástól, hanem a természetes kaucsuktól is többé-kevésbé eltér. A természetes kaucsuk főbb tulajdonságait: a vulkanizálhatóságot, a ruganyosságot, a tartósságot tekintve, a mesterséges kaucsukféleségek ma már alig maradnak a természetes kaucsuk mögött, úgy hogy bizvást elmondhatjuk, hogy a „B. A. S. F.“-nek, valamint az „Elberfeldi festékgyárnak“ mesterséges kaucsuktermékei jóság és gyakorlati érték dolgában megközelítik, sőt elérik a középminőségű, sokszor pedig még a jó minőségű parakaucsukot is. Vulkanizálás segítségével pedig olyan lágy vagy kemény gummi készíthető belőlük, mely a gyakorlat és ipar szempontjából fontos tulajdonságokban sokszor már teljesen egyezik a természetes áruval.

Ha a kaucsuk-szintézis legrejtélyesebb szakát, az isoprén polimerizálásának a mechanizmusát vizsgáljuk, mindjárt be kell látnunk, hogy bár rengeteg munkát és fáradságot fordítottak e folyamat lényegének tisztázására, még ma sem lebbent föl az a fátyol, a melylyel a természet ezt az egyszerű folyamatát takarja. Mert a milyen egyszerűnek látszik a kaucsukképződés a növényi sejt laboratóriumában, éppen oly nehéz hű utánezata a kémlelőcsőben. Bár eddig a kaucsuktermő növények friss tejnedvében, szárainak és leveleinek és egyéb szerveinek élő nedveiben nem sikerült még a szabad isoprén jelenlétét egész bizonyossággal kimutatni, mégis valószínű, hogy a növényi szervezet is csak egyszerű szénhidrogénből és annak homológjaiból indul ki, akár csak a mesterséges kaucsukot előállítani próbáló chemikus. Az egyszerű szénhidrogének képződésének magyarázata pedig nem okoz nehézséget, mert az élő növényi szervezetben keletkező formaldehid, methannal, — mindkettő a széndioxid katalitikus redukziós termékének tekinthető —, és acetonszerű anyagokkal igen könnyen adhat butadién-szerű kondenzációs termékeket. Ezeknek kaucsukmolekulává való összesűrítését, a növényi sejt titkos laboratóriumában rendelkezésre álló és a legkülönbélebb növényi katalizátoroktól támogatott trópusi napnak a heve azután már könnyű szerrel elvégezheti. Az isoprént ma számtalan eljárással mesterségesen tudjuk előállítani; a trópusi napnak a hevét is tökéletesen tudjuk laboratóriumainkban utánozni, de örök titok marad előttünk a növényi sejtekben működő sokféle erő: a katalitikus enzimek.

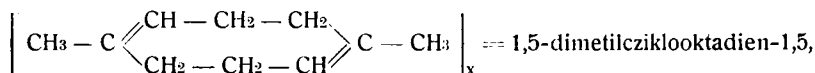
végtelen sokasága és szerepük a növényi szervezetben végbemenő számtalan fitochemiai szintézisnél. Az enzimek és egyéb katalizátorok hatását ma még csak igen gyarló módon és igen gyarló eszközökkel tudjuk utánozni, illetve pótolni. Ebben a körülményben látom főokát annak, hogy igen sok, főleg bonyolult összetételű növényi terméknek mesterséges, szintetikus úton való előállítása, bár összetételük, szerkezeti képletük tökéletesen ismeretes, ma még leküzdhetetlen akadályokba ütközik. A kaucsukkal is csak így vagyunk, mert olyan mesterséges kaucsukot, a mely a természetessel tökéletesen azonos, a mely minden, még a legfinomabb tulajdonságokban is vele teljesen megegyező volna: ma sem tudunk még előállítani. Ezzel természetesen korántsem akarom azt állítani, mintha a mai műtermék nem volna jó minőségű kaucsuk, mert a dolog gyakorlati oldalát tekintve, el kell ismer-nünk, hogy a mesterséges kaucsuk ma már annyira hasonlít a természetes-hez, hogy azt mindenben pótolhatja, szóval teljesen kielégíti a gummiipar gyakorlati céljait.

Azt, hogy a polimerizáláshoz használt különböző katalizátorok milyen döntő hatással vannak a keletkező termék kémiai szerkezetére is, semmi sem bizonyítja jobban, mint HARRIES-nek a nátriumkaucsukra vonatkozó legújabb tanulmányai, a melyek szerint ez a mesterséges kaucsukféleség kémiai szerkezetét tekintve is lényegesen eltér a természetestől. Az ozonnal való szétbontásnál ugyanis nem adja a könnyen és biztosan kimutatható levulin-aldehidet, a melyet pedig eddig a legtöbb mesterséges kaucsuk ozon-bomlási termékei között megtaláltak, hanem más bonyolult szerkezetű termékeket, melyeket máig sem sikerült biztosan azonosítani. Az isoprén nátrium okozta polimerizálásának mechanizmusával még ma sem vagyunk egészen tisztában. A legújabb kísérletek, főleg a higanyfényben észlelt fluoreszcencia-jelenségek azt bizonyítják, hogy a polimerizálás alkalmával egy kevés nátrium oldódik. Minthogy SCHLENK-nek<sup>1</sup> legutóbbi kutatásai szerint telítetlen vegyületek kettős kötése bizonyos körülmények között nátriumaddiczió révén organofémek keletkezése közben telítődhetnek: természetesnek látszik az a föltevés, hogy ilyen — talán csak nyomokban keletkező — fémaddicziós termékek az isoprén polimerizálásánál is szerepelhetnek mint katalizátorok. Fontos itt még az a tapasztalat is, hogy széndioxid jelenlétében a polimerizálás menete lényegesen módosul és az így keletkező „szénsavaskaucsuk“ lényegesen különbözik a tiszta nátriumkaucsuktól; valószínűnek látszik tehát, hogy ebben az esetben labilis isoprén szénsavszármazék, vagy egy nátriumszubkarbonát, vagy más hasonló származék keletkezik, a mely azután katalizál. Ismét más a peroxidek, vagy az ozonidek által előidézett polimerizálásnak a menete, a melynél, mint ismeretes, kevesebb

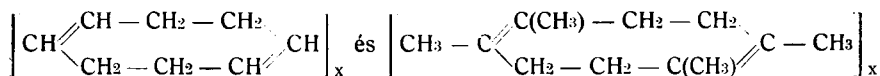
<sup>1</sup> Bericht der chem. Ges., 1914, 47. kötet, 473. lap.

dipentenszerű és több kaucsukszerű polimerizációs termék keletkezik. Az ajánlott és alkalmazott katalizátoroknak a száma folytonosan és rohamosan szaporodik még, de már ebből az itt felsorolt néhány példából is azt a fontos következtetést vonhatjuk, hogy a katalizátor igen nagy hatással van úgy a polimerizálás lefolyására, mint a mesterséges kaucsuk tulajdonságaira. Ez az ügy ma még nincsen végleg megoldva s itt igen nagy tér kínálkozik még a technikai kutatás számára.

A chemia mai álláspontja szerint ez idő szerint lehetetlen a különféle kaucsukfajták számára egészen biztosan megállapított szerkezeti képleteket felállítani. A néhány év előtt a természetes kaucsuk számára először HARRIES által javasolt képlet, a melyre a bevezetésben is hivatkoztam, az



a mely főleg a kaucsukdiozonidnek ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6$ ) az elemzésére és molekulásúlymeghatározására, továbbá a levulinaldehid keletkezésére stb. támaszkodhatik, ma már nem mondható egészen biztosnak és teljesen kielégítőnek. Ha ezt a bizonytalanságot egyelőre figyelmen kívül hagyjuk, akkor ez a HARRIES-féle képlet a mesterséges — a spontán polimerizálás által keletkező — isoprénkaucsuk főtömegére is érvényes. E szerint az ugyanazzal az eljárással készített butadién- és dimetilbutadién-kaucsukokat is az analóg képletek illethetik :

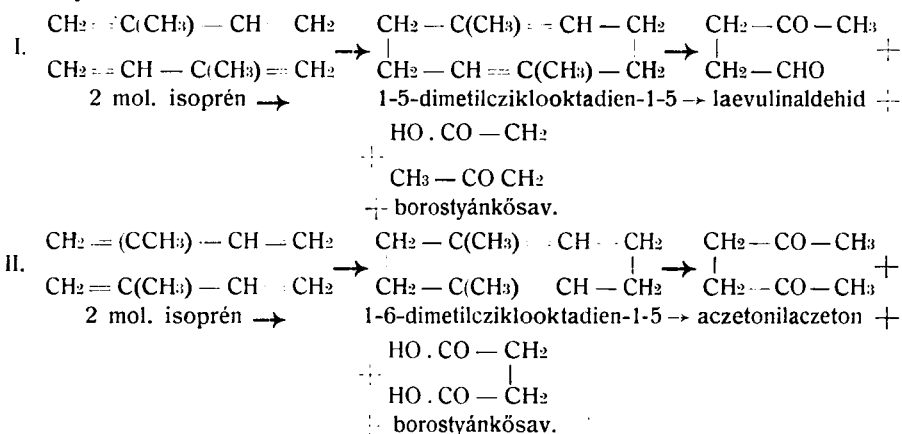


E képletek szerint a kaucsukmolekula a ciklooktadien-gyűrűnek bonyolult halmaza, a melyeket valamely, előttünk eddig még ismeretlen erő, talán az újabb időben annyira kedvelt „Werner-Thiele“-féle részleges valenciák kapcsolnak össze. Tekintettel azonban a részleges vegyértékek hatásfokának még eléggé bizonytalan értelmezésére, természetes, hogy még más föltevések is jogosultak. Így elképzelhető volna, hogy a nyolcztomos gyűrűk helyett talán 12-, 16-, 32-, vagy még sokkal több szénatomosok alkotnák ezt a nagy kolloidmolekulát; vagy pedig éppenséggel az egész molekulát egyetlenegy nagy gyűrűnek képzelhetnők stb. Ma még ezen különböző föltevések között nem dönthetünk egész biztonsággal. Az idevonatkozó legújabb és roppant bőbeszédű irodalomból fontosabbnak tartom azt a vitát megemlíteni, a melyet HARRIES és STEIMMIG folytatott a mesterséges kaucsuk hasadási termékeiről.<sup>1</sup> Abban mind a két kutató megegyezik, hogy a természetes kaucsuk az ozonhasításnál majdnem kizárólag csak levulin-

<sup>1</sup> Ber. d. chem. Ges., 1914, 47. kötet, 350, 573, 852, 1999. lap; 1915. 48. kötet, 863. lap.



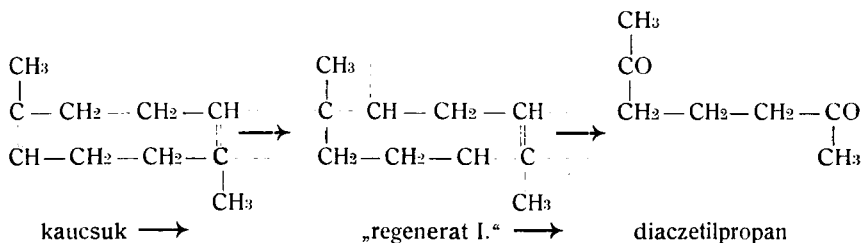
aldehidre és levulinsavra bomlik. Ezzel szemben STEIMMIG az összes mesterséges isoprénkaucsuk-fajtákból — a nátrium-kaucsuk kivételével — e két terméken kívül, még acetonilacetont és borostyánkősavat is kapott. Ha a kaucsukot, mint eddig szoktuk, poli-dimetilciklooktadiennek tekintjük, akkor a STEIMMIG által észlelt bomlástermékek keletkezése miatt föl kell tennünk, hogy a mesterséges kaucsuk előállításánál, vagyis az isoprénnek ciklo-oktadienné való polimerizálásánál, ez az első szak két irányban folyik le; mert különben a polimér termék nem hasadhatna acetonilacetonnal és borostyánkősavra is.



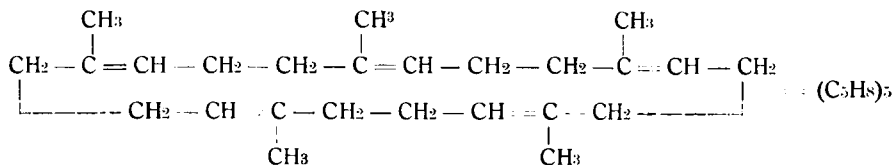
Az I-el jelölt vegyefolyamat szerint bomlik a természetes kaucsuk, minek alapján főleg az 1-5-dimetilciklooktadien-1-5-polimerizációs termékének tekinthető; a II-vel jelölt vegyefolyamat ellenben a mesterséges isoprénkaucsukok ozonbomlását illusztrálja, a melynél mint hasadási termék acetonilacetont és borostyánkősav is keletkezik. STEIMMIG az általa vizsgált isoprénkaucsukokat olyan polimerizációs termékek keverékeinek tekinti a melyekben négy molekula 1-5-dimetilciklooktadien-1-5 össze van kondenzálva egy molekula izomér 1-6-dimetilciklooktadien-1-5-el. Ezzel szemben HARRIES ragaszkodik ahhoz a nézetéhez, hogy a mesterséges kaucsuk is, ha gondosan tisztított isoprénből készült, a bontásánál lényegében csak laevulinaldehydet és laevulinsavat szolgáltat.

Elméleti és tudományos szempontból rendkívül érdekesek és fontosak HARRIES-nek 1915-ben a „Ber. d. Chem. Ges.“ 48-ik kötetében megjelent dolgozatai, a melyeknek eredménye HARRIES-t arra birták, hogy megváltoztassa a kaucsuk szerkezetéről kifejtett régebbi véleményét, a mely szerint ez a politerpén — miként azt fentebb kifejtettem — nyolcz szénatomos „dien“-gyűrűknek részleges vegyértékek által összetartott polimerizátuma volna. Ő t. i. azt a fontos megfigyelést tette, hogy a természetes kaucsukból sósavaddiczió útján keletkező hidroklorkaucsuk

(összetétele:  $C_{10}H_{16} - 2 HCl$ ), a két molekula savat, forró piridinnel kezelve újból teljesen elveszti, miközben egy „regenerat I.“ névvel jelzett, a kaucsukhoz ugyan hasonló, de vele nem azonos termék keletkezik. Az ozonnal való bontásnál ez a regeneratum, ellentétben a természetes kaucsukkal, rendkívül bonyolult és nehezen szétbontható anyagkeveréket szolgáltat, a melyben eddig a következő vegyületeket sikerült kimutatni: laevulinaldehidet, diacetil-propant:  $CH_3 - CO - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CO - CH_3$ ; egy  $93^{\circ}$ -on megolvadó,  $C_{11}H_{18}O_3$ -összetételű triketont és egy  $123^{\circ}$ -on olvadó,  $C_{15}H_{24}O_4$ -összetételű tetraketont; továbbá hangyasavat, laevulinsavat, acetondiecszetsavat, vagy hidroheli-donsavat:  $HOOC - CH_2 - CH_2 - CO - CH_2CH_2 - COOH$ ; és még több más, alárendelt mennyiségben keletkező anyagot. A diacetilpropan keletkezése a ciklooktadien kaucsukképlet segítségével még valahogyan csak megmagyarázható, ha föltesszük, hogy a sósavaddicziónál, illetve a bontásnál, tehát a „regenerat I.“ keletkezésénél a kaucsuk szénváza változatlanul megmarad és csak a kettős kötések kölcsönös helyzete változik (a mi különben is a terpén-chemiában egészen általános tünet):



A „regenerat“ bomlástermékei közt megfigyelt tri- és tetraketon azonban már nem igen tekinthetők a polimerizált dimethylciklooktadien egyszerű bomlástermékeinek. Keletkezésük magyarázata sokkal egyszerűbb lesz, ha föltesszük, hogy a kaucsukmolekula nem nyolcz-, hanem sokkal több szénatómos gyűrűkből áll; például:



A fentebbi kaucsukképletből, HARRIES szerint, a kettős kötéseknek a gyűrűn belül, vagy a methylcsoportok irányában való eltolódásával, könnyű szerrel állapíthatunk meg a „regenerat I.“ számára több olyan képletet, a melyek a fentemlített bomlástermékek megjelenését is érthetővé teszik. Ebben az új kaucsukképletben azonban a gyűrűtagoknak a száma még bizonytalan; a tetraketon:  $C_{15}H_{24}O_4$ , keletkezése legalább is 16-, vagy

20-tagú gyűrűt követelne; nincs azonban kizárva, hogy a gyűrű esetleg még több tagot is tartalmaz. Azt, hogy minő, közelebbről meg nem határozható erők tartják a kaucsukmolekulában ezeket a húsz- és több atómos gyűrűket össze: HARRIES még nyílt kérdésnek tartja. Acziklikus formulákat és polimerizációs termékeket ő egyelőre még visszautasít, mert ilyeneknek léte a kaucsukmolekulában nem egyeztethető össze az addiczionált sósav mennyiségével és a megfigyelt bomlástermékek szerkezetével. Mindezeknél a szerkezeti meghatározásoknál és következtetéseknél figyelembe veendő, hogy a legszigorúbb értelemben vett kémiai tisztaságnak a fogalmát sem a kaucsuk, sem a regenerát I., sem más hasonló anyagok számára nem lehetett eddig még föltétlen biztonsággal bebizonyítani; és ma sem tudjuk róluk még, hogy kémiai egyedek-e, vagy pedig csak keverékei, halmazai-e homológ- vagy hasonló szerkezetű vegyületeknek, melyeket a mai módszerekkel nem sikerül tovább szétbontani.

Befejezésül még arra utalok, hogy a kaucsukról szóló tudományos és technikai irodalom ma már olyan óriási, hogy rövid ismertetés keretén belül természetesen csak a legfontosabb mozzanatokra, a legfőbb szintézisekre és a döntő eredményű tudományos dolgozatokra lehettem tekintettel. Sok mindent, talán fontosabb és érdekesebb dolgokat is, egészen figyelmen kívül kellett hagynom. A kaucsuk előállítására vonatkozó szabadalmak száma is óriási, úgy hogy csupán felsorolásuk is egész kötetet töltené meg. Csak azt a törekvésüket kívánom itt még kiemelni, hogy a butadiénszénhidrogének mesterséges polimerizációs termékeinek tulajdonságait lehetőleg egyszerű fizikai vagy kémiai eljárásokkal igyekezzenek javítani és tökéletesíteni.

Bár el kell ismernünk, hogy az utolsó években is nagyot haladt a mesterséges kaucsuk előállításának ügye, mégis mintha a kezdet lelkesedése, örömmel és reménnyel teljes munkakedve kissé alább hagyott volna. Leszűrődött ugyanis annak a fontos ténynek a fölismerése, hogy a természetes kaucsukkal eredményesen csakis olyan mesterséges termék versenyezhet, a melynek kiindulási anyaga olcsó és a melylyel korlátlan mennyiségben rendelkezhetünk; ilyen anyag ma elsősorban a nyerspetróleum, illetve annak szénhidrogénjei.

Erős a meggyőződés, hogy a német kémikusok, kik ma a kaucsuk vizsgálata terén a vezető helyet foglalják el és most már úgy látszik a megoldás helyes útján is haladnak, éppen olyan sikerrel fogják a technikai kaucsukszintézis ügyét is végleg megoldani, mint a milyen sikerrel megoldották annak idején a mesterséges indigó és az alizarin ügyét.

*Dr. N. Konek Frigyes.*



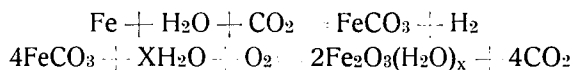


## A vas rozsdásodása.

Mindenki tudja, hogy a vas levegőn állva megrozsdásodik, oxidálódik, de azt még senkisésem tudja biztosan, hogy hogyan megy végbe ez a látványosan egyszerű kémiai folyamat. Bizonyos, hogy nagyon sok esetben mindenki, a ki a kémia elemeivel tisztában van, meg tudja mondani, sőt képletekben fel tudja írni, hogy mi módon ment végbe a rozsdásodás; ilyen eset pl. ha a vas savas levegő hatásának van kitéve, vagy ha csak egyszerűen a légköri levegő, melyből a széndioxid sohasem hiányzik, veszi körül. De az is bizonyos, hogy ha semmiféle savas hatású anyag, még széndioxid sincs jelen, akkor is bekövetkezik a rozsdásodás kisebb vagy nagyobb mértékben. Többféle elmélet van, mely a vas rozsdásodását magyarázza, de végleges magyarázattal egyik sem szolgál.

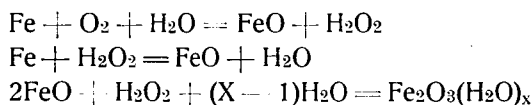
Mielőtt a rozsdásodást magyarázó elméletekkel megismerkednénk, lássuk, mi a rozsdá? A vasrozsdá velejében különböző mennyiségű kémiaiilag lekötött vizet tartalmazó vasoxid; képlete tehát a következő:  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{H}_2\text{O})_x$ . Színe a víztartalomtól függ s a világos sárgától a barnás-vörösön keresztül egész a feketés-vörösre változik. Néha legalább nagy részben könnyen lekaparható a vasról, néha erősen hozzátapad; ez a tulajdonsága függ a rozsdaréteg vastagságától, víztartalmától, keletkezésének módjától, a vas felületének minőségétől, továbbá a vasban lévő egyéb idegen alkotórészeketől is.

A vasoxidhidrát keletkezésére felállított legrégebb — s tegyük hozzá — a legvalószínűbb elméletek egyike abból indul ki, hogy a vas rozsdásodásához az oxigénen és vizen kívül a rendes körülmények között sohasem hiányzó széndioxid is föltétlenül szükséges. Ezen elmélet szerint a rozsdásodás a következő két képlet szerint megy végbe:



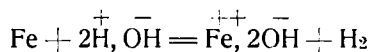
A felszabaduló széndioxid hatására újra vaskarbonát keletkezik s így tovább, vagyis végtelen kevés széndioxid idővel végtelen nagy mennyiségű vasat rozsdásít el. Az újabb gondos kísérletek szerint a rozsdásodáshoz széndioxid nem okvetetlenül szükséges, elegendő hozzá csupán oxigén és víz. Természetesen a széndioxid vagy bármiféle más sav a rozsdásodást a fentebb közölt egyenletek értelmében sietteti, de jelenlétük semmiesetre sem föltétlenül szükségesek.

Csak furcsaságképpen említjük fel a hidrogénszuperoxid-elméletet. E szerint rozsdásodáskor hidrogénszuperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) keletkezik s a következő kémiai folyamatok mennek végbe:



Ennek az elméletnek erőssége volna, ha a vas rozsdásakor hidrogénszuper-oxidot lehetne kimutatni; ennek kimutatása azonban még senkinek sem sikerült.

A legújabb elmélet az úgynevezett elektrolitikus rozsdásodási elmélet. Ennek gondolatmenete röviden a következő: Tudjuk, hogy a szilárd testeknek, tehát a fémeknek is, a folyékony testek gőznyomásához hasonlóan, bizonyos oldási feszültségük van, melylyel az atomok a környező oldószerbe bejutni törekszenek. A feloldott fém-atomok elektromos töltésük egy részét elvesztik és ionokká válnak, a melyek folyadékra ozmotikus nyomást gyakorolnak; az ozmotikus nyomás ellentétes hatású az oldási feszültséggel s újabb fémmennyiségek oldatba jutását meggátolni igyekeznek, miáltal idővel bizonyos egyensúlyi állapot létesül. Ha ezt az egyensúlyi állapotot megzavarjuk, pl. oly módon, hogy az oldatban lévő ionokat eltávolítjuk, újabb fémmennyiség fog feloldódni. A vasnak is van bizonyos, bár kicsi oldási feszültsége, melylyel a vízben oldódni törekszik. Az ily módon keletkezett ferrohioxid vízben rendkívül kis mértékben oldódik; erről a feloldott ferrohoxidról föltehetjük, hogy elektrolitikusan disszocziálva van. A folyamat tehát a következő:



Ebben a képletben a H egyvegyértékű pozitív töltésű hidrogén-iont, OH egyvegyértékű negatív töltésű hidroxil-iont, Fe pedig kétvegyértékű pozitív töltésű vas iont jelent. A + vagy — jel hiánya azt jelenti, hogy az illető elem molekuláris alakban van jelen.

A ferrohioxid oxigén jelenlétében természetesen nem marad változatlanul, hanem gyorsan oxidálódik ferrihidroxiddá, mely az oldatból kiválik; erre az oxidációs folyamatra nézve mindegy, hogy a ferrohioxid disszocziálva van-e, vagy nem, ezért egyszerű módon így fejezhetjük ki:



Tehát vitzartalmú ferrioxid keletkezik, mely az oldatból kiválik, minek következtében a ferro-ionok ozmotikus nyomása csökken s újabb vas-mennyiség oldódhat fel, vagyis a vas korróziója, rozsdásodása szakadatlanul tovább folyhat.

Most az a kérdés, megvan-e a természetben az oxigén jelenlétén kívül a másik föltétel is, nevezetesen a vassal érintkező folyékony víz? Ha megfontoljuk, hogy a levegő mindig páratartalmú és hőmérséklete állandó ingadozásnak van alávetve, beláthatjuk, hogy számtalanszor előfordulhat az az eset, hogy a hőfok a harmatpont alá süllyed, s ilyenkor azokra a tárgyakra, a melyeknek hőfoka a harmatpontnál nem magasabb, vékony vízréteg csapódik le. Minthogy ez valóban bekövetkezik, megvan tehát az a föltétel, hogy

a vas folyós halmazállapotú vízzel érintkezzék. DUNSTAN kísérletileg is bebizonyította, hogy a vas vízgőz és oxigén jelenlétében közönséges hőfokon nem rozsdásodik meg. Ő vízgőzös levegőbe vastárgyákat helyezett és gondoskodott arról, hogy a hőfok állandó maradjon s azt tapasztalta, hogy a vastárgyakon még hosszú idő múlva sem látszott a legkisebb rozsdafolt sem, mert a vízgőz nem csapódhatott le. De mihelyt a hőfok lejjebb szállt, vékony vízhártya keletkezett a vason, mely elektrolitként szerepelt s azonnal és feltartóztathatlanul megindult a rozsdásodási folyamat.

Nagyon fontos és érdekes az oldási feszültség nagyságának ismerete. Hogyan lehet ezt megmérni? Ha egy darab vasat normál-ferroszulfát vagy más ferrosó oldatába teszünk, minthogy a vas oldási feszültsége nagyobb, mint a ferro-ionok ozmotikus nyomása, ferro-ionok igyekeznek oldatba menni; a ferro-ionok keletkezésük közben az elektromosan semleges atómból a pozitív elektromosságot megtartják, pontosan ugyanolyan mennyiségű negatív elektromosság pedig a fémvasban marad vissza. E szerint az oldatban pozitív töltésű ferro-ionok vannak, míg a fémvas negatív töltésű lesz. Természetesen ez a két ellentétes elektromosság egymásra sztatikus vonzást gyakorol, s ez a vonzás a vas ionosodási törekvésével, vagyis az oldási feszültséggel ellentétes irányú; mihelyt annyi ferro-ion van az oldatban, hogy ez a sztatikus vonzás nagysága egyenlővé válik az oldási feszültséssel, egyensúly áll be, s ekkor a vas felszínéhez pozitív töltésű ferro-ionok tapadnak. E szerint itt HELMHOLTZ-féle kettős elektromos réteg keletkezik. A kettős réteg két tagja között elektromos feszültségkülönbség van, mely a fentebbiek szerint ellentétes irányú, de pontosan egyenlő nagyságú a vas oldási feszültségével; ha a fémvas felületén felhalmozódott negatív elektromosságot elvezetjük, vagy semlegesítjük, akkor megsemmisülvén a vas oldási feszültségét ellensúlyozó elektrosztatikus vonzás, a vas oldási feszültsége újra érvényre jut s újra ferro-ionok mennek oldatba. Ha megmérjük a kettős elektromos réteg feszültségkülönbségét, megtudjuk a vas oldási feszültségének értékét is. A mérést a gyakorlatban a következőképpen végezzük: Normál ferroszulfát-oldatba vasat helyezünk s ezt összekötjük normál mercurchlorid-elektroddal. A mercurchlorid-elektrod káliumchlorid-oldatban levő fémes higany, mely a nehezen oldható mercurchloriddal (kalomel) van befedve. Minthogy a higany elektrolites oldási feszültsége igen kicsi, kisebb, mint a mercuro-ionok ozmotikus nyomása, mercuro-ionok válnak le a higanyon, miközben pozitív elektromos töltésüket annak átadják; e szerint az elektrolit negatív marad. Itt is tehát elektromos kettősréteg keletkezik, mint a vasferroszulfát-elektrodnál, azonban a potenciálkülönbség előjele az előbbivel ellenkező. Ha e két elektródot vezetővel összekapcsoljuk, a higany pozitív elektromossága a vashoz áramlik, ennek negatív elektromos töltését közömbösíti, miáltal vas-ionok mehetnek oldatba; az elektrolit pozitív



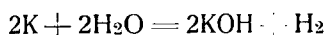
ionjainak száma megszorodik, ezek fokozottabb taszító hatást fejtenek ki a mercurio-ionokra, melyek végül is a kalomel-elektroódhoz sietnek s pozitív töltésüket neki átadják, e pozitív elektromosság újra a vashoz áramlik stb. Ha ezen Volta-elem potenciálját elektrométerrel megmérjük s levonjuk belőle a higanyelektroód potenciál-különbségét, megkapjuk a vas- és normál ferroszulfát-oldat abszolút feszültségkülönbségét. NEUMANN szerint a fenti Volta-elem potenciálja  $0\cdot647$  volt, a higany elektroódé  $0\cdot560$  volt, a különbség —  $0\cdot087$  volt a keresett abszolút feszültség-különbség.

NERNST szerint nem az abszolút feszültségkülönbséget, hanem a hidrogénelektroód-potenciálkülönbségére mint egységre átszámított, úgynevezett hidrogénelektroódra vonatkoztatott potenciált vesszük az oldási feszültség mértékéül. Ezt úgy kapjuk, ha a normál kalomel-elektroódot  $0\cdot285$  volttal vesszük számításba:  $0\cdot647 - 0\cdot285 = 0\cdot362$  volt. Ennyi NEUMANN szerint a vas potenciálja. Ezt tekinthetjük az oldási feszültség mértékének is.<sup>1</sup> Az előjel negatív, tehát —  $0\cdot362$  volt. Az újabb meghatározások némileg módosították ezt az értéket; úgy látszik, hogy —  $0\cdot453$  volt a helyes érték. E szám ismerete azért fontos, mert ha valamely vasfajtára bizonyos körülmények között azt találjuk, hogy a potenciál  $0\cdot453$  volt-nál kisebb, ez azt jelenti, hogy ebben az esetben a vas oldási feszülése kisebb a rendesnél, vagyis rozsdásodásra kevésbé hajlik. Viszont, ha  $0\cdot453$ -nál nagyobb értéket találunk, a vas könnyebben rozsdásodik. Ez az utóbbi eset akkor következik be, ha pl. hidrogénnel túl van telítve (elektrolitvas); a hidrogénvas ötvözetek potenciálja  $0\cdot453$ -nál nagyobb,  $0\cdot50$ — $0\cdot60$  volt is lehet, tehát rozsdásodásra is hajlandóbbak. Számos vizsgálatból úgy látszik, hogy a  $0\cdot453$  volt érték nem a chemiaailag tiszta vasra, hanem a hidrogénnel éppen telített vasra vonatkozik.

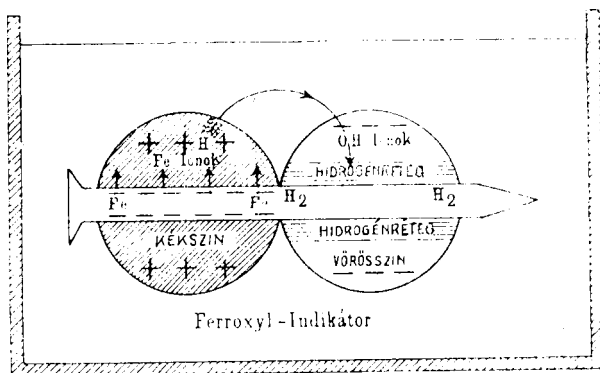
Az elektrolites elméletnek mintegy kiegészítő része az az elmélet, mely számolva azzal, hogy a gyakorlatban szereplő vasfajták sohasem állanak chemiaailag tiszta vasból, hanem a vas mellett sokszor igen kevés, sokszor jelentékeny mennyiségű más elemet, pl. szenet, mangánt, szilíciumot, ként, foszfort, ritkábban rezet, nikkelt, kromot, wolfrámot, stb. tartalmaznak, de azonkívül még vegyületek, mint pl. vaskarbid, vasszilicid, mangánszulfid, vasoxidul, stb. is előfordulnak bennük, joggal fölteszi, hogy a vasban úgynevezett helyiáramok keletkeznek, melyek az elektrolitban való oldódásra, tehát a rozsdásodásra is erős hatással vannak. Nemcsak a most említett idegen anyagok, de a vas különböző részeiben levő esetleges feszültségek, pl. egy meghúzott csavar környéke, vagy hőfokkülönbségek pl. a kazánnak alsó és felső része is okozhatnak helyiáramokat, melyek

<sup>1</sup> A vas oldási feszültsége LE BLANC szerint légköri nyomásban kifejezve 12000 légköri nyomás. A zinké  $9\cdot9 \times 10^{18}$ , a nikkelé  $1\cdot3 \times 10^{19}$ , a rézé  $4\cdot8 \times 10^{20}$ , a higanyé  $1\cdot1 \times 10^{16}$  légköri nyomás.

létének föltevésére elegendő okunk van. CUSHMANN és GARDNER amerikai tudósok klasszikus vizsgálataikban e helyi áramokat okozó helyi elemek létét is bebizonyították.<sup>1</sup> Agar-agar kocsonyába, melyben előzetesen pontosan közömbös vegyhatású ferricziánkáliumot és fenolftalein indikátort oldottak fel, vastárgyakat helyeztek el. Néhány óra múlva egyes helyeken kék, máshol vörös színeződés jelentkezett, a minnek az volt az oka, hogy a pozitív jelű kék helyeken ferriczián-ionok igyekeztek leválni, melyek azonban a vasra oly módon gyakoroltak oldó hatást, hogy ferroferriczián vegyület (TURNBULL-féle kék) keletkezett; a negatív jellegű vörös helyen a kaliumferricziánid fémionja, a kálium vált le, azonban természetesen már keletkezése pillanában a vízzel cserebomlásba lépett:



Vagyis ilyenkor a hidrogén felszabadul, a káliúg pedig megvörösíti a fenolftaleint.



1. kép.

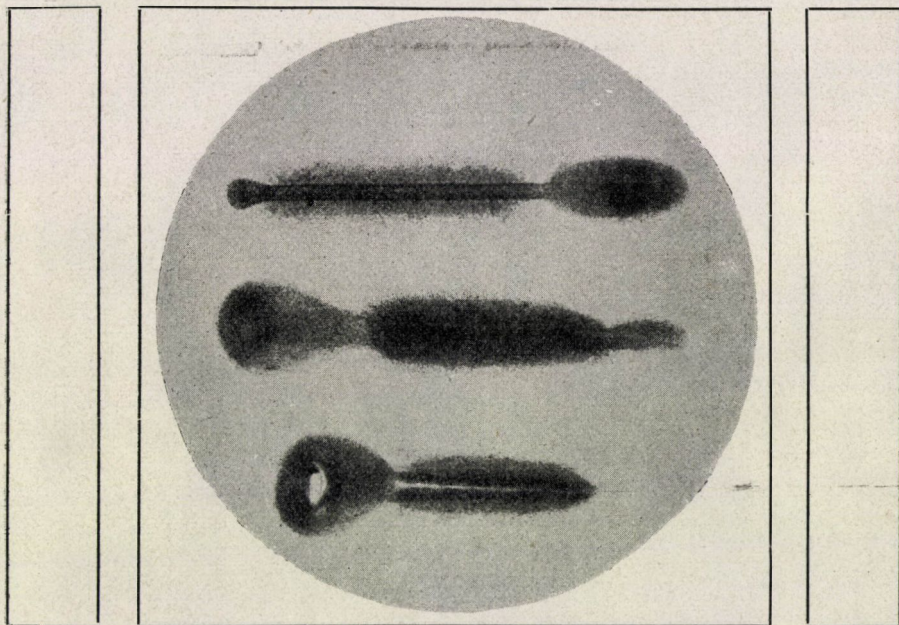
Az 1. kép a ferroxil-indikátorban végbemenő folyamatok vázlatos képét, a 2. és 3. kép pedig az indikátorba helyezett vastárgyak fotografiáját a sarkok körüli színeződéssel mutatja.

A helyiáram elmélet hívei ily módon képzelik a rozsdásodást a természetben is: a pozitív sarkon a vas a ferro-ionok oldatba menése következtében oldódik, a negatív sarkon pedig hidrogén válik le. Kérdés azonban, mi történik ezzel a hidrogénnel, hiszen fejlődését eddig még senki sem látta. Némelyek azt mondják, hogy a levegő oxigénje lassan vízzé oxidálja, mások szerint részben vissza redukálja a rozsdát, vagy hogy ötvöződik a vassal. Lehetséges, hogy mind a három folyamat végbemegy egymás mellett, bizonyosat azonban még nem tudunk.

<sup>1</sup> CUSHMANN—GARDNER, The Corrosion and Preservation of Iron and Steel; Mc Graw Hill Book Co., New-York, 1910.

A rozsdásodást magyarázó elméletek gyakorlati fontossága a rozsdásodás elleni védekezés terén derül ki.

Nehezen rozsdásodó vasfajtákat különösen Amerikában igyekeznek előállítani. Erre a célra a réztartalmú vas- és aczélfajtákat használják fel, mert az ottani tapasztalatok szerint bizonyos mennyiségű réz a vasat „nemesíti”. Viszont saválló vasfajtát CUSHMANN úgy igyekszik előállítani, hogy a vasból az összes alkotórészeket a lehetőség szerint eltávolítja, tehát a chemiailag tiszta vashoz közeledik, úgy okoskodván, hogy ha nincsen helyiáramokat létrehozó ok, a vas oldódása sokkal kisebb mértékű lesz, mint különben. A kísérletek beigazolták CUSHMANN gondolatmenetének helyességét, mert az



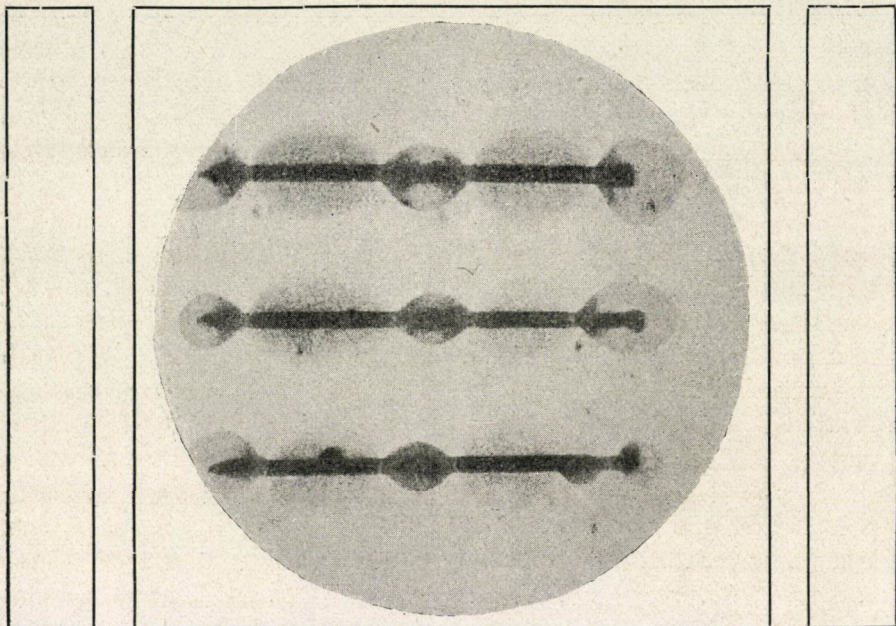
2. kép.

általával előállított és 0,008—0,02% korbóniumot, 0,015—0,02% mangánt, 0,002—0,006% szilíciumot, 0,014—0,019% kén és 0,001—0,005% foszfort tartalmazó vasat savak aránylag gyengén támadják meg.<sup>1</sup> Meg kell jegyeznünk, hogy az ilyen vas gyártása a hozzá szükséges rendkívül magas hőfok miatt nagyon sok nehézségbe ütközik. Tisztán mechanikai úton védekezünk a rozsdá ellen, ha a vason jól tapadó folytonos oxidoxidulréteget állítunk elő, mely a további oxidálódást megakadályozza. Ily módon sokszor nagyon jól védő, de kissé költséges védőrétegre tehetünk szert.

<sup>1</sup> Régóta ismeretes, hogy pl. a nagyon tiszta cink savakban alig oldódik, de ha platina-dróttal megérintjük, vagy ha idegen fémeket tartalmaz, rohamosan oldódik. Az ok itt is helyi elem keletkezésében rejlik.



HANAMANN<sup>1</sup> azt ajánlja, hogy tegyük a vasat 600 C<sup>0</sup>-os tiszta nitrogénbe vagy ammónia-gázba, ilyenkor a legkülső rétegben vasnitrid keletkezik, mely a rozsdásodástól jól véd. Ez az eljárás gyakorlatilag még nincs kipróbálva. A fémekkel való bevonást igen gyakran alkalmazzák; az ilyen fémbevonat valóban mindaddig, a míg a fémréteg ép, jól véd a rozsdá ellen. Ón és cink a leghasználatosabb. A cink a vassal szemben pozitív, az ón ellenben negatív jelleget vesz föl, ezért az előbbi alkalmasabb a rozsdá elleni védezésre. Ugyanis, ha az ónréteg megsérül és a vasfelület egy része fedetlenül marad, az ón-vas galvánelemben a vason, mint pozitív sarkon válik le az oxigén s azt rohamosan oxidálja, s minthogy a keletkező vasrozsdá térfogata sokkal



3. kép.

nagyobb, mint a fémvasé, a még sértetlen ónréteget is lefeszíti. A cinkezett vastárgyak másként viselkednek, mert a cink-vas galvánelemben a vas lesz a negatív sarok, ezen tehát a hidrogén válik le, mely a rozsdásodást hátráltatja; a hidrogénnek ezen jó tulajdonságával szemben azonban az a rossz oldala van, hogy a vassal helyi elemet alkot s ebben a vas már a pozitív elektród szerepét tölti be.

Olajfestékekkel s más hasonló bevonatokkal is gyakran védekeznek a rozsdá ellen. Ezeknél tekintetbe kell venni, hogy még ha repedéstől teljesen mentes és rugalmas hárttyát is alkotnak a vason, bizonyos mértékben mégis

<sup>1</sup> HANAMANN, Über Rostversuche mit nitriertem Eisen. Műszaki doktori értekezés. Berlin, 1913.

átengedik a vízgőzt, savgőzőket, sőt az oxigént is.<sup>1</sup> A bediffundált vízben mint elektrolitben azután helyi áramok keletkezhetnek, a vas és az olajfestékben lévő szinező vagy fedőanyag között. Ebből érthető, hogy némely festék a rozsdásodásra gyorsítólag, némelyik gátlólag hat, mások pedig közömbösek. Szerephez jutnak a festékben lévő és sohasem hiányzó idegen anyagok, szennyezések is, minek következtében sokszor igazán bonyolultak a viszonyok. CUSHMANN és GARDNER szerint a festékek sorában a rozsdásodást gátló festékek közül a fontosabbak: cinkoxid, cinkkromát, krómzöld, ultramarin stb.; rozsdásodást siettető festékek: súlypát, okker, lámpakorom, grafit stb.; rozsdásodásra közömbös festékek: lithopon, vasoxid (természetes), vascsillám, velencei vörös, kréta, gipsz, kaolin, azbeszt stb.

WOOD és GARDNER szerint különösen az oldható krómvegyületek védik jól a vasat, mert azt passzivvá teszik. Passzív állapotban az aktívval ellentétben a vasnak azt az állapotát nevezzük, melyben sem rozsdásodásra, sem savakban való oldásra nem hajlandó. A passzivitást többféleképpen magyarázzák.<sup>2</sup>

Mérsékelt erősségű lúgok a krómvegyületekhez hasonlóan hatnak, sőt bizonyos tekintetben előnyösebbek is azoknál. A gyakorlatban lúgos hatású, vagy víz hatására azzá váló vegyületeket, illetve festékeket keverünk a lenolajkenczéhez, ezzel alapozzuk a vasat, másodszeri, esetleg harmadszeri bevonásra pedig valamilyen jó, tartós, időálló festéket használunk. A legújabb tapasztalatok szerint kiváló időálló festéket kapunk, ha kötőanyagul lenolajból és az ú. n. „Holzöl“-ből álló keveréket használunk.<sup>3</sup> FRIEND szerint 0.5% paraffin igen jó hatású.

A festékek időállóságáról tájékoztat az alábbi táblázatos összeállítás, mely a felsorolt festékeknek az *American Society for Testing Materials* által végzett kísérletek eredményét foglalja magában. A festékeket lenolajkenczével készítették és háromféle, teljesen rozsdátlan vaslemezre háromszor ráamagolták. A háromféle lemez: 1. Bessemer-féle aczél (C 0.08%, Mn 0.35%, P 0.08%, S 0.05%); 2. kevés idegen anyagot tartalmazó tiszta vas (C 0.03%, Mn nyomokban, P 0.005%, S 0.024%); 3. Martin-féle aczél (C 0.16%, Mn 0.44%, P 0.02%, S 0.024%). A lemezeket *Atlantic City*-ben, tehát a tengerparthoz közel fekvő városban a szabadban alkalmas helyen őrizték. Nullá-val jelölték azt a festéket, mely a három évig tartó kísérlet alatt a vaslemezről teljesen eltűnt, az 5-nél kisebb számmal jelöltek a festék legnagyobb részben eltűntek, a 8.5-tel jelöltek semmi rozsdásodást sem lehetett kimutatni, a 10-zel jelöltek pedig tökéletesen épek maradtak:

<sup>1</sup> LIEBREICH, Rost und Rostschutz, Braunschweig, 1914.

<sup>2</sup> V. ö. Természettud. Közölny, 48. köt., 1916. évf., 814. lap.

<sup>3</sup> LIEBREICH, idézett helyen.

Bázisos ólomkromát	10	Mesterséges grafit	6·3
Krómszöld	9·8	Ólomfehér (lecsapási eljárással készítve)	4·2
Czinkkromát	9·5	Ólomfehér (hollandiai eljárással készítve)	3·7
Magnetit	9·5	Lithopon	2·2
Ólomszulfát (White lead)	9·0	Súlypát (lecsapott)	1·8
1. sz. porosz-kék	9·0	Gipsz	1·7
2. sz. porosz-kék	8·5	Czinkoxid	1·5
Minium	8·3	Súlypát (természetes)	0·7
Vasoxid	8·1	Kréta	0
Velencei vörös (mesterséges vas-oxid)	8·0	Ultramarin	0
Ólomkromát	7·7	Tiszta lenolajkencze festék nélkül	1·5
Természetes grafit	6·8	Kátrány minium fölött	5·2
Lámpakorom	6·3		
Kaolin (China Clay)	6·3		

Ha valamely festékről meg akarjuk tudni, hogy vas mázolására eléggé alkalmas-e, nem végezhetünk vele ilyen hosszadalmas kísérletet. BANDOW szerint jól tájékozódhatunk, ha az alábbi, rövid idő alatt keresztülvihető próbákat végezzük el. 1. Száradóképesség: rozsdátlan vaslemezt egyenletesen vékonyan bemázolunk a kérdéses festékkel s félóránként kis papiroscsíkot fektetünk rá; mihelyt a festék száradni kezd, a papirosszeletkét le lehet emelni. Jó festéknél ez 12—18 óra alatt következik be. — 3. Rugalmasság: 40 × 10 cm-es rajzpapirosszalagot 2—3-szor bemázolunk, jól megszáritjuk, kétszer előre és hátra hajtogatjuk, üveglappal befödjük s erre 24 órára kétkilogrammos súlyt helyezünk. A hajlítás helyén repedésnek nem szabad lenni. — 3. Kenhetőség és fedőképesség: 15 × 20 cm-es üveglapot hosszirányban egyenletesen bemázolunk, száradás után keresztirányban is annyiszor, míg teljesen egyenletes réteget kapunk. Mennél hamarabb következik ez be, annál kenhetőbb a festék. A fedőképességet úgy ítéljük meg, hogy a befestett lemezen keresztülnézünk; jól fedő festékek 1—2-szeri bekenésnél már fedni kell. — 4. Viselkedés vízgőzzel szemben: A befestett lemezt vízfürdő fölé állítjuk 10—12 órára; rossz festéknél a réteg hólyagos lesz, sőt le is válik. Jobb, ha a lemezt áramló gőz hatásának teszszük ki, miért is 10—15 cm távolságból gőzt fúvatunk a lemezre 15 percig és a lecsapódott vízceppeket szűrőpapirossal leitatjuk; jó festék csak keveset veszít a fényből, a rossz ellenben meghomályosul, esetleg hólyagos, repedéses lesz. — 5. Rozsdásodást gátló képesség: fényesre csiszolt 10 × 30 cm-es vasbádogat egymásután kétszer egyenletesen bemázolunk, 8 napig a levegőn száradni hagyjuk, majd 10—12 órára forró vízfürdő fölé teszszük. Ezután leitatjuk, 1 órán keresztül 100 C<sup>o</sup>-on szárítjuk, végül a festéket kloroformmal leoldjuk. Jó festéknél a csiszolt vaslap egészen fényes marad, rossznál



több-kevesebb rozsdafoltot találunk. — 6. Maró gőzök vagy más vegyszerek ellen is néha védelmet kívánunk. Ilyenkor a festékréteget az illető anyag, pl. ammónia, kénessav, kénhidrogén, sósvégőz stb. hatásának is kiteszszük s hatásukat vizsgáljuk. — 7. Festékanyagszükséglet. Megállapítása nagyon fontos különösen ott, a hol sok festékről van szó. A szükséges festék mennyiségét könnyen megállapíthatjuk, ha ismert felületű vaslapot bemázolunk s kiszámítjuk az 1 m<sup>2</sup> befestésére szükséges festékmennyiséget.

A most felsorolt rövid, csupán összehasonlító értékű vizsgálatokat a szükség szerint természetesen más szükségesnek mutatózó próbákkal is kiegészíthetjük.

*Dr. Sailer Géza.*

### Biológiai kutatások ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával.

A szinkép szinsorozatában tudvalevőleg a legnagyobb hullámhosszúak a vörös-sugarak. A vörös után sorakozó narancs-sárga-, zöld-, világoskék-, sötétkék- és ibolyasugarak hullámai fokozatosan rövidülnek. Legrövidebbek az ibolyántúli chemiai hatású láthatatlan sugarak.

Az is közismeretes, hogy az ibolya- és az ibolyántúli sugarakat chemiai hatásuknál fogva már régibb idő óta gyakorlati célokra is felhasználják, egyebek között például az orvosi tudományban (FINSEN), az apró lények pusztítására (ivóvíz fertőtlenítésére), újabban pedig a radioaktív anyagok még sokkalta kisebb hullámú sugarait a szövetek bizonyos termékeinek feloldására (rákos daganatok rendellenes hámséjtképződményeinek feloldására).

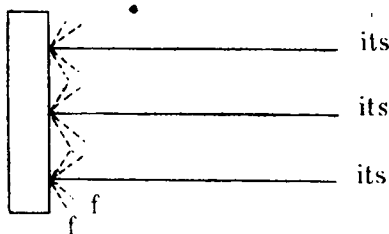
Felhasználták a kis hullámú sugarakat

biológiai kutatási célokra is. Az ez irányú kísérletek még igen fiatal keletűek, alig öt évre vezethetők vissza, s az eddig elért eredmények korántsem oly értékesek, hogy belőlük messzemenő következtetést vonhatnánk. Inkább a remény kecsgetető hatalmával serkentik a kutatót a további munkára. E soroknak is főképpen az a célja, hogy írójuk az elért eredmények alapján újabb, tökéletesebb vizsgálati módszerek lehetőségét egyenesse s újabb eredmények elérését megjavított vizsgálati berendezéseivel tegye lehetővé.

A szinkép előállításánál üveghasábot használnak. Az üveghasábon keresztül hatoló sugarak törékenységük szerint sorakoznak oly sorrendben, a milyenben hullámhosszúságuk következik. E hosszúságok a szinkép vonalai szerint ANGSTRÖM mérései alapján a következők:

A szinkép vonala	Hullámhosszúság $\mu\mu$ -okban	A szinkép vonala	Hullámhosszúság $\mu\mu$ -okban	A szinkép vonala	Hullámhosszúság $\mu\mu$ -okban
A	760·40	E	526·91	f	434·01
a	718·36	b <sub>2</sub>	517·22	G	430·73
B	686·71	c	495·69	g	422·64
C	656·21	F	486·07	h	410·12
D <sub>1</sub>	589·51	d	466·68	H	396·81
D <sub>2</sub>	588·91	e	438·28	K	393·30

A legnagyobb töröképességű s egyben a legkisebb hullámhosszúságú sugarak a látható színes szinkép után következő, tehát *K* vonalon következő láthatatlan sugarak, a melyek az üveghasábon nem mehetnek keresztül, mert az üveg ezeket a sugarakat elnyeli. Ha olyan anyagból készítünk hasábot, mely a sugarakat átbocsátja, például kvarcból vagy fluoritból, akkor a szinképre feszített fényérzékeny papiros az ibolyántúli helyen sötétedik meg a legerősebben, jeléül annak, hogy e sugaraknak egyik tulajdonsága a kémiai hatás. Van még egy másik érdekes tulajdonságuk, nevezetesen az, hogy a különböző anyagokat különféle színű fluoreszcenciára bírják. E tüneménynél, miként ezt már



1. rajz. A fluoreszcencia sugarainak keletkezése. *its* ibolyántúli sugarak, *f* - fluoreszcencia sugarai.

STOKES megállapította, a bizonyos periódusú és törésű sugárzó energiának más periódusú és törésűvé való átalakulásával van dolgunk. Tehát a nagytörésű és kishullámú sugarak, a kék-, az ibolya-, de különösen az ibolyántúli sugarak idegen testhez érkezők, kisebb periódusú rezgést idéznek ott elő (1. rajz), s ezek a kisebb törésű sugarak világosabb (*A*-vonallal irányába érve) és nagyobb hullámú sugarak alakjában minden irányban szét-szóródnak és a testet jellemző színben ragyogtatják. Ez a fluoreszcencia.

A fluoreszkálás BREWSTER megfigyelései szerint nemcsak a testek felszínén nyilvánuló tünemény, mert módosítja azt mindig a testek szerkezete is. Módosítja azonkívül a halmazállapot, az oldódási mód (kristályos vagy kolloidális) és a hőmérséklet is.

Báriumplatincianür csak szilárd állapotban fluoreszkál, oldott állapotban nem, aesculin és chinin pedig oldott állapotban, szilárdban csak igen kevésé. Eozin, fluoreszczein, magdalavörös, rezorcin csak mint oldatok fluoreszkálnak. Az anilin-festékek szilárd, illetőleg kolloidális oldatain (hippursav, ftalsav, zselatin) észlelhető ez a fluoreszkálás. A fluorit megmelegítve, erősebben fluoreszkál.

Az eddigi aránylag kis számú vizsgálatokból már is kiderült az a nagy fontosságú tény, hogy alig van anyag, mely az intenzívebb ibolyántúli sugaraknak kitéve, ne fluoreszkálna. E csábító körülmény arra serkentette a kutatókat, hogy módját ejtsék, miképpen lehetne a fluoreszcencia segítségével a nehezen elemezhető mikroszkópi kicsinyességű tárgyakat tüzetesebben tanulmányozni, vagy alaposabban egymástól megkülönböztetni.

A sejt- és szövetvizsgálatok rögzítéssel, festéssel, beágyazással történnek, vagyis oly nagyarányú mesterséges beavatkozásokkal, a melyeknek folyamata alatt többször nyílik alkalom arra, hogy a sejt anyaga vegyileg is, de kolloidálisan is átalakuljon. Ilyenformán a sejtet és termékeit csak átalakított állapotban ismerjük, mert természetes állapotban a protoplazmatermékek alig vizsgálhatók. Természetes tehát, hogy az oly vizsgálati mód, melylyel a sejt szerkezetét és termékeit élő állapotban is úgy vizsgálhatnók, hogy alvasztó, csapadékosító, keményítő, festő stb. anyagokkal nem kellene beavatkoznunk, föltötte értékes volna, mert a sejtek és szövetek természetes viszonyát ismerhetnők meg. Sajnos, a sejtermékeknek fluoreszcenciával való teljes elkülönítése még a jövő feladata. A főakadályok egyike az intenzív hatású ibolyántúli sugarak előállítás, másika a fluoreszcenciás színek sokféle finom árnyalatai, melyeknek megkülönböztetése sok nehézségbe ütközik. Harmadfél éven át folytatott vizsgálataim alapján mind a kettőt javítani igyekeztem; az eredményekről a következőkben öhajtok beszámolni.

Mínthogy a fénytábocsátó anyagok a

fluoreszcenciát előidéző ibolyántüli sugarakat vagy teljesen, vagy részben elnyelik, első feladat, olyan átlátszó anyagot keresni, mely e kishullámú sugarakat a

maga fényszűrőjéhez, ez az úgynevezett „Uviol-üveg“, de ez is legfeljebb a 250  $\mu\mu$ -nyi hullámú sugarakat bocsátja magán keresztül, az ennél kisebbeket elnyeli. A mint az előbbi hasámban közölt sorozatból kitűnik, a legjobb átbocsátó anyagok a kvarcz és a fluorit.

Fényátbocsátó anyagok	A még átbocsátott sugarak hullámhossza
Üveg ... ..	300 $\mu\mu$
Csillám ... ..	280 "
Czellulózacetát ..	270 "
Uviol-üveg ... ..	253 "
Viscose ... ..	253 "
Levegő ... ..	194 "
Víz ... ..	193 "
Alkohol ... ..	193 "
Kvarcz ... ..	186 "
Fluorit ... ..	186 "

Ha sikerült a színes sugarakat a fénypamatból kiszűrni, a megmaradt ibolyántüliak most már vagy a levegőn, vagy olvasztott kvarczból készült üveglencséken, lemezeken, küvettákon, majd vizen, illetőleg alkoholon keresztül folytathatják csak útjukat, különben jórészt elnyelnek s a fluoreszcenciás képünk tökéletlen vagy semmis.

legnagyobb mértékben átbocsátja. Az üveg erre a célra teljesen alkalmatlan. Van ugyan egy üvegfaj, melyet a jeni ZEISS-gyár az ibolyántüli sugaraknak a színesektől való megtisztítására használ

Abból a célból, hogy a színes fény sugarakat kiszűrjessük, vízben vagy alkoholban oldott fényszűrőket használunk, melyeket természetesen kvarczüvegből ragasztott küvettába szabad töltenünk. Az egyes színes sugarak távoltartására LANDOLT, WOOD, LEHMANN és mások szerint legalkalmasabb szűrőanyagok a következők:

Színes sugarak	Szűrőanyagok	%	Az átbocsátott sugarak hullámhossza
Vörös ... ..	rézgálicz ... ..	20	270 $\mu\mu$
Narancssárga ...	kristályviolett 5BO ... ..	0.005	?
Zöld ... ..	kék uviol-üveg 4 mm átm.	0.012	281 $\mu\mu$
Világoskék, sötétkék, ibolya ...	nitrosodimethylanilin ... ..	—	280 $\mu\mu$

E fényszűrőkből kétféle összeállítás ismeretes. Az egyik a ZEISS-féle, mely nitrosodimethylanilinnél (zselatinba itatva). ZSCHIMMER-féle kék uviol-üveg 4 mm vastag lemezéből és 20%-os rézgálicz-oldat 5 mm-nyi rétegéből áll. A másik csak annyiban különbözik az előbbitől, hogy itt a nitrosodimethylanilinnel vizes oldatát használják a rézgálicz-oldat mellett alkalmas kettős küvettában. REICHERT az ő fluoreszcenciás mikroszkópjához ezt az utóbbit használja, mely WOOD-LEHMANN-féle fényszűrő néven szerepel.

olvasztani, hogy színüket megtartsák, mindjárt egyszerűbb és tökéletesebb fényszűrőnk lenne. Úgy tudom, hogy az amethyst ibolyaszíne olvasztáskor sárgára, vagy sárgás-barnára változik. Ha az amethyst ez utóbbi színében megmunkálható, akkor félretehető a kényelmetlen kezelésű nitrosodimethylanilin, melyből hosszabb állás után a küvetta falára csillogó apró lemezek rakódnak le. (Ezeket én semmiféle módon nem tudtam eltávolítani.) A szakirodalomban annak sincsen nyoma, hogy valaki ibolyántüli sugarak előállításához fluoritot használt

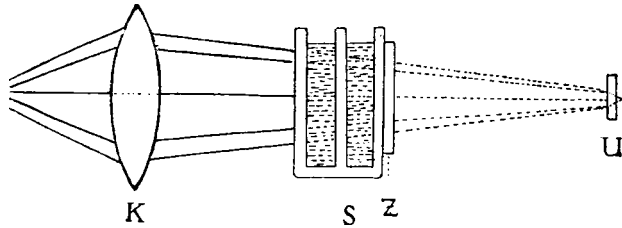
Ha a színes kvarczokat úgy lehetne



volna. A fluorit még valamivel jobban bocsátja magán keresztül a nagy törésű sugarakat, mint a kvarcz. A fluorit előfordul ibolya és sárga színváltozatban is. Úgy hiszem, hogy az ilyen fluoritból kellő vastagságban csiszolt lemezek nélkülözhetőkké tennék a kék uviol-üveget

kitünően átbocsátó anyaggal egyrészt nagyobb mennyiségű ibolyántúli sugarat. másrészt még nagyobb törékenységgű sugarakat lehetne a vizsgálandó tárgyhoz vezetni.

Azt a néhány biológiai vizsgálatot, melyet eddig a fluoreszcencia segítségével vé-



2. rajz. A REICHERT-féle fluoreszcenciás mikroszkóp fénysugarainak útja. *K* = kvarczkondenzor, *S* = fényszűrő, *Z* = uviol-üveg, *U* = kvarczból készült tükrökondenzor.

s a nitrosodimethylanilint, melyek csak a 280  $\mu\mu$ -nyi hullámhosszúsáig átbocsátók. Sajnos, nem voltam abban a helyzetben, hogy a kék-ibolyaszínű és a sárga fluoritokat e célra kipróbálhassam s tudtommal más sem kísérletezett velük, de erős a reményem, hogy ezzel a

gezték, a REICHERT-féle berendezéssel végezték. E műszer-összeállításnál a kvarczüveg-lencsével párhuzamossá tett, illetőleg összeteretelt sugarak a WOOD-LEHMANN-féle fényszűrőn (2. rajz, *S Z*) mennek keresztül. A mikroszkóp kvarczüvegből készült tükrökondenzorral (*U*) van felszerelve,

A vizsgálat köre	A vizsgálat tárgya	Vizsgáló
Táplálószer-elemzés	Búzaliszt és anyarozs...	HEIMSTÄDT O. 1911
	Kakaó és kakaóhéj...	WASICKY R. 1913
	Cichorium- és taraxacum-pótkávé	WASICKY R. 1913
Különböző állatok és növények	Véglények, moszatok és hidrák	PROVAZEK S. 1914
	Bacillusok, fonalas gombák, zuzmók	LENDVAI J. 1913
	Azalékállatok, férgek, rákok	LENDVAI J. 1913
Sejtek- és szövetek	Élő sejtek protoplazmája	LENDVAI J. 1914
	Chlorophyll és cyanophyll	TSWETT M. 1913
	Rögzítő- és festő-folyadékok	LENDVAI J. 1914
	Hámszövet és hámképződmények	LENDVAI J. 1914
Kapillaris elemzés	Rögzítő folyadékok	LENDVAI J. 1913
	Fanemek	LENDVAI J. 1915
Ipari termékek	Műselyem, gyapjú és gyapot	WOSICKY R. 1913
	Papiros-nemek	LENDVAI J. 1913

hogy a tárgy részecskéit oldalsó megvilágításban (katoptrikusan) érik az ibolyántúli sugarak, a melyek a részecskék fluoreszcenciáját előidézék. Fényforrásul erős ívlámpa szolgál, az ibolyántúli sugarak fokozása céljából vasbeles pozitív szénnel. Ez utóbbi helyett azonban inkább alkalmas típusú higanygőzös ívlámpa ajánlható, mert fényében több az ibolyántúli sugár. Az egész berendezés optikai padra<sup>1</sup> van szerelve. Az ibolyántúli sugarak pamatja makroszkópi és mikroszkópi vizsgálatokhoz egyaránt használható.

Az ezzel a berendezéssel végzett eddigi kísérleteket az előző lapon lévő táblázat foglalja össze.

HEIMSTÄDT O. a búzalisztnak és a beléje örlött anyarozs lisztjének fölismerési módját közölte.<sup>2</sup> A búzaliszt ibolyaszínű fluoreszcenciájában az anyarozs sárgája valóban pompás képet nyújt.

WASICKY R.<sup>3</sup> a kakaóporban, mely kéken

fluoreszkál, a beléje kevert kakaóhéj szemecskéit könnyen megkülönböztethette kékes-fehér színük alapján. Szerinte a katángkóró (*Cichorium intybus*) gyökeréből készült pótkávé sárgás-fehér színben fluoreszkál, a pity pang (*Taraxacum*) gyökeréből való pedig kék színben.

E néhány példa oly kísérletek közül való, melyeknél a fluoreszcenciás színek élesen különböznek, más esetekben, s ezek a számosabbak, a színárnyalatok túlfinomak és alig foglalhatók szavakba. Ez az oka annak, hogy a táblázatban felsorolt vizsgálatok legtöbbje csak apró részletekre szorítkozott s a róluk beszámoló értekezések rövidre szabott tartalmának jó része sejtelmes reménykedéssel van tele. Vonatkozik ez különösen az állat- és növénytani vizsgálatokra. Abból a célból, hogy e határozatlanságok helyébe szabatos vizsgálati alapot biztosítsunk, az élőszervezeteket vizsgál-

Kezelési folyadékok	A fluoreszcencia színe	
Pikrinsav + salétromsav .....	sötét ibolya	rózsás ibolya
Carnoy-féle folyadék .....	sötét ibolya	kék
Salétromsavas alkohol .....	világos kék	rózsás ibolya
Glycerin .....	kék	
Jód-tinctura .....	ibolyás fekete	kék
Káliumbichromát .....	fekete	
Hangyasav .....	világos ibolya	
Pikrinsav + kénsav .....	kék	sárga
Haidenhain-féle folyadék .....	világos kék	sötét ibolya
Ehrlich-féle folyadék .....	fekete	—
Xylol .....	kék	—
Kénéter .....	—	—
Aceton .....	ibolya	—
Karmin .....	bibor	—
Eosin .....	piros (?)	—
Kolloidális arany .....	sötét kék	—

<sup>1</sup> Képe a Természettudományi Közlöny 574. füzetében látható.

<sup>2</sup> HEIMSTÄDT, Das Fluoreszenzmikroskop; Zeitschr. für wiss. Mikroskopie, XXVIII. kötet.

<sup>3</sup> R. WASICKY, Das Fluoreszenz-Mikroskop in der Pharmakognosie; Pharm. Post, 1913.

latát a rögzítő folyadékok viselkedésével és ellenőrzésével kell kezdenünk.

Legelső kísérleteimnél szűrőpapiroszeletekbe itattam a rögzítő folyadékokat s ezeket a szeleteket tartottam az ibolyántúli sugarak elé. Itt természetesen a papirosnak kékesibolya-fluoreszcenciája bizonyos

fokig módosítja a beitatott folyadék fluoreszcenciás színét, de minthogy a fluoreszkáló papiros színe (ha ugyanegy minőségű papírost használunk) állandó kísérője a többi színeknek, ily úton is eléggé megbízható leolvasásokat végezhetünk. Helyénvaló, hogy itt bemutassam az ily módon vizsgált folyadékok egy-egy típusának a fluoreszcenciáját.

A 129. lapon lévő táblázatban némely folyadékknál két szint is jeleztem. Ez csak az összetett folyadékoknál fordul elő, a melyeknek összetevőit a kapilláris szökés egymástól szétválasztja s így külön rétegekben eltérő szint mutatnak. Fontos körülmény ez a szövétvizsgálatoknál, a melyet itt különösképpen hangoztatnom kell, mert belőle erednek a „szeszélyes“ kimenetelű rögzítések és festések. A szövetekben az összetett rögzítő- és festő-folyadékok szintén szétválnak s a kapilláris szökőképességük szerint nem egyszerre, de egymás nyomában hatolnak a szövetekbe. Míg tehát az erősebb szökésű rögzítő folyadék útjában már rögzítette a környéki sejteket, a nyomában hatoló las-

szert tennem, melyekben a szökés pontosan mérhető s a fluoreszcencia a maga tisztaságában megfigyelhető. Ilyeneket kaptam, ha vékony kvarczüveg-szalakat egy kötegbe szoritottam. A szálak közötti rések egyformák és egyenletesek, térfogatuk kiszámítható. Ezzel az egyszerű készülékkel, melyet másutt<sup>1</sup> ismerttettem, a mérés kényelmes, a fluoreszcenciás színek megállapítása pontos. A mérési eredmények részletei számára itt nincsen hely, csak általános eredményként jelezhetem, hogy a szövétrögztési zavarok és tökéletlenségek okai nem a diffúzióban keresendők, a hogyan ezt TELLYESNICZKY<sup>2</sup> gondolja, hanem a kapilláris szökés különböző arányaiban. A fluoreszcencia színeinek tiszta megfigyeléséből pedig az a tanulságunk, hogy a kezelési folyadékok a szövetek vizsgálatánál mellőzendők, mert különben a sejtelemek s a folyadékok fluoreszcenciájából oly sokféle interferenciális színkeverék keletkezik, mely a sejt fluoreszcenciájának fokozására nemcsak nem alkalmas, miként azt PROVAZEK<sup>3</sup> re-

Fanem	fuchsin	Festőanyag			
		pikrinsav + metilénkék + bleu surfin			
		kékes-zöld	zöld	sárga	összmagasság
Tölgyfa	5 mm	36 mm	12 mm	4 mm	52
Bükkfa	7 "	32 "	5 "	2 "	39
Cseresznyefa	12 "	34 "	22 "	1 "	66
Kőrísfa	18 "	38 "	8 "	8 "	54
Diófa	19 "	49 "	27 "	27 "	76
Jegenyefa	44 "	40 "	40 "	48 "	88
Jegenyefenyő	57 "	35 "	5 "	40 "	80
Lúczfenyő	104 "	100 "	40 "	100 "	140

sabb szökésű már csak az így átalakított pályán haladhat.

A szövetekben végbemenő most említett sajátos kapilláris jelenségek pontos ellenőrzésére oly kapilláris résekre kellett

<sup>1</sup> Magyar Chemiai Folyóirat, XXI. köt., 5. lap

<sup>2</sup> TELLYESNICZKY, Fixation; Enzyklopädie der mikroskopischen Technik.

<sup>3</sup> S. v. PROVAZEK, Über Fluoreszenz der Zellen; Die Kleinwelt, VI. köt., 2. szám.



méli, de ellenkezőleg minden alaposabb ellenőrzést vagy elemzést egyenesen lehetetlenné tesz.

Az egyesített kapilláris és fluoreszcenciás vizsgálatot czélszerűen felhasználhattam a fanemek meghatározására. Legyen szabad e meghatározási módszereket első ízben e helyen ismertetnem.

SCHÖNBEIN nyomán GOPPELSROEDER nagyon sok vizsgálatot végzett (30 évnél tovább) különféle anyagok kapilláris viselkedésére vonatkozólag. Kísérletei során találunk adatot arra nézve is, hogy az egyes fanemek jellegzetesen szöktetik a festőfolyadékokat. Egyik idevágó kimerítő munkájában<sup>1</sup> a fukszin, pikrinsav, metilén-kék és blue surfin nevű festőanyagok kapilláris szökését közli nyolcz fanemben, melyet az előző lapon táblázatosan összeállítva bemutatok.

A fukszin kapilláris szökése legfeltűnőbb különbséget a jegenyefenyő (57 mm) és a lúczfenyő (104 mm) fájában mutat, véletlenül annál a két fanemnél, melyeknek szövettani megkülönböztetése a nehezebb feladatok közé tartozik. A festékeverékek természetük szerint szöknek hol kevésbé, hol erősebben, a különbségek itt is szembeszökők. Ha most az egyes fanemek kapilláris szöktető képességét össze akarjuk hasonlítani, leghelyesebben egy bizonyos folyadékra vonatkoztatva tehetjük meg.

A festőanyagok színes fanemekben nehezen láthatók, a szintelen folyadékok pedig sehogysem. Itt láttam a szükségét annak, hogy akár színes, akár fehér fanemek kapilláris szöktető képességét erősen fluoreszkáló folyadékkal jelezhessem. De egyéb körülmény is így követelte. A faszövet ugyanis csak benedvesítve mutathatja híven a kapilláris tüneményeket, a fát vizsgálat előtt tehát forró víz-

ben kell áztatni vagy néhány perczig gőznek kell kitenni. Az átmedvesített faszövetben szabad szemmel nem könnyű dolog megítélni a festőfolyadékok magasságát, mert az ilyen szövet sötétebb színárnyalatú, mint a teljesen száraz, egyenetlen átmérőjű, szövetközi réseiben hol magasabban, hol alacsonyabban áll a festék, mely a magános résekben pusztán szemmel nem olvasható le, legfeljebb csak azon a tájon, a merre sok magános rés esik. E magassági különbség, mely 2–3 mm-t tesz ki, tetemesen korlátozná a meghatározást.

Állandó külső körülmények (hőmérséklet, ugyanazon időtartam, nedvesített faszövet) mellett vizsgálati oldatul a kénsavas chinint használtam, mely 1:1000, vagy még tízszerre hígabb vizes oldat alakjában 2–3 csepp kénsavval megsavanyítva, kitűnően fluoreszkál. A vizsgálandó fából a vizsgálatra alkalmas forgácsot hasítunk (5–10 mm szélességgel és vastagsággal s 10–12 cm-nyi hosszúsággal). A forgácsot egy vagy két gummi-gyűrű segítségével egy hosszú és keskeny fűkörüveglemezre erősítjük, a melyre milliméterpapirosból alkalmasan kivágott mm-skálát ragasztunk. Az így fölszerelt üveglemezt állványba szorítva, függőlegesen az előkészített kénsavas chininba állítjuk, úgy, hogy a faforgács 5 mm-nyire belemertüljön az oldatba, s így egy óra hosszat állni hagyjuk. A chinin a faszövetben ez alatt az idő alatt bizonyos magasságra felszökik, mely a különféle fanemekre jellegzetes.

Ez idő leteltével a faforgácsot üveglemezestől a chininból kiemeljük s a fa bemártásának helyét a skála 0 pontjára csúsztatva ibolyántúli sugaraknak tesszük ki. E sugarakban a felszökött chinin magassága 0.2 mm-nyi pontossággal leolvasható, mert ragyogó világos égkek színét minden zavaró színeződés mellett is megtartja.

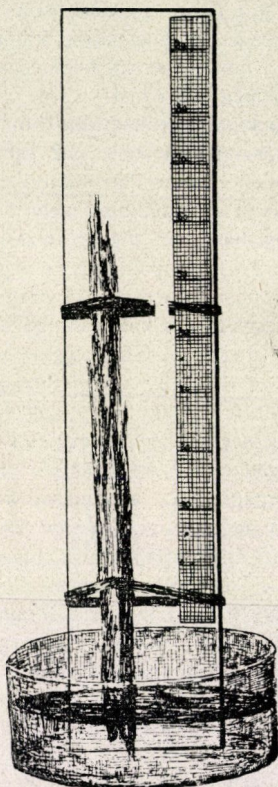
A kapilláris szökés magassága az egyes fanemekre nézve kis ingadozással állandó s így a fanemeknek ily módon való meghatározása nemcsak lehetséges, hanem

<sup>1</sup> FRIEDRICH GOPPELSROEDER, Über Kapillar- und Adsorptionsanalyse. Auszug aus meinen seit 1861 bis 1907 erschienenen Publikationen über das auf Kapillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhende Gebiet der Kapillaranalyse; Zeitschr. für Chemie und Ind. der Kolloide, IV. köt., 1–6, V. köt., 1–6, VI. köt., 1–6.

kényelmesebb és biztosabb is (pl. a tölgy- és cserfa, jegenyefenyő és lúczyfenyő), mint a szövettani alapon való meghatározás.

De vannak e módszernek hátrányai is.

Az egyik hátránya, hogy a szálkának bizonyos hosszúságúnak kell lennie (10—12 cm), a rövidebbeket nem határozhatjuk meg, mert a kapilláris felszállás



3. rajz. Kapillaritáson és fluoreszcencián alapuló fagehatározásra alkalmas berendezés.

nem mérhető bennük. A másik hátrány a fa korával függ össze. A faszövet rései más átmérőjük fiatal hajtásokban s mások idősebb fák törzseiben. De mások a rések a frissen döntött fatörzs szöveteiben és mások az állott, tehát kissé korhadásnak indult fában (régibűtor). Ezek az akadályok gondosan összeállított kapilláris szökési

táblázatokkal, melyek meghatározási kulcsul szolgálnának, leküzdhetők.

Az ibolyántúli sugarak előidézte fluoreszcenciával történtek kísérletek az ipartermékek meghatározására, illetőleg ellenőrzésére vonatkozólag is.

WASICKY azt tapasztalta, hogy ilyen módon a selyem a műselyemtől azonnal megkülönböztethető. Az előbbi kék, az utóbbi sötét ibolyaszínben fluoreszkál. A len, batiszt, kender, gyapot, gyapjú vizsgálatánál kiderült, hogy ugyanannál a kelménél a rostok páczolása és festése a fluoreszcenciát tetemesen módosítja, ezért csak a nyers anyagok vizsgálata vezet célhoz.

A papirosnemek rózsás ibolyaszíntől a zöldes-kékig minden színnyalatban villognak. Az olcsó fehér papirosnemekben sárga, világos-kék, sötét piros foltocskák találhatóak. A keményített papirosban határozatlan alakú nagy színfoltok láthatók, melyek valószínűleg a keményítő anyag aránytalan elosztását jelzik. A szűrőpapirosokban igen gyakoriak a határozatlan hullámvonalak, melyek a felszívódott folyadék határvonalára emlékeztetnek. Talán a gyártáskor használt savak maradvékainak a fénylő vonalai ezek.

Kár, hogy e szintünemények értelmezésére nem állnak rendelkezésünkre kimerítő vizsgálati sorozatok. Mily kényelmes volna az egyes iparcikkek (bőr, papiros műbőr, len, gyapjú, selyem, műselyem, stb.) nagy szállítmányait (pl. a katonai szállítmányokat) tömegesen mindjárt az átvételnél ily úton osztályozni és selejtezni.

Az élelmiszerek és a drogok között kevés van olyan, mely szabad szemmel vizsgálható, legfeljebb a durva szemes anyagok (kávé, gyökerek, rizómák) alkalmasak erre. Tükörkondenzorral folszerelt mikroszkóp alatt nem egy esetben meglepően pontos és minden kétséget kizáró megkülönböztetéseket tehetünk. A mely biztosan kimutatható a búzalisztben a már említett anyarozs, éppen olyan határozottan ki lehet mutatni pl. a gentiana-porban a hamisítás céljából hozzá kevert rumex-port. Az előbbi világos-kék, az

utóbbi arany-sárga. A pázsít-félék (*Graminea*) keményítője kék, a szárgóé ellenben sárga vagy zöldes-sárga.

Számos esetben nehéz a különben észrevehető színbeli különbséget szóbelileg kifejezni, a mi miatt a vizsgálatok egész sora elveszti értékét. Vizsgálataim közben megtaláltam a módját miképpen lehet a finomabb színárnyalatú fluoreszcenciás képeket is megelemezni és értékesíteni. Így a világoskék több árnyalatát nem tudjuk szavakkal kifejezni, nemkülönben az ibolyáét sem, pedig a fluoreszcenciás vizsgálatoknál ezek a leggyakoribbak. Én ezeket a színeket alkalmasan összeválogatott készítmények fluoreszcenciájával hasonlítottam össze s az utóbbival fejeztem ki; pl. világoskék-chinin, a mi annyit jelent, hogy a világoskék színnek arról az árnyalatáról van szó, melyben a kénsavas chinin fluoreszkál. A világoskéknek négy fokozatát vettem föl: a chinint, aesculint, gentiana-porot és osmiumtetraoxidot.

A színek ellenőrzésére való készítmények a következőképpen állítandók elő:

Ismert töménységű chinin-oldatból kvarczüvegre csöppentünk egy cseppet s azt kvarcfelemezettel lezárjuk, a szélein lakkal körülkeretezzük. Egy másik módja, hogy a minta folyadékot cigaretta-papírosba (*Riz Abadie*) itatjuk s így zárjuk el. Ilyféle készítményt állítunk elő chininből, aesculinból, gentiana-porból, osmiumtetraoxidból, hangyasavból, sósavból, szublimáthból, konyhasóból, káliumbichromáthból s más jellegzetesen fluoreszkáló anyagokból, mi által oly színskálára tehetünk szert, melylyel az elemzés már lehetséges. Az egymáshoz közel eső színeket négyesével kartonkeretekbe befoglaljuk s vizsgálatnál oda-odatartjuk az ibolyántúli sugaraknak. Míg a bal szemünkkel a mikroszkópi képet vizsgáljuk, jobb szemünkkel a mintakészítmények fluoreszcenciáját szemléljük.

A katoptrikusan megvilágított tárgy túlapró szemecskéi, a milyenek az élő sejt protoplazmájában is bizonyos külső kö-

rülmények<sup>1</sup> mellett megjelennek, az úgynevezett BROWN-féle mozgást végző szubmikronok. Ultramikroszkóppal vagy tükkondenzorral vizsgálva a szubmikronok fénylő sziporkák alakjában reszketős mozgásukat végző egyszínű sárga-fényes testecskének látszanak. Ibolyántúli sugarakban a mikronoknak ez az egyneműsége megszűnik. A testecskék sokféle színben jelennek meg. Tévesen következtetnénk azonban, ha azt tartanók, hogy ezek a színek kizárólagosan a szemecskék fluoreszcenciája lévén, alkalmasak vegyi mibenlétük megállapítására. Erről rövidesen meggyőződhetünk, ha a mikroszkópra egy elemző nikolt alkalmazunk s ezen keresztül szemléljük a képet. A fényszűrő tökéletlensége következtében a tárgy szubmikronjaihoz jutott s ott elhajolt színes sugarak egy síkban, illetőleg circumaxialisan sarkított sugarak azok, a melyek a szubmikronok kaleidoszkópi képre emlékeztető színzavarát előidézik. Az alkalmazott nikol e sugarak hatását lerontja s így a mikroszkópi képet csupán a nem poláros módosult periódusú sugarak alkotják. A még mindig megmaradt színkülönbségek most már csakugyan elfogadhatók a szubmikronok különeműségének ez idő szerint egyedüli jelzői gyanánt.

Befejezésül megemlíthetem még az ibolyántúli sugarakkal való vizsgálatoknál azt a kellemetlen utóhatást, melyet e sugarak az ember szemére gyakorolnak. DR. REICHERT KÁROLY úr, ki egy teljes összeállítású fluoreszcenciás mikroszkópot fényszóróval, kvarczüvegekkel s egyéb szükséges anyagokkal ingyen bocsátott rendelkezésemre, abból a célból, hogy szememet az ibolyántúli sugarak kellemetlen hatásától megóvjam, küldött nekem egy pápaszemet, mely úgynevezett „hygátüveg“-ből készült. Vizsgálataimat ezzel a pápaszemmel végeztem s szemem mentes maradt minden bajtól. DR. REICHERT KÁROLY úrnak szívességeiért e helyen is hálás köszönetemet fejezem ki. *Lendvai János.*

<sup>1</sup> V. Ö. LENDVAI, Az élő sejt protoplazmája fluoreszcenciás mikroszkóp alatt; Állattani Közlemények, 1914. évf., 127. lap.



## A dűnék rendszertana.

**A dűne neve és fogalma.** A homokos tengerpartok és a sivatagok homokbuczkái már régóta ölkeltették az emberiség figyelmét. Az ókori kelták RECLUS E. szerint „dun“ névvel jelölték ezeket a képződményeket; a „dun“ szó nyelvükön „meredek halmokat, hegyeket“ jelentett. Meg is maradt e szó néhány francia városnévben, mint pl. a Verdun-, Loudun- és Saverdunben. LITTRÉ E.<sup>1</sup> pedig etimológiailag kimutatta, hogy a latin „dunum“, a görög „δῦνον“, az olasz és spanyol „duna“, a francia „dune“, a holland „duin“, az angol „down“, „sand-down“ avagy „dune“,<sup>2</sup> az amerikai „dune“ és a német „Düne“ mind ugyanazt jelentik. Nálunk általában „homokbuczkák“-nak nevezik az ilyenfajta alakulatokat. Az elég gyakran használatban lévő „dűna“ elnevezést nem tartom szerencsésnek, mert ez már topografiai fogalom (Dűna folyó) jelölésére van lefoglalva. Véleményem szerint a legalkalmasabb lenne a „dűne“ elnevezés bevezetése a magyar szakirodalomba.<sup>3</sup>

**A dűnék anyaga, keletkezése, fejlődése és pusztulása.** A dűnék *anyaga* mindig homok.<sup>4</sup> Figyelmet érdemel némely tekintetben az ideig-óráig mutakozó hó-

*dűne* is, mely azonban nyomban elveszti a dűnék jellemző bélyegeit, a mint az első napsugár éri s a mint ennek hatására a jégzemecskék egymásba olvadnak. NANSSEN<sup>1</sup> sarki utazásai alkalmával tiszta jégzemecskékből összehalmazott, 7 méter magas dűnéket is látott. A tudományos kutatások nem terjedhetnek ki ezekre a képződményekre; több sikerrel kecsgetnek a homokdűnék, vagyis a tulajdonképpeni dűnék. Anyaguk egész kis ásványgyűjtemény. A Kelet-tenger melléki dűnékben pl. kvarcz, földpát, mészpát, amfibol, augit, gránát, zirkon, azonkívül kis mennyiségben kordierit, aktinolit, smaragdit, glaukofán, turmalin, hipersztén, epidot, titanit, szillimanit, olivin, staurolit, cyanit, korund, spinell, rutil<sup>2</sup> stb. fordulnak elő leggyakrabban, s legtöbbször a kvarcz van túlsúlyban.

A dűne anyaga vidékek szerint változik. A Nagy Alföld homokbuczkáiban hiába fogjuk keresni az Északnémet Alföld dűnéinek alkotórészeit, mely utóbbiak nagyobbára a jégkorszakbeli kőzetek törmelékéből állanak. Nem is hinné az ember, hogy a homokszemek tarka tömege bizonyos törvényszerűség szerint rakódik le. Nagy szerepet visz ebben az ásványok fajsúlya. A nehezebb fajsúlyúak külön csikokban helyezkednek el a könnyebbek között s a feketés és ibolyás színű, úgynevezett „drágakőhomok“-ot<sup>3</sup> alkotják, melynek főanyaga gránát, pirit, rubin, titánvas és egyéb fémfényű ásvány.

A homokszemek nagyság szerinti elhelyezkedésének szintén nagy szerepe van. A szél nem mindegyik szemet bírja

ben is megtaláljuk ezt a finom homokot, miáltal sivatagi eredetük nyilvánvaló.

<sup>1</sup> KAYSER E., Allgemeine Geologie, II. kiadás, Stuttgart, 1905, 228. lap.

<sup>2</sup> GERHARDT-JENTZSCH id. műve, 37–38. lap.

<sup>3</sup> GERHARDT-JENTZSCH idézett művében (36–37. lap). JENTZSCH e drágakőhomoknak több nevét említi, így pl. Granatsand (gránáthomok), Streusand (hintett homok) s Titaneisensand (titánvashomok).

<sup>1</sup> LITTRÉ E., Dict. d. l. langue franç. — SOKOLOV N. A., Die Dünen. Bildung, Entwicklung und innerer Bau. Orosz eredetiből fordította ARZRUNI. Berlin, 1894, 19. lap. — GERHARDT P., Handbuch des deutschen Dünenbaues, I. Abschnitt: JENTZSCH A., Geologie der Dünen, XVI—XVII. lap. Berlin, 1900.

<sup>2</sup> JAMES GEIKIE, Outlines of Geology., London, 1903, 6–8. lap.

<sup>3</sup> CHOLNOKY JENŐ, (A futóhomok mozgásának törvényei; Földtani Közlöny, 1902. évf., 38. lap) megszorítja a „dűne“ elnevezés fogalmát s dűnén csupán csak a futóhomok első felhalmozódását érti. Szerinte a dűnék a fejlődés folyamán garmadákba s barkhánokba mennek át. Szerinte tehát a dűnék, garmadák és barkhánok mind különböző fogalmak s nem pedig típusváltások.

<sup>4</sup> SOLGER F. (Dünenbuch, Stuttgart, 1910, 21. lap) szerint a sivatagokban keletkezett dűnék homokja mindig finomabb port is tartalmaz. Az Északnémet-síkság dűnéi-

egyforma erővel tovaszállítani. SOKOLOW<sup>1</sup> szerint a 0.25 mm átmérőjű homokszemet már a 4.5–6.7 m másodpercznyi erősségű szél is elmozdítja helyéről, az 1.5 mm átmérőjű homokszemecske elmozdításához már sokkal erősebb, 11.4–13.0 m másodpercznyi erősségű szél szükséges.

A szél tehát főtényező abban a folyamatban, melynek eredményeként a homokból buczka halmozódik föl. Ahhoz azonban, hogy a homokból dűne legyen, még

gyengébb, ott hullámcsíkok alakjában lerakódnak.

Az így keletkezett *homokfodrok*<sup>1</sup> néhány cm, vagy néhány dm szélesek s kevés mm, illetve kevés cm magasak (Ripple marks [Lyll], Wellenfurchen, Sandwellen), a szél irányára merőlegesek és a szélirány változásával karöltve irányukat is megváltoztatják. Szélfelöli és szélellentett lejtőjük FOREL<sup>2</sup> szerint egyforma, míg LYELL<sup>3</sup> és az újabb kutatók közül CORNISCH, BASCHIN



1. kép. Homoknyelv. CHOLNOKY JENŐ, A futóhomok mozgásának törvényei című értekezéséből.

egy körülmény kell, jelesen a *növényzet* jelenléte. Mert fújhat a szél egészen sík, lapályos és növényzettől kopár területen, mégsem keletkezik dűne. Ebben az esetben a HELMHOLTZ-féle törvény értelmében<sup>2</sup> a homokfelület és a levegő határfelületén a különböző fajsúlyú és különböző sebességű folyadékok és gázok érintkezésének analógiájára hullámmozgás keletkezik, hogy az egyensúlyi helyzet megmaradjon. Ott, a hol erősebb ennek a periódusos légnyomásváltozásokban nyilvánuló hullámmozgásnak a nyomása, a homokszemek tovább vitének, a hol azonban

és HEDIN SVEN<sup>4</sup> szerint asszimétrias a homokfodrok hosszszemete s ezeket egyenesen a dűnék kezdetleges alakjainak, kicsinyített képeinek tartják. A talaj kicsiny, sokszor nagyon igénytelen kis akadályai ellenben, mint pl. *egy* növényszálacskák vagy kövecskék, már elegendők arra, hogy megakasszák a szél szárnyán tova-

<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 15–18. lap. — GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 54–56. lap.

<sup>2</sup> FOREL, Les rides de fond étudiées dans le lac Léman; Arch. sc. phys. et natur., 1883, (3), 10. köt., 39–72. lap.

<sup>3</sup> LYELL, Man. of elem. geol., 6. kiadás, 19. lap.

<sup>4</sup> SVEN HEDIN, Scientif. results journey. Central Asia, II, 1905, 429. lap.

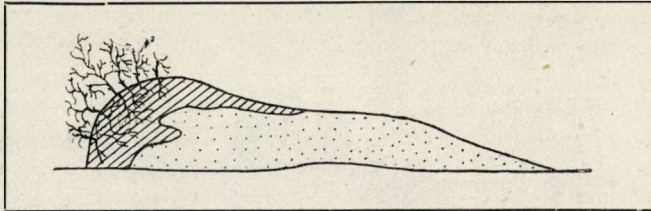
<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 12. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 26–30. lap.



szárguldó homokot s kis *homok-uszályka*<sup>1</sup> (*Sandschweif*) keletkezik, mely hol szélesebb, hol keskenyebb s még oly bizonytalan életű, hogy még nem is nevezhető a dűneképződés első szakának. Ha gyöngye pázsitfűfélék csomója az ellenálló akadály, akkor a homokkal teli szél kis gödröt váj közvetlenül a növényke,

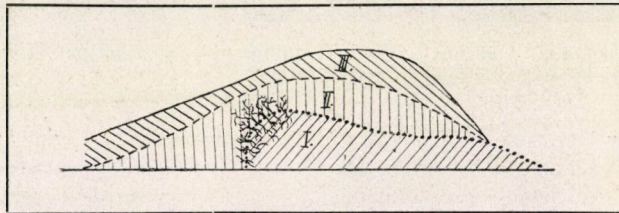
jednek s magukkal viszik a növénycsomó előtt lévő homokot, de a homoknyelv alakjának meghatározásában szerepe van a légáram azon hullámainak is, melyek a növénycsomócska fél vagy egész magasságát érték, s melyek gyöngült erővel bár, de mégis átkerültek annak szélellentett oldalára. Ha azonban valami ellenállóbb,



2. kép. Homoknyelv. SOKOLÓW rajza szerint.

pl. valami tengerparti növény- vagy őzárpa- (*Elymus arenarius* L.) csomócska előtt, míg szárai között és a szélnek ellentett oldalán fogva marad a homok, felhalmozódik s vége felé mindinkább keskenyedő *homoknyelv*<sup>2-3</sup> (Zungenhügel) keletkezik, mely már a fenti homokuszályka nagyított formája. Ez a dűneképződés *első szaka* (1. és 2. kép). A kis gödröt

erősebb ágazatú cserjebokor, mint pl. közönséges boróka (*Juniperus communis*), közönséges csarap (*Calluna vulgaris*) vagy fekete bábaszőlő (*Empetrum nigrum*) szolgál akadályul, akkor a bokor ágai nem bocsátják keresztül a homokot, minek következtében a homok fogva marad már a bokrok szélnek néző oldalán. Ilyenkor tehát nincs semmiféle homoknyelv, sőt



3. kép. A dűnefejlődés három szaka. SOKOLÓW rajza szerint.

a növénycsomó alapjánál nagyobb ellenállásra találó légáram azon hullámjai okozák, melyek az oldalak felé kénytelenek lévén kitérni, örvénymozgásban tova-

<sup>1</sup> SOLGER F., Dünenbuch, Stuttgart, 1910, 25. lap.

<sup>2</sup> SOKOLÓW N. A., id. mű, 63—64. lap.

<sup>3</sup> A magyar szakirodalomban (CHOLNOKY JENŐ, A futóhomok mozgásának törvényei, 33. lap) talált „gerincz” elnevezést nem tartom találónak, ezért helyette következetesen a „homoknyelv”-et használom.

éppen ellenkezőleg a bokor szélellentett- (szélárnyékos) oldala mentes egy ideig a homoktól s csak később gördül le egy-egy homokszem oda. Bő anyaggyarapodás eredményeként aztán kifejlődik egy sajátos dűnetípus, melyről majd később a magasparti dűnek tárgyalásánál lesz szó.

Ha tovább tart a szél munkája, nagyobb mértékben halmozza föl a homokot s bekövetkezik a dűnefejlődés *második szaka*. Az akadályokat már elfödte a homok, a homoknyelvek alakja teljesen elmosódott



a bő anyaggyarapodás miatt. Ilyenkor kis *homokhalmokat* látunk, melyekre azonban a dűne név még nem illik (3. kép).

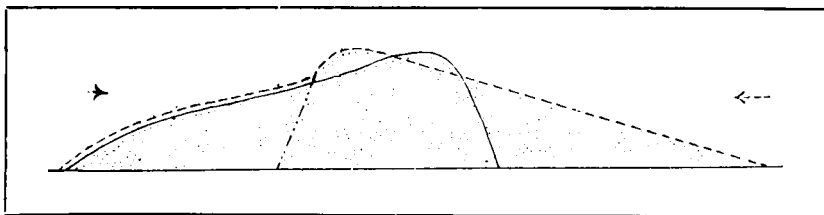
Csak a *harmadik szakban* alakul ki az a jellegzetes szélnek fordított (gyöngé lejtésű) és szélellentett (hirtelen esésű) oldaluk, melynek lejtésszöge középértékben  $5-12^\circ$ , illetve  $25-30^\circ$ -nak vehető (3. kép). Kivétel természetesen mindkét esetben van. Rétegzettsége a szélellentett lejtővel egyközü (4. kép). A kész tipikus dűne most már nőhet is. Néhány méter magasak mellett előfordulnak egész óriások is; ilyenek pl. a porosz tengerparti 50–60 m és a franciaországi Les Landes departement 100 m magas dűnei. Magasságuk függ a homok mennyiségétől, szemének nagyságától és a szél erősségétől. Sokolow<sup>1</sup> megfigyelései sze-

lénk. Felső részében kialakult már az új dűne szélellentett meredek lejtője, alsó részén ellenben még a régi dűne szél-felőli finom emelkedője van. E szélirány-változásoknak a dűne homokfelhalmozási



4. kép. Fiatal dűne jellemző szélellentett lejtővel és egyközü rétegzettséggel. SOLGER F. rajza szerint.

módjára való hatását azután világosan mutatja valamely idősebb dűne haránt-szelvénye, hol gyönyörűen jut kifejezésre a dűnét jellemző *részútos rétegzetség*<sup>1</sup> (6. kép). Nem egészen egyszerűen fordul meg a dűne két oldala a szélirány vál-

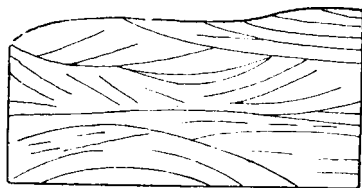


5. kép. A rendes dűne átalakulása szélirányváltozáskor. Eredeti rajz.

rint mennél durvábbak a homokszemek, annál magasabb a dűne, mert a finomabb homokot már gyöngébb szél is tovább szállíthatja, míg a durvább homokszemekkel csak a legerősebb szél birkózhatik meg.

A dűnék nem állandók. Alá vannak vetve ők is a változás törvényének. A szél egyre űzi őket, ide-oda vándorolnak tehát. Alakjukat azonban megtartják, ha a szél iránya nagyobbára ugyanaz marad. Ha azonban valamely vidék szélirányában hirtelen változás áll be, rögtön zavarok támadnak a dűne életében. Az eddig meredek szélellentett oldalt lassanként föltölti a homok s eltűnik a meredek lejtő (5. kép). A szél felőli gyöngé emelkedés azonban sokkal bonyolultabb képet tár

tozásakor, értelmezésük gyakran sok gondot okoz, kiváltképpen akkor, ha a *szélirány* igen változó és szabálytalan. A



6. kép. Rézsútos rétegzetség. SOKOLOW N. A. rajza szerint.

*tipikus dűne keletkezésénél tehát főkellék, hogy valamely szélirány uralkodó legyen.*

<sup>1</sup> A részútos rétegzetségben résztvesz különben a durvább és finomabb homokszemecskék váltakozó és különböző elhelyeződése is.

<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 110. lap.

A dűne keletkezésének főkellékei ezek szerint: *Uralkodó szélirány, ellenálló akadály, elegendő homok s azonkívül nem túlságosan száraz éghajlat.* Az ellenálló akadályok közt éppen a tengerparti dűnék-nél végtelen fontos a növényzet szerepe, ellenben a talaj egyenlenségei nem fontosak. Nincsenek azonban ezen a nézetten SOLGER, CHOLNOKY és még mások. SOLGER a talaj egyenlenségének tulajdonít nagy fontosságot. CHOLNOKY<sup>1</sup> és más kutatók tagadják a növényzet szerepét mint a dűne-képződés egyenes okát s a növényzetnek csak lerakódást módosító szerepet jut-tatnak.

Eső után nem halad tovább a futó-homok, az egyes szemecskéket körülvevő vízrétegecskék egymáshoz fűzik e parányi közetalkotó részeket, még pedig annál szorosabban, mennél kisebbek e szemecskék, mert több víz szorult közéjük. A kis szemecskék nehezebben is száradnak, mint a durva szemek, kiszáradva azonban ismét fölkapja őket szárnyára a szél s folytatják megkezdett útjukat; gyorsaságuk a szél erősségétől és a homokszemek nagysá-gától függ s átlag évenként 10--20 m-t tesz ki.<sup>2</sup> Útjukban nem kimélnék semmit sem. Egymásután pusztulnak el az er-dők, ültetvények s veszélylyel fenyegetik még az emberi településeket is. Több esetet említenek a történetírók Francia-és Németországból, hol egész falvakat pusztított el ez a gyilkos elem. A Keleti-tenger porosz partján lakó nép még mai nap is kénytelen fölszedni fakunyhóinak deszkáit, a mint a dűne már sarkában van s néhány kilométerrel bel-jebb üti föl új tanyáját. Mindent azonban még így sem tud megmenteni. Temploma, temetője ott marad, melyet aztán elföd az

<sup>1</sup> CHOLNOKY, A futóhomok mozgásának törvényei, 33. lap.

<sup>2</sup> Ezen érték azonban vidékek szerint végtelenül változó. A testei és légei dűnék évenként 20--25, a schleswigiek 7, a Frische Nehrungen lévőek 3<sup>3/4</sup>—5<sup>1/2</sup>, a Kurische Nehrung dűnéi pedig a többek közt átlag 44 méterrel haladtak tova. V. ö. SUPAN A., A fizikai földrajz alap-vonalai, Budapest, 1904, 514. lap.

enyészet súlyos homokos leple. Ám nem véglegesen, mert bizonyos idő multán ismét napfényre kerülnek. De milyen álla-potban? Roncsokban. A dűne tovább vándorolt. S így folytatja ciklusát, míg esetleg sikerül az embernek a dűnét meg-kötni. Erre a czélra rendszeren hosszú gyökerű s földön kúszó szárú növényeket használnak. ABROMEIT J.<sup>1</sup> összeállításá szer-int tengerparti zabot (*Ammophila are-naria* Lk. vagy *Psamma arenaria* R. et Schall), őzárpát (*Elymus arenarius* L.), homoksást (*Carex arenaria* L.); benge-képi homoktövis (*Hippophaë rhamnoides* L.), néhány fűzfafajt (*Salix repens* L., *S. caprea* L.) különféle fenyőfajt a *Pinus*-ok genus-ából, mint *P. silvestris* L., *P. montana* MILL. b. *uncinata* RCHB., *P. maritima* LAMK., *P. austriaca* (HÖSS) ENDL., *P. rigida* MILL. használnak. A dűnék meg-kötésére alkalmas még a közönséges és fehér lúczyfenyő (*Picea excelsa* Lk. és *P. alba* Lk.), a mézgás éger (*Alnus glutinosa* GAERTN.), a bibircses nyír (*Betula verrucosa* EHRH.) és az európai sül-zanót (*Ulex europaeus* L.).

A felsorolt magasabbrendű virágos nö-vények mellett a homokmegkötés mun-kájában jelentős szerep jut a virágtalan növényeknek is.<sup>2</sup> Néhány gomba, mint pl. a *Boletus granulatus* és *Morchella conica* s rengeteg zuzmó, a legtöbb a *Cladonia*-félék családjából (*Cl. rangiferina*, *Cl. pyridata*, *Cl. fimbriata*), továbbá *Centraria islandica*, nemkülönben lombos mohok (*Musci*), melyek egész szőnyegekkel borítják be a laza homokot. A lombos mohok közül főleg a *Polytrichum*-fajok és a *Hypnum cupressiforme* említhetők, melyeknek nagy szerepük van, mert nedvességgel látják el a száraz dűnehomokot s ezáltal me-nehezítik a beszívárgott vízmennyiség gyors elpárolgását.

A dűnerögzítés áldásos eredményét érzi már a nép, mert ilyen módon lakhatóvá

<sup>1</sup> GERHARDT P., Handbuch des deutschen Dünenbaues; III. Abschnitt: ABROMEIT J., Dünenflora, 202--205. lap.

<sup>2</sup> GERHARDT-ABROMEIT, id. mű, 193. lap.

lett nem egy kietlen, sivár terület. Vigyázni kell azonban az ültetvényekre, mert ha egyszer erdőirtás útján megsértik a csak alig behegedett sebeket, ismét szabadon garázdálkodhatnak az előbb ismertetett folyamat s csakhamar ismét ugyanolyan sivár lesz a jövő, mint még sok helyen a jelen. Nagyon hibáztak a háborúk vezetői, kik a 30 éves háború idején a Keleti-tenger partvidékéről szereztek be faszükségletüket, nem is gondolva arra, hogy századok munkáit teszik tönkre s századokra hoznak véle veszedelmet.

**A dűnék rendszertana.** A dűnék különböző fajai, melyek igen sokféle szempont szerint csoportosíthatók, föltétlen rendszertani értékelést kívánnak. SOKOLOW és JENTZSCH nagyjából csak genetotopografiai és morfológiai osztályozzák a dűnéket. SOLGER F.<sup>1</sup> már fosszilis dűnéket is ismertet s megveti alapját a geológiai csoportosításnak. A dűnéknek anyag szerinti rendszerével azonban csak elvétve foglalkoztak. Találunk azonban még florisztikai csoportosítást is; például ilyen REINKE<sup>2</sup> rendszere, a ki a dűnéket jellemző növényeket veszi az osztályozás alapjául. Feladatunk lesz tehát anyaguk szerint is csoportosítani a dűnéket, nemkülönben a SOKOLOW genetotopografiai rendszere helyett a czélszerűbb, tisztán genetikai csoportosítás alapját megvetni. Azonfelül a többi rendszert egy-két új típusal gyarapítom s a különféle dűnék rendszereit könnyen áttekinthetővé iparkodom tenni.

a) *Geologo-petrografiai (stratigrafiai) rendszer.* A dűnék anyaga különböző. Sok mindenféle ásványt tartalmaz. Az uralkodó ásványszemekből magára a kőzetre következtethetünk. Kétségtelen, hogy ez nem mindig könnyű.

A Keleti-tengerpart dűnéi a Skandináviából lenyúló pleisztocén glecserek

<sup>1</sup> SOLGER F., Über fossile Dünenformen im norddeutschen Flachlande; Verh. d. XV. deutsch. Geographentages in Danzig, 1905, 159—172. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 34—39. és 126. lap.

fenékmorénájából kimosott homokból keletkeztek és tele vannak kristályos kőzetből származó kisebb-nagyobb ásvánnyal, holott az Északnémet Alföldön e kristályos kőzetek sehol sincsenek eredeti fekvőhelyen. A sok idegen ásványszem rögtön elárulja tehát a dűneanyag jégkorszakbeli jellegét és skandináviai eredetét. A Finnöböl<sup>1</sup> vidékének dűnéi viszont a finnországi gránitszikkák anyagát tartalmazzák, melyeket szintén a diluvialis jégkorszak glecserei hoztak le. A franciaországi „landes“-i<sup>2</sup> dűnék ellenben pliocén homokból állanak s igen bő kvarcztartalmúak. A Krim félszigeten Jewpatoriában<sup>3</sup> viszont terciérkori oolitikus mészkőből s a Bermuda szigeteken<sup>4</sup> korallhomokból áll a dűne anyaga, míg Nyugat-Ausztrália<sup>5</sup> partján DARWIN mészkőhomokból keletkezett dűnéket látott.

Még érdekesebb talán a sivatagok dűnéinek anyagmeghatározása. Legtöbbjük főleg kvarczból áll, származási helyük meghatározása tehát elég nehéz. Az első pillanatban nem tudjuk megállapítani, vajjon kristályos-avagy üledékes kőzetből erednek-e? A Kozák-steppe homokja EVERS-MANN<sup>6</sup> szerint a levegőn elmállott márgák és szemecskés mésztuffák maradványa, míg a Szahara<sup>7</sup> homokja a légköri hatásoktól megtámadott homokkőhegységek anyaga. Az algériai Szahara<sup>8</sup> végül gipsztartalmú kvarter homokkőves vidékről táplálkozik.

A példáknak még edécs sorára hivatkozhatnánk, de már ebből a néhányból is levonhatjuk a kettős eredményt.

Osztályozhatjuk tehát a dűnék anyagát s ezáltal a dűnéket először *geológiai* koruk és *petrografiai* összetételük szerint, s ebben az esetben archaikus, kambriumi,

<sup>1</sup> és <sup>2</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 133—134. lap.

<sup>3</sup> és <sup>5</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 134. lap, jegyzet.

<sup>4</sup> KAYSER E., Allgemeine Geologie, 228. lap.

<sup>6</sup> EVERS-MANN, Naturgeschichte des Orenburger Landes, 65. és 83. lap. SOKOLOW N. A., id. mű, 190. lap, jegyzet.

<sup>7</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 193. lap.

<sup>8</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 198. lap.



sziluri, devoni . . . . egészen alluviális anyagú, valamint kvarcból, mésztuffahomokból, korallszemekből stb. álló dűnékről beszélünk. Másodszor pedig megtaláljuk az anyag korának ismerete alapján a *dűnehomok keletkezésének helyét,*

Alakjuk azonban nem maradhatott meg s ezért nem is beszélhetünk róluk mint dűnékről. Be kell érünk tehát, hogy a dűnéken *csak alluviális* képződményeket értsünk. SOLGER<sup>1</sup> azután ezek keretén belül is megkülönböztet olyanokat, a melyek a



7. kép. Rögzített vagy megkötött dűne a Greifswald melletti lubmini erdőben. A szerző fotografiai fölvétele.

mely aztán sok geológiai rejtély megfejtéséhez adja a kulcsot.

b) *Geológiai rendszer.* A dűnék kora szerinti osztályozásról kevés a mondani-valónk. A régebbi geológiai korszakok, mint pl. a perm, tarkahomokkő, keuper, stb. homokkövei, melyek a dűnéknél oly gyakran észlelt homokfodrokat és rézsútos rétegzettségét (6. kép) okoznak, az akkori kor dűnéiről tesznek tanubizonyosságot.

maitól eltérő szélviszonyok között jöttek létre, s olyanokat, a melyek a mai szeleknek köszönik létüket. Az első csoporthoz tartozókat *fosszilis dűnéknek* nevezi. Ilyenek az Északnémet Alföld kontinentális dűnéi, melyek a jégkor utáni korban uralkodó keleti szelek munkái. Az ezen szelek

<sup>1</sup> SOLGER F., Über fossile Dünenformen, 159—172. lap.



alkotta dünék eredeti alakját homályossá tették az új délnyugati szelek, régi alakjukból azonban egészen nem vetköztethették ki, mivel a nedvesebbé vált éghajlat kedvezett a növényzetnek, mely aztán benőve megőrizte a jégkor utáni korú düne még meglévő alapalakját. A fosszilis dünéssel SOLGER szembeállítja a *recens dünéket*, azaz azokat a dünéket, amelyek a mai szélviszonyok között jönnek létre.

Bizonyos tekintetben középhelyet foglal el a fosszilis és a recens düne között a

egyszerű rendszere<sup>1</sup> azonban ma már nem állja meg helyét. A *tengerparti* (Stranddünen) és *bennföldi vagy belső kontinentális* (Festlanddünen, Binnenlanddünen) dünék mellett talált már *folyóvölgyi dünéket*<sup>2-3</sup> (Flussdünen) is, melyeket behatóan tanulmányozva, ő vezetett be az irodalomba. Ezzel bizonyos zavar is állt be a rendszerben. Nem sorozhatta ezt az új dünefajt egészen a tengerpartiakhoz, de a belső kontinentális dünéhez sem, mert ha a folyóvölgyi düne a tengerbe kinyúló



8. kép. Rögzített düne az ückermünderi avarban. A szerző fotografiai főlvétele.

rögzített, stabilizált, *állandósult* vagy *megkötött düne* (7. és 8. kép). A vegetáció nem engedi a dünét továbbhaladni s hacsak valami külső körülmény meg nem fosztja tőle, a jövő geológiai korban, ha a szélirány esetleg változik, feltűnően megtartja fosszilis jellegét.

c) *Geneto-topografiai rendszer*. A dünéket keletkezésük helye szerint, mondjuk geneto-topografiaiilag először SOKOLOW<sup>1</sup> igekezett osztályozni. Az ő különben igen

deltaképződményeken ütötte föl a fejét, akkor nem volt már többé topografiaiilag

<sup>1</sup> HALTENBERGER MICHAEL Ph. D., On a genetic system of sand dunes, including two new types; Bull. of the American Geogr. Soc., Vol. XLV, July 1913, pp. 513—515.

<sup>2</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 147—157. lap.

<sup>3</sup> SOLGER F. megszorítja a folyóvölgyi dünék fogalmát. Szerinte nem mind-egyiküknek anyagát szolgáltatja a folyó, mert vannak olyanok is, melyek a völgyet alkotó kőzetek elmállott törmelékéből jöttek létre, miért is ezek sokszor idősebbek, mint maga a folyó (Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 83—86. lap).

<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 20. lap.



belső kontinentális, hanem tengerparti, jóllehet anyaga származásilag kontinentális volt. Nagyobb volt a zavar még, ha a deltán keletkező dűnék fölépítésében a folyó hordaléka és a tengerből kivetett homok egyaránt résztvett. Létrejött tehát egy új faj, melyet *vegyes dűnének* volnék hajlandó nevezni.

d) *Genetikai rendszer.* Nézetem szerint sokkal helyesebb lenne a genetotopo-

(pl. sivatagi<sup>1</sup>) és a tenger közelében gyakran előforduló dűnék, melyeknek anyagát, a finom diluviális homokot, kifujja a tengeri szél a partomlások falából s kissé beljebb a magas part tetején rakja le. Két ilyen esetet figyeltem meg a Rügen szigettől nyugatra fekvő kis Hiddensoe szigeten (9. és 10. kép). Jelzésükre két új nevet, jelesen a *kliffpárkány* (Kliffrand-, Cliff margin-, 9. kép) és



9. kép. Kliffpárkánydűne Hiddensoe szigeten, Rügen mellett. A szerző fotografiai főlvétele.

grafiai irányt elvetni s e helyett tisztán eredet szerint osztályozni a dűnéket, azaz a szerint, hogy mi módon jöttek létre. Így legalább helyet biztosítanánk a rendszerben a folyóvölgyi dűnéknek is s besorozhatnánk ide még néhány új dűnetípust is. Ebben az új csoportosításban különbséget teszünk oly dűnék között, melyek létrehozásában csupán csak a szél, s melyeknél más tényező is résztvett.

Tisztán *colikus* eredetűek a *belső konti-*

*nentális magasparti dűne* (Steilhangdűne, high shore dune, 10. kép) nevet ajánlom.<sup>2</sup>

Hiddensoe dombos északi részén, ott a hol a magas part omlásai vannak, napfényre kerül a szakadék diluviális homokja. A tengeri szél kifujja ezt a

<sup>1</sup> Sivatagi eredetűek az alább ismertetendő északnémet alföldi, úgynevezett folyóvölgyi dűnék is.

<sup>2</sup> Über Art und Umfang des Landverlustes und Landzuwachses auf Hiddensoe bei Rügen. (Dissertation, Univ. Greifswald), Budapest, 1911, 69–72. lap.



homokot, fölviszi a kliff párkányára s ott lerakja, melyre az útjában álló kis erdeifenyő erdő kényszeríti. (Rennbaum = Bismarckdüne e terület helyi neve.) E kliffpárkánydünék mai alakja azonban már nem sértetlen. Az emberi beavatkozás és maga a természet is megzavarta eredeti fejlődésükben s létrejött így a *vaddüne* jellegük, a melyeken már többé az egyes

Jellemző két lejtője azonban már élesen megkülönböztethető s ezen az alapon a düne név nem is kifogásolható. A 144. lapon lévő táblázat három ilyen dünéről szolgál adattal.

Az eolikus dünék csoportjával szemben azoka dünékállanak, a melyek *hidroeolikus* eredetűek. A *tengerparti*<sup>1</sup> és a *folyóvölgyi dünék*<sup>2</sup> tartoznak ide. A víz kimosta az



10. kép. Magasparti düne Hiddensoe szigeten, Rügen mellett. A szerző fotografiai főlvétele.

dünék jellemző profilja nem látható. Lejtésüket hiába mérjük, az egyes elmosódott alakokból nem lehet biztosan következtetnünk.

Ha a homokot útjában nem gátolja nagyobb akadály, akkor csak a magas part párkányától kissé beljebb, holmi kisebb borókabokor (*Juniperus*) tövének rakódik le. A ferde síkon ekként keletkezett *magasparti düne* még nem teljesen kifejlődött düne, a borókabokrot nem borítja még be egészen a homok.

<sup>1</sup> Minthogy a *tavak* partján előforduló dünék ugyanolyanok, mint a tengerpartiak, azért külön nem is említjük őket.

<sup>2</sup> Az Északnémet Alföld Inlanddüneinek folyóvölgyi, illetőleg tavi eredetét JENTZSCH-sel szemben egyenesen tagadja SOLGER (Dünenbuch, 146., 176. és 179. lap). Szerinte ezek oly módon keletkeztek, hogy a jégkori jégtakaró visszahúzódásakor a visszavonuló jégtakaró felől fújó jegesszelek előrehaladtukban fölmelegedve, szárítólag hatottak a jégtakaró pereme menti területre, sivataggyá változtatták azt s dünékké halmozták a homokot. Az „Inlanddüne“-k tehát egyene-

anyagot az illető kőzetből, homokot készített belőle s a mint ez részben a hullámcspás, részben a folyók áradmányai és részben homokzátonyai útján közvetlenül a levegő hatása alá került, a szél dünékké halmozta föl. A víz és a szél tehát az a két tényező, mely a hidro-eolikus dünék keletkezésénél szerepel; az egyik előkészíti az anyagot, a másik pedig tovaszállítja.

A vázolt genetikai csoportosítás előnye tehát, hogy eloszlatja a geneto-topografiai irány nehézségeit s kellő helyet biztosít a folyóvízi dünéknek is, melyek eddigelé csak köztes helyet foglaltak el a tengerparti és a belső kontinentális dünék között.

e) *Morfológiai rendszer.* A dünék alakja nagyon változatos. A morfológiai rend-

(Walldüne és Strichdüne, SOLGER<sup>1</sup> szerint) és a *sarlódünét* (Bogendüne, Sichel- vagy Barchandüne, Parabeldüne és Haldendüne SOLGER<sup>2</sup> szerint). Melyik a két fő-típus közül az alaptípus? Ebben megoszlik a tudósok véleménye. BASCHIN O.<sup>3</sup> a sánczdünét tartja az egyszerűbb alaknak. SOLGER F.<sup>4</sup> néhány sarlódünefajt szintén csak mint másodlagos képződeményt ismertet. WALTHER J.<sup>5</sup> ellenben nagyhírű munkájában a sarlódünéből származtatja le a sánczdünét. Szerinte a barkhánok a sivatagok belseje felé lassanként egész lánczokat alkotnak s mindaddig meg is maradnak ily összetett alakjukban, a míg az uralkodó szélirány meg nem változik, mely a barkhánlánczokat ismét elemeire bontja. Ezen a vélemé-

Sorszám	A düne szél-felőli oldala	A düne szél-ellentett oldala	A düne közép-szélessége	A düne gerincz-magassága	A düne csapás-iránya	A düne szél-felőli oldala <sup>1</sup>	A düne szél-ellentett oldala	A magas part ferde síkjának lejtésszöge
	hossza	cm-ben	cm	cm		lejtésszöge		
1	420	80	280	62	S 55° E	26° N	33° S <sup>2</sup>	} 20° N kb.
2 <sup>3</sup>	560	60	290	38	S 49° E	29° N	36° S	
3	350	70	220	55	S 56° E	29° N	34° S	

szer a dünéket alakjuk szerint csoportosítja, tekintet nélkül anyagukra, keletkezési helyükre és keletkezésük módjára. Morfológiailag két főtypust különböztetünk meg: a hosszúra nyúlt *sánczdünét*

sen éghajlatváltozások szülöttei, s tisztán eolikus eredetűek. Keletkezésük körülményei dolgában nagyon hasonlítanak a homokfödrekhez. HELMHOLTZ törvénye ezekre is érvényes, melyek tulajdonképpen csak a homokfödrek nagyított másai (SOLGER, Dünenbuch, 172-174. lap) lévén, egyszerre keletkeztek a nagy kiterjedésű sivatagi területeken s nem pedig egymásután, mint a tengerpartok dűnesorai.

<sup>1</sup> A düne szél-felőli oldalának lejtésszögében benne van már a magas part ferde síkjának lejtésszöge is (20°).

<sup>2</sup> A szél-ellentett oldal elmosódott a bokor miatt.

<sup>3</sup> Ez több 2—3 kisebből nőtt össze.

nyen van CHOLNOKY<sup>6</sup> is, a ki a Nagy Alföldön megfigyelte, hogy miként bomlanak föl a sánczdünék barkhánokra, ha

<sup>1</sup> és <sup>2</sup> SOLGER F., Über fossile Dünenformen im norddeutschen Flachlande; Verh. d. XV. deutsch. Geographentages in Danzig, 1915, 159-172. lap. — F. SOLGER, Über Parabeldünen; Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesell., 1908, 54-59. lap. — F. SOLGER, Studien über nordostdeutsche Inlanddünen; Forschungen zur deutsch. Landes- und Volkskunde, 1910, XIX, 8-31. lap.

<sup>3</sup> BASCHIN O., Dünenstudien, Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde in Berlin, 1903.

<sup>4</sup> SOLGER F., Studien über nordostdeutsche Inlanddünen, 8-31. lap.

<sup>5</sup> WALTHER J., Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. Berlin, 1900. 125-126. lap.

<sup>6</sup> CHOLNOKY JENŐ, A futóhomok mozgásának törvényei; Földtani Közlöny, XXXII. kötet, 1902, 28. lap.

erre elegendő tágas terük nyílik s a szél iránya nem nagyon ingadozó. WALTHER *ösdünéjének* (Urdüne)<sup>1</sup> nyomait a tengerparton is megtaláljuk.<sup>2</sup> Itt azonban hosszúra nyúlt sánczalakban jelennek meg ezek s csak a hullámosan húzódnó dűnegerinczben lehet ráismerni az ősbarkhán alakra. Természetes is, hogy csak ritkán fejlődhetik ki jellemző ősbarkhán alakban a tengerparti dűne, mint pl. a „Runde Berg“ és a „Schwarze Berg“ a „Kurische Nehrung“-on, mivel a partvonallal megközelítőleg egyenes vonalban veti ki a hullám a homokot s a tengeri

és a szárazföldi szél is egyenes vonalban terjed tova, minek eredményeként sánczdűne keletkezik.

A szerint, a mint a szél irányára merőlegesen vagy vele párhuzamosan helyezkedik el a *sánczdűne*, továbbá, a mint a szélnek domború, vagy homorú oldalát fordítja a *sarlódűne*, mindkét főtípuson belül SOKOLOV<sup>1</sup> két-két alformát különböztet meg.

WALTHER J. felfogásából kiindulva foglalkozzunk előbb a sarlódűnékkel. Itt vegyük alapul a következő összeállítás I. részét.

I. Sarlódűne	}	domború sarlódűne	}	ivdűne (Bogendűne)
				barkhán-vagy szorosabb értelemben vett sarlódűne (Barchan-vagy Sichelűne) (szögűne vagy patkódűne)
		homorú sarlódűne		paraboladűne (Parabelűne)
				garmadadűne (Haldendűne vagy Garmaden)
II. Sánczdűne	}	merőleges sánczdűne (Wallűne)	}	elsődleges merőleges sánczdűne
				másodlagos merőleges sánczdűne
		párhuzamos sánczdűne (Strichűne tágabb értelemben)		merőleges sánczdűnéből alakult párhuzamos sánczdűne
				barkhánból alakult párhuzamos sánczdűne (Strichűne szűkebb értelemben)

A *sarlódűnék* csoportjából a *domború sarlódűne* keletkezése azon az elven alapszik, mint kicsinyben a homoknyelvé, tudniillik, hogy a lég hullámok, melyek valamely meredekebb akadályba ütköznek, az oldalak felé kitérnek. SOKOLOV szerint tehát a homokbuczkákat körül folyó légáramlat oldalösszetevői siettetik a homokszemek haladását a dűne két oldalán. A dűne közepén a homokszemek (a 11. képen a felső paralelogramma) egyenes vonalban teszik meg az utat a gerince felé, oldalain azonban kitérítik őket

fölfelé haladó útjukból a légáramlat oldalösszetevői, melyek azután ferde pályán lefelé s oldalra viszik a homokszemeket (11. kép). Elsősorban tehát a légáramlat oldalösszetevőinek jut a domború sarlódűnék alakításában a főszerep, nem pedig miként RECLUS<sup>2</sup> vélte, hogy a dűne közepe azért halad lassabban, mert a homokszemeknek itt nagyobb utat kell megtenniük, mint a dűne oldalain.

A domború sarlódűne jellemző vonása a dűnegerincz ívalakú lefutása és szélfelőli oldalának domború, széllelmentes oldalának pedig homorú alakja, 5—12<sup>o</sup>, illetve 30<sup>o</sup> lejtéssel. A szerint most már, a mint a domború sarlódűne a fejlődés fiatalabb, vagy

<sup>1</sup> SOLGER F. (Dünenbuch, Stuttgart, 1910, 37-38. és 126. lap) „Urdűne“ néven oly dűnét ismertet, mely megállapodott első keletkezési helyén, s melyet már benöve az ú. n. avar- (Heide-) növények lassan átváltoztatnak avardűnévé, azaz fekete dűnévé.

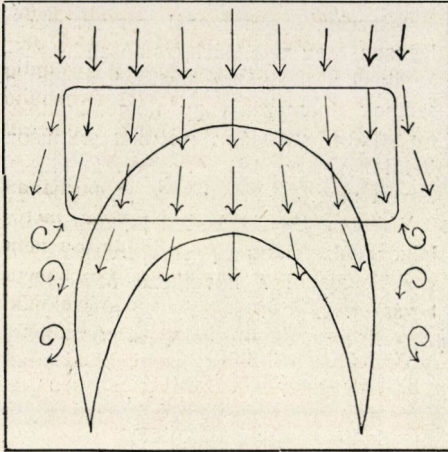
<sup>2</sup> WALTHER J., id. mű, 126. lap.

<sup>1</sup> SOKOLOV N. A., id. mű, 87—92. lap.

<sup>2</sup> RECLUS E., Nouv. géogr. univers., 2. köt., 200. lap.



idősebb fokán van, különbséget teszünk közöttük. Az első esetben *ivdünéről* beszél-



11. kép. Domború sarlódűne keletkezése (alaprész). Eredeti rajz.

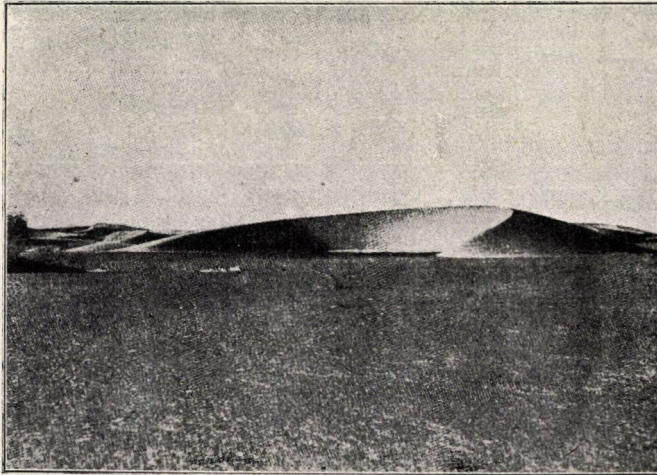
lünk. Rendes ívalakja adta a nevét. Ha azonban ez a dűne tovább halad s nem táplálja őt újabb utólagos homokmennyi-

lemben vett *sarlódűné* lesz belőle. SOLGER<sup>1</sup> úgy határozza meg ezt a dűnét (12. és 13. kép), hogy szárnyai nagyon megnyúltak, törzse, azaz középrésze igen keskeny s a szélellett oldalán a szárnyak közötti tér, mondjuk beöblösödés, igen nagy. Tehát csak azon dűne nevezhető barkhánnak, melynél a dűnetörzs szélessége viszonyítva a magasságához csekély. E barkhánok általában alacsonyok, legtöbbször 2,5–5 méter magasak, s még a Szaharában is csak ritkán 15 méteresek.<sup>2</sup> Keletkezésüknél a növényzet szerepe elenyészik a szél hatalmas erejéhez képest.

SOLGER<sup>3</sup> a sánczdűnét tartja ősfornak és a barkhánokat utolsó maradványoknak tekinti. Nézete szerint a szél irányára merőlegesen elhelyezkedő sánczdűne folytonosságát külső hatások révén

<sup>1</sup> SOLGER, Studien über nordostdeutsche Inlanddünen, 25–26., 28. lap.

<sup>2</sup> Az nem egészen bizonyos, hogy a közép-arábiai dűnék (Fuldjes), melyek



12. kép. Barkhán Seistanban, Kelet-Perziában. A Geographical Journal XXVIII. kötetben közölt kép után.

ség, akkor végső szakában CHOLNOKY<sup>1</sup> szerint *barkhán*, azaz szorosabb érte-

<sup>1</sup> CHOLNOKY, id. mű, 6–38. lap.

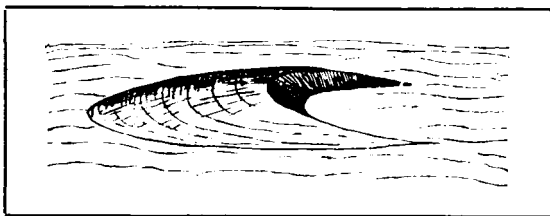
80 m-nél is magasabbak, valóban domború sarlódűnék. Kutatójuk, PALGRAVE csak mint félkör alakú dűnékről szól róluk.

<sup>3</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 104–107. lap.

dünevályúk szakítják meg. A dünevályún keresztül süvítve a szél, viszi tova a homokot a vályú középső részéből. A vályú oldalain azonban gyöngö a szél s a növényzet meg bírja kötni a homokot s ennek eredményeként a széliránnyal párhuzamos homoksánczok keletkeznek. Idővel a dünevályukon keresztül a merőleges sánczdüne egész tömegét tova viszi a szél s ennek arányában a *homoksánczok* is erősebben és nagyobb számban fejlődnek, száraik egymással összeérnek s létrejön ilyen módon olyan dűne, mely homorú oldalát a szél felé fordítja; ez a paraboladűne. Majd a paraboladűnét kezdi ki a szél, leszakítja a dűne középső tömegét szárnyaitól, melyeket jobban benőve a növényzet erélyesebben tud megvé-

boladűne, vagy barkhán keletkezék a szerint, a mint a növényzet, avagy a szél van fölényben. A *barkhán keletkezése tehát a növényzet gyöngeségéhez van kötve*, ezért a dűnéket lekötő növényzet, első sorban a fák irtása mindig barkhánok fejlődésével jár. Paraboladűne minden időben keletkezhetik, nemcsak nagyobb növényirtás alkalmával.

A domború sarlódűnék csoportjában említést érdemel még a *szögűdűne*, melynek szárnyai szélellentett oldalukon nem görbét (félkör, félhaldalakú görbe), hanem szöget zárnak be. Sajnos, megfigyelőjük, MIDDENDORFF<sup>1</sup> nem kísérhette figyelemmel fejlődésüket s e miatt értelmezésük csak elméleti. Valami akadályon kis homoknyelv keletkezett. A szélirány változásával



13. kép. Barkhán. SOLGER F. szerint.

delmezni a szél támadásai ellen. Az ily módon levált középső részt önállóan üzi, hajtja a szél, mely munkájában csak segítségére van a növényzetliány, mely szükségképpen következménye a szél erős pusztító munkájának. A paraboladűnének ez a *tovahaladott középső része* kezd lassanként új alakot ölteni magára, oldalain erősebb a szél munkája s gyorsabban viszi ezt előre, mint a középső részt, mert nincs meg már a védelmet nyújtó homokkötő növényzet, mely az oldalakat volt hivatva rögzíteni. Végső eredményképpen tehát kialakul a domború sarlódűne, azaz a *barkhán*. Ha ismét a növényzet kerekedik fölül a széllal szemben, a barkhán szárnyait megkötheti s ilyenkor a barkhán középső részét gyorsabban üzheti a szél s újból paraboladűne létesül.

SOLGER szerint a szél és a növényzet kölcsönös harcán múlik, hogy para-

ugyanezen akadály ellenkező irányú újabb homoknyelvnek lesz kiinduló pontja. A két főszélirány váltakozásával tovább fejlődnek a dűne és szárnyai, az egykori homoknyelvek *szöveget* zárnak be egymással. FEDTSCHENKO,<sup>2</sup> a ki szintén bejárta a Fergana völgyet, *patkóalakú dűne* néven írja le ezeket.

Másként jön létre a *homorú sarlódűne*. Általában már meglevő domború sarlódűnék pusztulása útján keletkezik a homorú sarlódűne.

Ha a domború sarlódűne tovahaladásában nagyobb növényzetből álló akadályra bukkan, akkor törzse lassanként maga alá temeti az akadályt. A szárnya-

<sup>1</sup> MIDDENDORFF, Einblicke in das Ferganathal; Mem. Acad. St. Petersb., 1871, (7), 29, Nr. 1. 36., 40., 42., 43. és 48. lap. — SOKOLOV N. A., id. mű, 175—176. lap.

<sup>2</sup> SOKOLOV N. A., id. mű, 175—176. lap, jegyzet.

kon azonban a növényzet kerekedik fölényre és nem engedi előrehaladni a különben is alacsony szárnyat. A törzs tovahaladva elválik a szárnyaitól s a szélpálya két oldalán növényzettől lekötött, új *homokcsíkok* jönnek létre. A dűnetörzsről azután egymásután válnak le ezek a csíkok, melyek egymással majdnem párhuzamosan helyezkednek el. Jellemző tulajdonságuk, hogy szélfelőli oldalukat nagyon megmarta a szél, míg szélellentett lejtőjük valamelyest zavartalanabb. Ennek értelmében előbbi lejtőjük nagyon meredek, 30°-nál is több, míg az utóbbi a rendes 30°-os. A mint aztán ezek a levált dűnezárnyak többé-kevésbé összeérnek egymással, kialakul lassanként a homorú sarlódűne egyik faja, a *paraboladűne*,<sup>1</sup> melynek szélellentett oldala, a melyet nagyobbára erősen benőtt a növényzet (fák, cserjék stb.), domború és 30°-os lejtésű; míg szélfelőli oldalát újra és újra megrongálja a szél, miért is igen meredek. A szél erős munkája ugyanis egészen a talajvíz szintjáig kotorja ki a szélfelőli beöblösödést s nem engedi, hogy a növényzet hamar túlsúlyra jusson. Ugyancsak homorú sarlódűnének tekinthető CHOLNOKY<sup>2</sup> *garmadadűné*-je is, mely egyes vonásaiban a lejtőket tekintve éppen az ellentéte a paraboladűnének. A növényzettől be nem nőtt tömegének homorú szélfelőli oldala gyöngye lejtésű, míg a domború szélellentett oldala meredek. Ilyen dűnék oly helyen keletkeznek, hol a szél oldalakadályok között megszorul. Így pl. ha két ivdűne szárai nagyon közel érnek egymáshoz, megszorul a szél közöttük s kifujja az útjában álló homokot. Az ivdűne szárainak homokjából építi föl aztán mögöttük az új dűnét, melyet — miként már fentebb mondot-

tuk — CHOLNOKY garmadadűnének nevez.

A sarlódűnék csoportjait megismerve, jegyezzük még meg, hogy a domború sarlódűnék nagyobbára a sivatagok lakói, míg a homorúak a tengerpartokon és alföldeken fordulnak elő.

A dűnék másik nagy csoportját a *sánczdűnék* alkotják. Ezek sokszor hatalmas homoksánczok, 5–12° szélfelőli és 30° szélellentett lejtővel. Gerinczük rendszeren egyenes lefutású, nem ritkán azonban hullámos vonalú. Az utóbbi esetben fölépítő elemeit, az ivdűnét juttatja eszünkbe. A sánczdűnék csoportján belül különbséget teszünk a *merőleges* és a *párhuzamos sánczdűnék*<sup>1</sup> között. Az előbbieket, melyek a szél irányára merőlegesen és a partvonallal többé-kevésbé párhuzamosan helyezkednek el, vagy több kisebb egymásmelletti sarlódűne összenövéséből keletkeznek s ezek a *másodlagos merőleges sánczdűnék*, avagy pedig valami, a szél irányára merőleges akadály, mint pl. sűrű cserjeerdő előtt húzódnak, s ezek az *elsőleges merőleges sánczdűnék*. A merőleges sánczdűnék tárgyalásánál különös figyelmet érdemelnek JENTZSCH<sup>2</sup> megfigyelései, melyek érdekes adatokkal gyarapították ismereteinket. Egyszerűség kedvéért egy idealizált szelvényen mutatom be az ő új dűnefajait (14. kép).

Nem messze a tengerparttól a csak néhány méter magas *elődűnét* (Vordűne) (15. kép) találjuk. Keletkezését leggyakrabban mesterséges akadály segíti elő. Célja a part belsőbb részét óvni az esetleges erős hullámverés elől.

Az elődűne mögött a fejlődés fiatalabb korában álló tengerpartokon többé-kevésbé széles *nedves homokcsík* (Trieb-sandstreifen) következik, mely elválasztja az elődűnét a *magas vándordűné*-től (Hohe Düne, Wanderdüne, Hohe Wanderdüne), melyre különösen jellemző, hogy

<sup>1</sup> STEENSTRUP, Om Klitternes Vandring; Vidensk. Medd. fra den Naturhist. Forening in Kjöbenhavn, 1894. — SOLGER F., Über Parabeldünen; Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesell., 1908, 54–59. lap. — SOLGER F., Studien über nordostdeutsche Inlanddünen, 12–14., 31. lap.

<sup>2</sup> CHOLNOKY, id. mű, 106–143. lap.

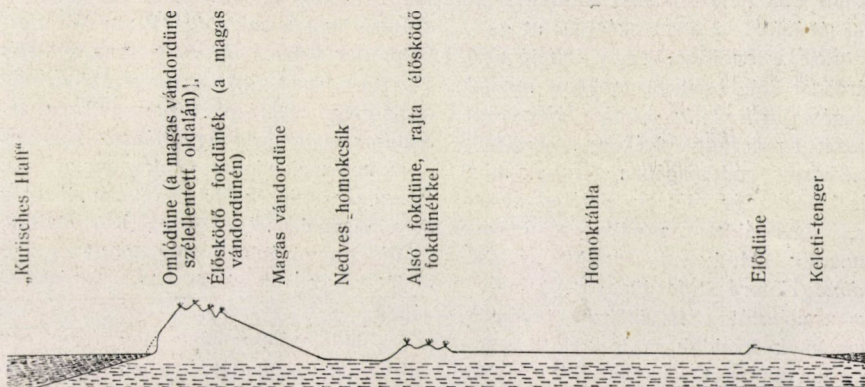
<sup>1</sup> SOLGER F., Studien über nordostdeutsche Inlanddünen, 28–29. lap.

<sup>2</sup> GERHARDT-JENTZSCH, idézett mű, 57–88. lap.



rétégzése a szélellentett lejtővel párvonalas, továbbá, hogy lassabban vándorol, miért is hamarabb nőheti be növényzet,

közt is. A nedves homokcsík keletkezése ugyanazon az elven alapszik, mint a már fentebb említett meredek aka-



14. kép. A „Kurische Nehrung“ idealizált harántszelvénye. JENTZSCH és HALTENBERGER összevont rajza.

sőt már magasabbrendű növények is megtelepedhetnek rajta.

Ez a nedves homokcsík csak a düne szélfelőli oldalán keletkezik, szélellentett

dály előtti ároké, melyet a visszaverődő és oldalt kitérő léghullámok okozta örvénylések fújtak ki. Vízmennyiségét a talajtól kapja, még pedig oly



15. kép. Elődüne Hiddensee szigetén, Rügen mellett. A szerző fotografiai fölvétele.

oldalán azért nem találjuk, mert itt rendszeres körülmények közt nem simul homokfelület a düne lábához. Néha azonban a homokcsíkok nem ritkák egyes dűnék

módon, hogy a magas vándordüne laza homokján egészen a talajvíz szintjáig átszivárgó csapadék erősen fölgyűlve, a düne két oldalát környező lapályos térszinen



nem folyhat le, miért is erősen átnedvesedik a tenger színénél csak alig magasabb homokos térszín talaja. Leglassúbb a talajvíz lefolyása a dűne szélfelőli lábánál, következésképpen itt gyűlik össze a legerősebben s fölfelé törő vizáramlat keletkezik a homokban, miáltal az egész nedves *homokká* (Tribsand) változik. Ez a félig folyékony homok sok veszedelmet rejt magában s ennek útba ejtése nem egy élőlény életébe került már.<sup>1</sup> Ugyanakkor, a mikor a nedves homokcsík keletkezett, létrejött az *alsó fokdűne* (Untere Stufendüne) is. A meredek akadálytól visszautkötő örvénylő léghullámok lerakták az árok előtt a belőle kifujt anyagot s így létrejött az alsó fokdűne.

SOLGER<sup>2</sup> egészen másképpen magyarázza a fokdűnét és a nedves homokcsík eredetét. JENTZSCH-csel ellentétben SOLGER azt mondja, hogy nem örvénylő léghullámok rakják le e dűnét anyagát, mert hisz ily mozgás nem keletkezhetik, a magas vándordűne szélfelőli lejtője nem tekinthető meredek fal szerepű akadálynak, sőt ellenkezőleg ez gyengén lejtős, a szél nem akadhat itt föl s következtésképpen visszaverődést sem szenvedhet. Véleménye szerint egyedül a szélviszonyok magyarázzák meg az alsó fokdűne és a nedves homokcsík keletkezését, még pedig oly módon, hogy pl. a Kurische Nehrung-on a túlnyomóan uralkodó nyugati szelekkel szemben vannak másféle szelek is. pl. keletiek. Ezek a magas vándordűnéről homokot hoznak magukkal s felhalmozzák az elődűnét és a magas vándordűne közt elterülő homoktáblának a magas vándordűne felőli peremén, hol a homoktábla növényzete útját állja a keleti szeleknek.

Az alsó fokdűne a fiatalabb tengerpartoknál még az elődűne közelében van, az idősebbeknél már sokkal távolabb haladt a száraz belseje felé a magas vándordűnével együtt, a mint ezt a szel-

vény is föltünteti. A magas vándordűne az alsó fokdűnével együtt elhagyja az elődűnét, a helyett azonban, hogy helyén újabb dűnét keletkeznének, mindinkább szélesedik a *homoktábla*<sup>1</sup> (Platte, Wanderbahn der Düne), melynek síma felületét JENTZSCH ismét csak az örvénylémélettel tudja megmagyarázni. Abban a pillanatban, a mikor az örvénylő léghullámzás a nedves homokcsíknak mint ároknak a fönntartásán fáradozik, erejének egy részét már előzőleg arra használja fel, hogy az alsó fokdűne előtti homoktáblát végigsöpörje s így elejét vegye ott újabb dűne keletkezésének.

Az első harántszelvény nagy részét meg tudjuk már magyarázni s még csak az *omlódűnéről* (Sturzdűne) kell néhány szót szólnunk. SOKOLOW<sup>2</sup> szerint a magas vándordűne tömege ott, a hol szélellentett lábát a sekély Haff (parti-tó) hullámai csapkodják, omlik lassanként és elveszti nagy meredeksége következtében ezen oldalának jellegzetes lejtésfokát. Eleinte csak alsó része, a hullámok erősödésével azonban az egész dűne is tönkremehet.

JENTZSCH<sup>3</sup> kiterjeszti az omlódűne fogalmát s olyanokat is jelöl e névvel, melyeknél a szélellentett oldal fölépítésében csak a gerinczről leguruló homokszemek vettek részt. Ezért a szélárnyékos (szélellentett) oldal lejtője sokkal meredekebb s egyszerűen a homok természetes lejtésszögével egyenlő.

SOKOLOW és JENTZSCH említett példáinál a szélellentett lejtő meredekebb a rendesnél. Ezekkel szemben SOLGER<sup>4</sup> az Északi-tenger mellékéről oly omlódűnét ismertet, melyeknek szélellentett lejtője éppen ellenkezőleg, a rendesnél is gyöngébb lejtésű. Csak 20<sup>o</sup>-nyi a lejtésszög a jellemző 30<sup>o</sup> helyett s ennek magyarázatát a dűne ormán és szélellentett lejtőjén elszórtan előforduló növényzetben találjuk, mely alkalmas arra, hogy meg-

<sup>1</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 81. lap.

<sup>2</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 43. lap.

<sup>3</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 80. lap.

<sup>4</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 129—132. lap.

<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 114. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 82—83. lap.

akadályozza a homokszemeknek a dűne ormáról a nehézség erő okozta legurulását. Csak a szél képes arra, hogy módosítson mégis a szélellentett lejtőn, a mennyiben a dűneorom fücsomói közül kifújja a homokot s lefelé viszi a szélellentett lejtőn és növénycsomói közt lerakja. SOLGER e példáján világosan látható tehát, hogyan változhatik az omlódűne, sőt a példából az is kiderül, hogy a növényzet hatása alapján meg is szünhet omlódűnévé lenni.

Míg az alsó fokdűne a magas vándordűne előtt az alacsony parton van, addig a *felső fokdűnét*<sup>1</sup> (Obere Stufendűne) a magas partokon (14. kép) nem egyszer 20—30 m magasságban találjuk. A meredek akadály előtt keletkezett örvénymozgás juttatta a homokot a magas part tetejére, a hol azután erejének hanyatlásával lerakódott a homok. SOLGER<sup>2</sup> említi azonban Syltről és Stolpmünde vidékéről (Hátsó Pommeraniában) olyan homokosmárga magaspart tetején lévő dűnét is, — nyilvánvalóan felső fokdűnének nevezhető ez is —, mely nem jelenleg jutott a szél szárnyán a magaspart tetejére, hanem lapályos homokos dűneparton keletkezett még abban az időben, a mikor még nagyobb kiterjedésű volt a szárazföldnek ez a partszegélye, mely most már nagyjából martalékául esett a hullámok pusztításainak s meredek fallal végződik a tenger felé.

Ha azonban gyöngye lejtésű a partomlás, nem keletkeznek oly erős légörvénylések, melyek képesek volnának a homokot a magas partra fölvinni. Már a partomlás lejtőjén felhalmozódik a homok s létrejön a *partfallejtő*- vagy *szakadéklejtődűne*<sup>3</sup> (Gehängedűne). E dűne helye a partlejtőn elméletileg annak legmeredekebb pontja alatt van, mert ha a szél tovább viszi fölfelé a homokot, akkor már bizonyára

képes is azt egészen fönt, a lejtő párkányán lerakni.<sup>1</sup>

Az egyes dűnék részletesebb vizsgálatakor JENTZSCH a dűnék minden fajtáján, az ú. n. nagydűnéken (Grossformen) ú. n. kisdűnéket (Kleinformen) is talált. Már a nappali tengeri és az éjjeli szárazföldi szél sem engedi, hogy a dűne teljes egészében szabályosan fejlődjön ki. Többé-kevésbé megátadja a váltakozó irányú szél a dűne lejtőit és létrehozza rajtuk az *élősködő fokdűnéket*<sup>2</sup> (parasitäre Stufendűnen). Ha azonban erősebben érvényesül a váltakozó irányú szél munkája, nagyobb és nagyobb üregeket, vályúkat és bennük a szél, melyek össze-vissza iránya eltüntetési csakhamar a dűne rendes lejtőjét, nem függ össze többé az együvé tartozó és az egésznek csak szomorú tanúi maradnak vissza. E *vád-dűnék*<sup>3</sup> (Wilde Dünen, Kupsten) vidékének képe (9. kép) a sivatagok tanúhegyeit (Zeugenberge) juttatja eszünkbe, a hol szintén a szél az oka, hogy az egykori táblás magastöveget összeszaggatva, annak csak egyes pilléreit, oszlopait hagyta meg, hogy lassanként ezek is az enyészetnek áldozatul essenek.

Míg a merőleges sánczdűnek legfőként a fiatal dűnék között fordulnak elő, addig a *párhuzamos sánczdűnek* egyrészt idősebb, a *tengerparttól* messze a *szárazföld belseje* felé fekvő dűnék között, másrészt a *sivatagokban*<sup>4</sup> található. Ha a megkötött merőleges sánczdűne növénytakaróját megzavarja valami, akkor ismét szárnyára veszi a szél a homokot s mind nagyobb és nagyobb *dűnevályút* (Windmulde) és benne (16. kép). Az uralkodó széliránnyal egyezően a vályúból hosszú *dűneárok* (Windgraben) keletkezik, melynek két oldalán azután hosszú, egymással, valamint a szélirányával párhuzamos sáncz-

<sup>1</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 73—74. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 44—45. és 111. lap.

<sup>3</sup> P. GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 75. lap.

<sup>1</sup> SOLGER F., Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 29. lap.

<sup>2</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 75. lap.

<sup>3</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű. 64. és 66—67. lap.

<sup>4</sup> Valamint a sivatagi eredetű észak-németországi Inlanddűnéknél.



ban rakódik le a feltúrt homok.<sup>1</sup> Ebben a tekintetben némi hasonlóságot látunk a párhuzamos sánczdünének és a domború sarlódünékből keletkezett párhuzamos homokcsíkok és homorú sarlódünék közt.

A merőleges sánczdünének lefelé a végei mennek át párhuzamos sánczdünébe, mert itt működik a szél a legerősebben és legakadálytalanabban. Keletkezhetik a párhuzamos sánczdüne barkhánokból is.<sup>2</sup> A barkhán törzse egyes szélső esetekben egészen elenyésző a szárnyai mellett. Lassankint eltűnik a

mert minden kicsiny szélirányváltozás módosítja a vele párhuzamosan húzódó homoksánczot.<sup>1</sup>

Ott, a hol a merőleges sánczdünelánczok végződnek, ugyanazon jelenség áll elő, mint a domború sarlódüne keletkezésénél. Hosszú és mindinkább keskenyedő szárnyakban rakódik le a homok a lánczok végein s létrejön ekként a *dünekampó* (Dünenhaken), mely, minthogy a szél irányával párhuzamos, leghelyesebben a párhuzamos sánczdünék csoportjába sorozható.



16. kép. Dünevályú Sylten az Északi-tenger partján. SCHERFFEL A. fotografiai fölvétele.

törzsnek az utolsó nyoma is, míg a most már szabadon álló szárból utólagos homokgyarapodás útján a párhuzamos sánczdüne jön létre. E párhuzamos sánczdünének jellemző tulajdonsága, tekintet nélkül arra, hogy merőleges sánczdünékből avagy barkhánokból keletkeztek, hogy lejtőik egyenlő szöveget zárnak be, mely elméletileg  $30^{\circ}$  meredeknek vehető. Pontosabban mérve nagyon ingadozik az oldalak lejtésszöge, mi nem is csoda,

<sup>1</sup> SOKOLOV N. A., id. mű, 101—102. és 89. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 26. lap.

f) *Geneto-morfológiai rendszer.* A változt morfológiai rendszerrel bonyolultabban csoportosítja SOLGER F. a dünéket Habár „tisztán morfológiai szempontból“ igyekszik a dünéket csoportosítani, rendszere nézetem szerint mégsem olyan, a milyennek azt SOLGER előre jelezte.<sup>2</sup>

SOLGER két nagy csoportba osztja a dünéket, a szerint, a mint azok a fölhalmozódás

<sup>1</sup> SOLGER F., Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 30. lap.

<sup>2</sup> SOLGER F., Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 27. lap.



(fömlépítés), illetve fölbomlás (elrombolás) szakában vannak.<sup>1</sup>

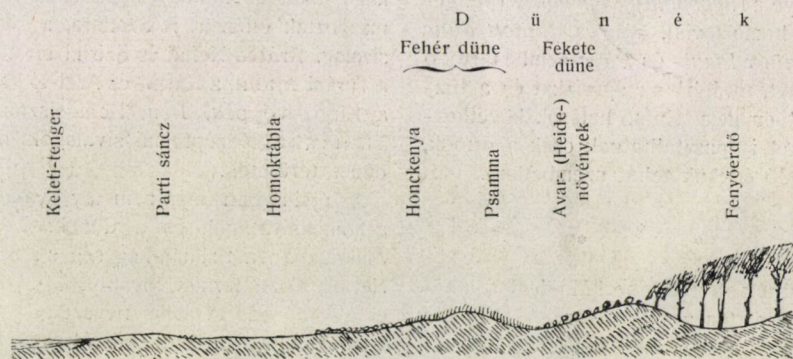
A) Az épülő dűnéket (Aufbauformen) ismét kétszorosra osztja.

I. *Önálló*, melyek szabad felületen és a növényzet segítségével nélkül<sup>2</sup> jöttek létre. Ilyenek: 1. a merőleges sánczdűnék, 2. a sarlódűnék, a parabola- és a garmadadűnék kivéve, tehát a domború sarlódűnék, 3. a párhuzamos sánczdűnék.

II. *Nem önálló*, melyeknek keletkezéséhez valamely természetes vagy mesterséges akadály szolgált alapul. Ilyenek: 4. a homoknyelv, 5. a fokdűnék (alsó és

ményeire is, ezért talán leghelyesebb, ha rendszerét *geneto-morfológiai*nak nevezzük.

g) *Florisztikai rendszer*. A tárgyalt hat rendszer mellett függetlenül megemlítem a botanikusok rendszerét, mely természetesen csupán a florisztikai viszonyokra van tekintettel. REINKE JOH.<sup>1</sup> szerint megkülönböztethetünk *Honckenia*-, *Triticum*- (tengeri búza), *Psamma*- (tengeri zab) és *avardűné*t, melyek közül a *Honckenia*-, a *Triticum*- és *Psammadűné*t együttvéve *fehér*- vagy *fűdűné*-nek is nevezi, míg az *avardűné*t *fekete*- vagy *szürke*-



17. kép. A midroy-i Nehrung (a „Stettiner Haff“ előtti Wollin szigeten) idealizált harántszelvénye. SOLGER F. szerint.

felső fokdűne), 6. a szakadékletjtűdűne és 7. a dűnekampó (Dünenhaken).

B) A dűnék második főcsoportjába (Zerstörungsformen) azokat a dűnéket sorozza SOLGER, melyeket a különféle szelek megvizsgálva, átalakítottak. Azt teljesen figyelmen kívül hagyja, hogy az illető dűnét már megkötötte-e a növényzet, vagy nem. Idetartoznak a dűnekben keletkezett 8. dűnevályúk és dűneárok, 9. a vaddűnék (KUPSTEN, Wilde Dünen), 10. a parabola-dűnék és végül 11. a garmadadűnék.

SOLGER a most ismertetett rendszerben tehát tekintettel van a dűneformák keletkezési okára és keletkezésének körül-

dűnének (17. kép). GRAEBNER P.<sup>2</sup> azonfelül különbséget tesz még a cserjés- (Buschige Düne) és a fásított (Bewaldete Düne) dűne között. — Egyik dűnefaj átmehet a másikba, a miért is ezek az elnevezések csak egyes fejlődési fokokat jelölnek. A fehér dűnének szürke dűnébe való átmenetelnél nagy szerep jut a mohapárnának, melyek megkötik a száguldó homokot, s elhalt részük feketés színével okozzák a színcserét. A tengeri füvek itt már nem élhetnek, létüknek feltétele a folytonos homokfúvás, mely azonban csak szűz talajon a legerősebb. — A *Honckenia-dűne* legközelebb van a partvonalhoz, s

<sup>1</sup> SOLGER F., Studien über nordost-deutsche Inlanddünen, 28—31. lap.

<sup>2</sup> SOLGER itt nagyobb mennyiségű növényzet hiányát teszi föl.

<sup>1</sup> SOLGER F., Dünenbuch, 34—39. lap.

<sup>2</sup> DR. GRAEBNER P., Pflanzenleben auf den Dünen; SOLGER, Dünenbuch cz. művének 183—296. lapján.

a legfiatalabb. Utána a *Triticum-dünét* találjuk, mely még fiatal, alacsony, altalaja nedves és dús sótartalmú. A *Psamma-düne* idősebb már, magasabb is, altalaja kevesebb nedvességet és sót tartalmaz. Az *avardüne*-nek is száraz az altalaja s növényei közül éppen csak az *Erica tetralix*-ot (hanga) s a *Calluna vulgaris*-t (vesszős hanga) említem. Érzékenysége igen nagy, mert növényei rendszerint nagyon rövid gyökerűek s nem tudják egyhamar befoldozni a külső hatások következtében keletkezett sebhelyeket.

A *cserjés dünenek* egyik legjellemzőbb növénye a *Hippophaës rhamnoides* (bengeképzű homoktövis), míg a *fásított düne* fái közül a *Pinus*- és *Picea*-nembe tartozó fenyőket, továbbá az égerfákat és a fűzféléket említem. Külső hatások következtében el is pusztulhatnak ezek a dünék, mulandó értékük tehát szembetűnő.

\* \* \*

**A dünék elterjedése.**<sup>1</sup> Mindenütt, a hol a tengerparton uralkodó szelek járnak s a bennföldön kontinentális éghajlat uralkodik, megtaláljuk a dünéket, föltéve természetesen, hogy az illető vidéken elegendő a homok és a növényzet életéhez elegendő a meleg és a nedvesség. A tengerpartok, sivatagok, alföldek, folyóvölgyek mind a dünék birodalmába esnek. TILLO<sup>2</sup> ki is számította a Földön előforduló düne-, illetve futóhomokvidékek területnagyságát s szerinte a szárazföldnek 70<sup>0</sup> 0-át teszik ki.

Európa óceáni vidékein csak vékony sávot alkot a dünék vidéke. Elterjedésük azonban nagy. A brit szigetvilág, Francia-, Német-, Oroszország gazdagok dünékben. Ez utóbbi különösen gazdag belső kontinentális dünékben, melyek Magyarorszá-

gon szintén nagy számmal vannak. A Földközi-tenger<sup>1</sup> európai partvidékét azonban csak kevés düne övezi; ezeken a különben homokos területeken nem keletkezhetnek dünék az uralkodó szárazföldi szelek, mint pl. a Mistral miatt, melyek meghiusítják a tengeri szelek munkáját. Nem a tengerjárás távolléte okozza tehát a dünék hiányát, — a mint ezt azelőtt általában hitték, — mert hiszen a Keleti-tenger sincs alávetve az ár- és apálynak s mégis milyen nagy szerepet visznek partjain a dünék.

A dünék igazi hazája Afrika és Ázsia homoksivatagjai. A turkesztáni „bar-khán“-okat ez utóbbi világrészben tanulmányozták először. A Szahara, a Nubiai sivatag, Arabia Nefud és Sziriai sivatagja, a Turáni Alföld, a Káspi- és Aral-tó partja, a Kirgiz-steppék, Irán, Beludsisztán, a Tharr s a Középázsiai sivatagok mind dünés területek.

Az újvilágban már nem oly gyakoriak a homoksivatagok és a dünék. Észak-Amerikában a Sziklás-hegység s a Sierra Nevada közti terület, továbbá Új-Mexikó és a Colorado vidéke nevezetes belső kontinentális düneiről.<sup>2</sup> A Michigan-tó<sup>3</sup> parti dünei a tengerparti dünék csoportjába tartoznak. Dél-Amerikában főleg az Atacama-sivatag dünei ismeretesek. Ausztrália sivatagjain se ritkák a dünék és a tengerpartokon is megtalálhatók. Nyugati partján pedig még mészkőhomokból alakult dünéket is említ DARWIN.

Általában megjegyezhetjük, hogy leggyakoribbak a tengerparti dünék. Majdnem minden homokos parton előfordulnak, föltéve, hogy a keletkezésükhöz szükséges föltételek megvannak. A dünék tanulmányozásában tehát majdnem minden homokos területtel rendelkező nemzet kiveheti részét s újabb adatokkal gyarapíthatja mai ismereteinket.

Dr. Haltenberger Mihály.

<sup>1</sup> SOKOLOW N. J., id. mű, 160—163. lap.  
— GEIKIE, *Outlines of Geology*, 7—8. lap.

<sup>2</sup> WALTHER J., id. mű, 118—126. lap.

<sup>3</sup> GERHARDT-JENTZSCH, id. mű, 4. lap.

<sup>1</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 56. lap.

<sup>2</sup> SOKOLOW N. A., id. mű, 163. lap.

<sup>3</sup> GEIKIE, id. mű, 8. lap.



## A tudatos jelenségek élettani alapjai.

Ha valamely természeti jelenséget meg akarunk magyarázni, azt kell kutatnunk, hogy a szóbanforgó jelenség — valamely állapot vagy folyamat — mely tényezőktől függ. Ha tehát valamely folyamatot vagy állapotot meg akarunk magyarázni, feltételeit kell keresnünk. Régebben akkor tekintettek egy dolgot megmagyarázottnak, ha az „okát“ fölismerték. Azonban az egy oknak a keresése a természettudományokban és különösen a biológiában könnyen félreértésekre vezetett és vezet is. Egyszerű kémiai reakció példájával a legjobban világíthatjuk meg a két felfogás közti különbséget. Ha nátriumkarbonátra sósavat öntünk, széndioxid válik szabaddá; kémiai képlettel ezt így írhatjuk fel:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Itt tehát első pillanatra úgy látszik, hogy a sósav hozzáöntése oka a széndioxid fejlődésének. Azonban akkor is fejlődhetik széndioxid, ha sósav oldatába nátriumkarbonátot dobunk, vagyis éppen oly joggal a nátriumkarbonát hozzátevését is tekinthetjük e folyamat okának. Mondhatnók azt is, hogy a sósav és nátriumkarbonát összehozása az ok. De ez sem elég. Víznek a jelenléte is szükséges, mert teljesen víztől mentes állapotban a két anyag összehozható, a nélkül, hogy a reakció megindulna. Azonkívül a reakció sebessége függ a hőmérséklettől is. Ennél az egyszerű kémiai reakciónál sem kielégítő tehát az ok keresése. Hevesebben járunk el, ha azt keressük, mely feltételektől és miként függ a vizsgálendő folyamat.

Ha a kutatásnak ezt a módját elfogadjuk vezető elvül, akkor a czímben jelzett tárgynál azt kell vizsgálnunk, hogy a tudatos jelenségek mely élettani feltételektől és miképpen függnek.

Azt, hogy a tudatos jelenségek általában függnek élettani tényezőktől, ősrégi tapasztalat bizonyítja, s ez jut kifejezésre számos közkeletű közmondás-

ban, pl. *mens sana in corpore sano* (ép testben ép lélek). Azt azonban, hogy az idegrendszer, elsősorban az agyvelő működésében kell a tudatos jelenségek élettani feltételeit keresnünk, még aránylag nem oly régen tudjuk. ARISTOTELES szerint például az agyvelőnek főfeladata a vér lehűtése. GALENUS már ismerte az agyvelő működése és a tudatos jelenségek közti kapcsolatot. Ma már mindenki elsősorban az agyvelőben keresi a tudatos jelenségek élettani feltételeit.

Az idegrendszerről még másfél évszázaddal ezelőtt egy híres kutató ezt mondta: *obscura textura, obscuriores morbi, functiones obscurissimae* (szerkezete homályos, még homályosabbak betegségei, legelhomályosabbak működései). Egy fél-századdal ezelőtt pedig HYRTL JÓZSEF, a híres bécsi anatómus, nem tudott jobb jel-igét választani az agyvelőről szóló fejezet-hez. Ma szerencsére már jobb helyzetben vagyunk. Az agyvelő szövettanának és élettanának ugyan még nagyon sok igen fontos része vár megoldásra, azonban ma már nem kell az idegrendszerben oly szövetet látnunk, melynek szerkezete és működése a többi szervek működésétől lényegesen eltér. Sok vita és küzdelem után ma már végre teljes biztossággal tudjuk azt a tényt, hogy testünk többi szerveihez és szöveteihez hasonlóan az idegrendszer is sejtekből áll. Ezek a sejtek a neuronok. A neuron egyértékű a sejtrel, vagyis a neuron 1. fejlődéstani egység, melynek összes részei egy embriónális sejtől különültek el, 2. szövettani egység, melynek összes részei alakatlanilag összefüggnek, és szövettanilag is elkülöníthető és végre 3. élettani egység, melynek részei csak akkor élhetnek és működhetnek hosszabb ideig, ha a sejt életéhez szükséges részek: a sejt-mag és a protoplazma megvan a neuronban. Ezen a tényen nem változtathat az sem, ha valóban — a mint valószínű is — sikerül kimutatni, hogy a neuronok egymással összefüggnek.

A neuronon belül meg szokás különböztetni a neuron egyes különleges részeit: a szűkebb értelemben vett idegsejtest vagy helyesebben idegsejttestet a sejtmaggal és a protoplazmanyujtványokkal vagy dendritekkel, továbbá az idegnyujtványt vagy neuritet. Az utóbbi évek élettani vizsgálataiból kiderült, hogy az idegnyujtvány élettanilag is egészen másképpen viselkedik, mint az idegsejttest. Az idegnyujtvány, ha a környéki idegtől az oxigént elvonjuk, csak nehezen fullad el, továbbá nehezen fárad el és az izgalmat egyenlő erősséggel és sebességgel, tehát mint mondani szoktuk, decrementum (csökkenés) nélkül vezeti. Az idegsejttest ezzel szemben hamar elfullad, hamar elfárad és az izgalmat lassan és csökkenő erősséggel, vagyis decrementummal vezeti. Miként látni fogjuk, az idegsejttest rövid ingerre is hosszantartó, ritmusos izgalommal felel. Ez a nagy különbség a sejtes egység és a neuron egyes részei között nem ellenkezik a neurontannal, a mennyiben egysejtű végiényeknél, pl. ázalékállatkáknál (Infusoria) kimutatták, hogy a sejten belül sokféle sejtsejtszervecske (izomfibrillák, csillangók, lüktető üregecskék stb.) működik, a melyeknek élettani sajátosságai mind eltérnek egymástól.

A szövettani vizsgálatokból tudjuk, hogy a neuronok már alakilag is sokfélék. Az újabb élettani vizsgálatok az egyes neuronfélések élettani megkülönböztetésére vezettek. Így kimutatták, hogy egyes neuronfélések bizonyos mérgekre specifikus módon reagálnak. A gerincvelő elülső szarvában fekvő mozgató idegsejtek ingerlékenysége — mint VERWORN és BAGLIONI vizsgálatai kimutatták — fenollal, a hátsó szarvakban fekvő érző idegsejtek ingerlékenysége pedig sztrichninnel fokozható. LANGLEY vizsgálatai szerint az együttérző idegrendszer dűcsejtjei nikotinnal megbéníthatók. Újabban sikerült kimutatnom, hogy a keresztetett reflexeknél az érző és mozgató neuron közé még egy harmadik neuron van közbeiktatva, a melynek reakciója

okozza a keresztetett reflex sajátosságait az egyoldalival szemben. A neuronok közt tehát több különbözően működő neuronféléseket tudunk megkülönböztetni, a melyeknek száma a további vizsgálatok folyamán bizonyára nőni fog. A szövettani vizsgálatok során az agykéreg neuronjai sorában is több neuronféléseket állapítottak meg. Közvetlen élettani kísérleteket eddig azonban még csak a mozgató mező sejtjein végeztek. BAGLIONI kimutatta, hogy ezeknek a sejteknek az ingerlékenysége is fokozható sztrichnin segítségével.

A neuronok közt tehát már eddig is szövettanilag és élettanilag több féleséget tudunk megkülönböztetni. Ezek a neuronfélések specifikus módon reagálnak ingerekre, vagyis — mint MÜLLER JOHANNES ezt kifejezte — specifikus energiájuk van. A tudatos jelenségek, érzetek, képzetek sokféleségével tehát az élettani egységek sokfélesége áll szemben. Annak tárgyalására, hogy a tudatos elemek óriási sokféleségével milyen összefüggésben áll a neuronok sokfélesége, a lokalizáció problémájának tárgyalásánál még visszatérünk.

Az előbb mondottak szerint a tudatos jelenségek élettani föltételeit az agyvelő neuronjainak működésében kell keresnünk. Miben áll ez a működés? A neuron egy sejt, életnyilvánulásaiban tehát meg kell találnunk mindazokat az általános életnyilvánulásokat, a melyeket minden sejt életében megtalálunk. Ha egy sejtre ingerek nem hatnak, a sejt a nyugalmi anyagcsere állapotában van. Ez az állapot az anyagcsereegyensúly, a mikor az asszimiláció, vagyis az élő anyag fölépítése és a disszimiláció, vagyis az élő anyag elbontása egyenlő sebességgel folyik le. Ha inger hat egy sejtre, ez az egyensúlyi állapot megbomlik, még pedig többnyire úgy, hogy az inger közvetlen hatására a disszimiláció sebessége változik meg, nő vagy csökken. A disszimiláció a kémiai folyamatok egész sorozatából áll, a melyeknek folyamán az élő anyag, tehát bonyolódott szerves vegyület, egyszerű vegyületekké

(széndioxid és víz) oxidálódik. Ezek az oxidálási folyamatok termelik az energiát, a melylyel a sejt az inger hatása alatt kifelé munkát végez.

A mondottak után már most az a kérdés merül fel, mely folyamatok lehetnek a tudatos jelenségek föltételei? Lehet-e a neuronok nyugalmi anyagcseréje ilyen föltétel? Ez ellen már első pillanatra is sok tapasztalat szól. Bizonyítás céljából azonban olyan kísérletre volna szükség, a melyben az agyvelőre ható összes ingereket ki tudnók küszöbölni. Ez nagyon nehéz dolog, mert még alvás közben is vezetnek az idegek az érzékszervekből izgalmat az agyvelőbe, különösen az ú. n. belső érzékszervekből. Mégis ezt a kísérletet a természet már megcsinálta. STRÜMPPELL-nek volt egy betege, a kinek összes érzékszervei közül csak egyik szeme és egyik füle működött, minden egyéb érzékszerve megbénult. Ez a beteg, ha ép szemét bekötötték és ép fülét bedugták, rövid idő alatt alváshoz hasonló öntudatlan állapotba esett. Ha tehát az ingerek nem hatnak és az agyvelő neuronjai nyugalmi anyagcsere állapotában vannak, nincsenek tudatos jelenségek,

Az ingerek közvetlen hatására — miként említettük — disszimilációs (oxidációs) folyamatok indulnak meg s ezzel az energiatermelés csökkenése vagy növelése jár. Az előbbi esetben, vagyis az energia-termelés csökkenésekor az inger hatását bénításnak, az utóbbiban izgatásnak nevezzük. Lehet-e az oxidációs folyamatok erősségének csökkenése, a bénítás, a tudatos jelenségek föltétele? Ilyen bénítás, a mely — miként VERWORN és MANSFELD vizsgálatai mutatják — éppen az oxidációs folyamatok elsődleges csökkenésén, vagy éppen szünetelésén alapszik: a narkózis. A narkózist azonban éppen arra használjuk, hogy a tudatos jelenségeket egy időre kirekeszszük. Eszerint csak az izgatás, az oxidációs folyamat erősségének növelése lehet a tudatos jelenségek élettani föltétele. Ha ez igaz, akkor a tudat működése szükségképpen függ az oxigén partiaris nyomásá-

tól az agyvelőben. Ezt Mosso egyik híres kísérlete igazolja. Mosso kísérletezett egy emberrel, a kinek nagy koponyasérülése volt s a kinnél a lágy koponyaburkokon keresztül az agyvelő érverését érezni és regisztrálni lehetett. Ha ennél a betegnél a nyaki fejrőereket (carotis) annyira összeszorította, hogy az agyvelőben az érverés megszűnt, a beteg rövid idő alatt elvesztette öntudatát.

Még egy lépéssel tovább mehetünk a specializálásban. HEATON és mások vizsgálatai szerint a narkotizált ideg a narkózis tartama alatt is izgatható. Ingerlékenységét nem veszíti el teljesen, az ingerlékenység csak csökken, még pedig a narkózis fokához mérten. A narkotizált ideg izgalma azonban intenzitásában különbözik a rendes idegétől. A narkotizált ideg izgalmanak intenzitása kisebb, mint a rendes idegé. Ha ezt a tapasztalatot általánosítjuk, azt kell föltennünk, hogy a narkózis alatt is folynak le az agyvelő neuronjaiban izgalmi folyamatok, ezek azonban nem járnak tudatos jelenségekkel együtt, mert intenzitásuk kisebb. Ezek szerint tehát az agyvelő neuronjainak csak bizonyos intenzitású izgalma lehet a tudatos jelenségek élettani föltétele.

Az eddigiek alapján arra a következtetésre jutunk, hogy ha tudatunk működik, ha érzeteink vagy képzeateink vannak, akkor ezeknek szükséges élettani föltételeiként agyvelőnkben bizonyos neuronok izgalomban vannak. A kérdés az, hogy egy bizonyos tudati elem, például egy bizonyos képzet, melyik neuron, vagy mely neuronok izgalmától függ?

GALL volt az első, a ki azt a rendkívül nagyjelentőségű eszmét kimondta, hogy bizonyos tudati elemek bizonyos agykérgi tájékok működéséhez vannak kötve. olyképpen, hogy az agykéreg egy bizonyos helyének izgalma élettani föltétele egy bizonyos tudati jelenségnek. Sajnos, az a mód, a hogy GALL ezt a nagyszerű gondolatot keresztül akarta vinni, egész önkényes volt s ezzel az eszmének magának is ártott. Azóta azonban rendszeres kísérletekkel és a kóros esetek kritikai



vizsgálatával bebizonyították, hogy valóban van lokalizáció. Így például a látási (optikai) érzetek a nyakszirti lebeny bizonyos részének, a hallási érzetek a halántéki lebeny bizonyos részének épségéhez és működéséhez vannak kötve. A kérdés az, hogy meddig mehetünk a lokalizációval. Mondhatjuk-e, hogy ha  $x$ -képzet van tudatunkban, akkor  $x'$ -neuron izgalomban van, ha  $y$ -képzet van tudatunkban, akkor  $y'$ -neuron van izgalomban és fordítva, mint egy zongoránál  $x$ -hangnak  $x'$ -billentyű,  $y$ -hangnak  $y'$ -billentyű lenyomása felel meg. A kérdés azért vetődik föl, mert egy gondolkozó ember tudatában oly rengeteg sok érzet, képzet és más tudati elem kergeti egymást, hogyha azoknak mindegyike egy-egy neuronhoz volna kötve, a neuronoknak oly rengeteg számához jutnánk el, a mely a tapasztalattal ellenkezik, különösen, ha még figyelembe vesszük, hogy holtig tanulhatunk, vagyis mindig új tudati elemekre is tehetünk szert. Vannak, a kik e nehézségek hatása alatt az egész lokalizációt s ezzel együtt a lelki jelenségek élettani föltételeinek egész kutatását mint képtelenségre vezetőt elejtik. Noha szigorúan véve a dolgot, ezt a kérdést ma még nem lehet eldönteni, úgy hiszem, mégis túllőnek a célon azok, a kik ilyenfajta állításokat kockáztatnak meg, mert ha az előbbi hasznalatot folytatjuk, világosan azt látjuk, hogy a zongora 62 billentyűjével, a melyek mindegyikével egy bizonyos magasságú hang kapcsolatos, a melódiáknak úgyszólván végtelen sokaságát létesíthetjük, csak a hangok egyidejűségét, egymásutánját, erősségét kell variálnunk és kombinálnunk, pedig itt is van lokalizáció. A nehézségeket tehát elkerüljük, ha fölteszszük, hogy pl. valamely képzet élettani föltétele bizonyos, az agyvelő bizonyos helyein lokalizált neuronoknak bizonyos időbeli sorrendben bekövetkezős bizonyos erősségű izgalma. Ez csak föltevés, a mely ma még nem bizonyítható, azonban ezen az alapon a kétségkívül meglevő lokalizáció összegeyzetethető a tudat gazdaságával.

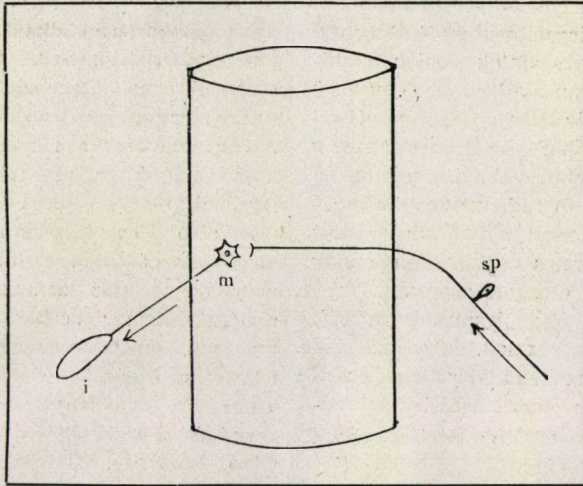
Sokat nyer valószínűségében ez a föl-

tevés, ha az agykéreg sérüléseinek következményeit vizsgáljuk. Ilyen kísérleteket (az agykéreg bizonyos részeinek roncsolását vagy kiirtását) állatokon nagy számban végeztek a kutatók. Emberen most a háború alatt különösen sokszor van alkalmunk ilyen sérüléseket észlelni. Ezek az észleletek azt bizonyítják, hogy az agykéreg valamely körülírt részének roncsolása nem jár egy bizonyos tudati elem vagy elemcsoport kiesésével. Ez a tény azt bizonyítja, hogy a tudati elemek többsége nincs az agykéregnek bizonyos körülhatárolt „szigetjéhez” kapcsolva. Másrésztől viszont azt észleljük, hogy a tudati elemek egy bizonyos csoportjának, például az optikai képzeteknek lefolyását megzavarhatjuk az agykéreg legkülönbözőbb vidékeinek kiterjedt roncsolásával. Ezek a tapasztalatok mutatják, hogy valamely tudati elemnek, például egy bizonyos képzetnek, nem egy idegsejt izgalma felel meg mint élettani föltétel, hanem — mint MONAKOW mondja — egy neuron-csoport izgalma, azaz több neuroné, a melyeknek mindegyike ugyan határozottan lokalizálva van, de a melyek nem fekszenek szükségképpen egymás mellett az agykéreg egy bizonyos körülírt föltján.<sup>6</sup>

Az imént a tudat gazdaságáról beszéltünk. A tudat bár elemekben gazdag, egyszerre azonban mégis csak kevés tudati elem van jelen. Egyszerre például csak egy, vagy kevés képzet lehet tudatunkban. Ez az, a mit a lélektan a tudat szűk voltának nevez. Miben keressük e lélektani tény élettani föltételeit?

Ha tudatunkban egy bizonyos képzet van, akkor miként láttuk — agyvelőnk bizonyos neuronjai izgalomban vannak. Ha egy neuron izgalomban van, akkor az izgalom az idegnyujtványon át elvezetődik azokba a neuronokba, a melyek az előbbivel ilyen vezető összeköttetésben vannak. A legegyszerűbb ilyen viszonyokat a gerincvelőben találjuk. Ha egy állatnak valamely érző gyökerét izgatjuk, az izgalom áterjed a gerincvelő mozgó neuronjaira s innen valamely izomra s reflexes mozgást eredményez. A reflexes

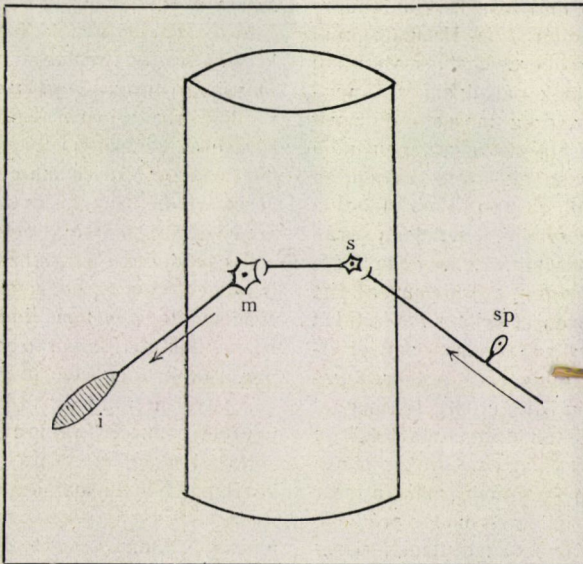
pályákról való első ismereteinket, mint lata (1. rajz) szerint az izgalom, a mely általában a gerincvelő szerkezetéről való például a bőr valamely érzőszervéből



1. rajz. Két neuronból álló reflexpálya vázlata; *sp* = gerincvelői dúcsejt, *m* = mozgató dúcsejt, *i* = izom.

alapvető ismereteinket RAMON Y CAJAL, KÖLLIKER és LENHOSSÉK nagyjelentőségű vizsgálatainak köszönhetjük. Vizsgálataik-

indul ki, az érző idegből az érző gyökre kerül, innen az utóbbinak a gerincvelőben futó oldalágaira (collateralis) s



2. rajz. Három neuronból álló reflexpálya vázlata; *sp* = gerincvelői dúc; *s* = érző-dúcsejt, *m* = mozgató dúcsejt, *i* = izom.

ból alakult ki először a reflexes pályák vázlata. A legegyszerűbb reflexív váz-

ezekről a mozgató dúcsejtre. A mozgató dúcsejt izgalma átkerül az ideg útján a

beidegzett izomrostokra. E vázlat szerint tehát a legegyszerűbb reflexív két neuronból áll: a gerinczvelői dúczejtneuronból és a mozgató dúczejtneuronból. E mellett már az első vizsgálatok alapján felállítottak még egy másik, kevésbé egyszerű vázlatot, a mely három neuronból áll (2. rajz). Ez utóbbi vázlat szerint tehát az izgalom a gerinczvelői dúczejtneuron kollaterálisairól nem közvetlenül a mozgató neuronra terjed át, hanem először az érző neuronra, s csak azután ennek közvetítésével a mozgató neuronra.

Mínthogy az idők folyamán egyre több tapasztalat arra vezetett, hogy az első vázlat (1. rajz) az élettani kísérletek eredményeivel nincs összhangzásban, megpróbáltam kísérleti úton döntésre vinni a kérdést.

Ha az első vázlat a valósággal megegyezne, akkor valamelyik érző ideggyökérben olyan pályákat kellene találnunk, a melyeknek izgatása közvetlenül a mozgató dúczejtet hozná izgalomba. Ha tehát ezt az érző gyökeret izgatnók, akkor rövid idő múlva a mozgató dúczejtnek kellene elfáradnia. Ha már most egy másik érző gyökeret izgatunk, a honnan ugyancsak vezetnek pályák ehhez a mozgató dúczejthez, ez a mozgató dúczejt az előbbi elfáradtság következtében nem bírna reagálni s ennek következtében az általa beidegzett izmon nem lehetne reflexes rángást észlelni. Kísérleteim során azonban azt tapasztaltam, hogy ha bármelyik érző gyökeret is izgattam addig, a míg már reflexes rángást az elfáradás következtében ez az izgatás nem eredményezett, egy másik érző gyökér izgatására ugyanazon izom eredeti erősséggel reflexesen összehúzódott. Kell tehát a mozgató dúczejt és az érző gyökér között még legalább egy pontnak lennie, a mely az idegsejttestre jellemző módon aránylag hamar elfárad. Vagyis az élettani tapasztalatot csak a második vázlat (2. rajz) elégti ki, a mely szerint az érző gyökér kollaterálisai és a mozgató dúczejt közé még egy neuron, az érző neuron, van közbeiktatva.

Ugyanazon mozgató dúczejt több érző pálya izgatása által jöhet izgalomba. SHERRINGTON ezért a mozgató neuront az utolsó közös pályának nevezte el. Mi történik azonban, ha két oldalról egyszerre jön izgalom a mozgató dúczejthez, ha két izgalom egy idegsejtben interferál? Ahhoz, hogy ezt a kérdést megvizsgálhassuk, előbb az idegsejtekből kiinduló izgalom milyenségével kell foglalkoznunk.

Az első ilyen vizsgálatok az akarattól függő mozgásokkal foglalkoztak és kimutatták, hogy az akarattól függő izomrángások nem pillanatig tartó egyszerű rángások, hanem ritmikusan megszakított tetanusos rángások. HELMHOLTZ az izomhangból ezen tetanusos oszcillációk gyakoriságát körülbelül 15 oszcillációban állapította meg másodpercenként, a mit azóta némelyek úgy fejeztek ki, hogy az ember másodpercenként legfeljebb tizenöt-ször tud akarni. Azóta ez a szám PIPER, a harcztéren elesett berlini fiziológus vizsgálatai szerint jelentékenyen megnagyobbodott s másodpercenként körülbelül százra nőtt.

Ezek a vizsgálatok fölvetették azt a kérdést, vajon az idegsejt nem mindig reagál-e ritmikus izgalommal, vajon a ritmikus reakció nem jellemző tulajdonsága e az idegközpontoknak. Ezt a kérdést először sztrichninnel mérgezett béka gerinczvelőjén tanulmányoztam s arra az eredményre jutottam, hogy az idegsejtek még egyetlen rövid, pillanatig tartó ingerre is, mint a milyen például az érző gyökérre alkalmazott egyetlen indukciós ütés, hosszantartó ritmikus izgalommal felelnek. Újabb, még nem közölt kísérleteimben sikerült normális gerinczvelőnél is ugyanerre az eredményre jutnom.

Ha tehát valamely érző pálya izgatása következtében a gerinczvelő érző neuronja izgalomba jut, a mozgató neuronhoz mindig ritmusos izgalomsor vezetődik, melynek következtében a mozgató dúczejt maga is ritmusos izgalomba jut. Ha már most egyidejűleg egy másik érző ideget izgatunk, akkor a mozgató dúczejtben két ilyen ritmusos izgalomsor in-



terferál. A mozgató dúcsejt tehát az időegységben kétszerannyi impulzust fog fogadni.

Az eredmény már most kétféle lehet. A meddig a mozgató dúcsejt e kétszeres megerőltetésnek meg tud felelni, szaporább ritmusú és erősebb izgalommal felel, minek következtében a beidegzett izom is gyorsabb ritmusú és erősebb reflexes tetanust mutat; ilyenkor azt mondjuk, hogy a két izgalom összegeződik a mozgató dúcsejtben. Tudvalevőleg azonban az idegsejttest hamar elfárad és így sokszor a mozgató dúcsejt e kettős izgatás hatása alatt annyira veszít ingerlékenységéből, hogy rövid idő múlva, sokszor szinte pillanatnyilag csak ritka és gyenge izgalommal felel, mire a beidegzett izom is részben vagy egészen ellankad; ilyenkor azt mondjuk, hogy a két izgalom gátolja egymást a mozgató dúcsejtben. Az, hogy adott esetben mi lesz az interferencia eredménye, gátlás-e vagy összegeződés (summálódás), függ az interferáló ingerek erősségétől és gyakoriságától és az idegsejt specifikus állapotától.

A normális gerinczvelőn végzett vizsgálataim azt mutatták, hogy éppen gyengén ható ingerek, a melyek magukban csak nagyon kis reflexes rángást vagy éppenséggel semmi látható hatást sem idéznek elő, alkalmasak viszonylag erős izgalom gátlására.

A kifejtettek után térjünk vissza most ismét az agyvelő neuronjaira. Az agyvelő szövettani vizsgálata szerint az agyvelőben az összeköttetések az egyes agyvelőtájékok között még sokkal számosabbak, mint a gerinczvelőben. Közvetlenül vagy közvetve úgyszólván az összes neuronok összefüggnek egymással. Ha tehát egy bizonyos képzet lép tudatunkba és az agykéreg bizonyos (megfelelő) neuronjai izgalomba jönnek, az izgalom az asszociációs pályákon tovaterjed az agyvelő többi neuronjaihoz is — miként látni fogjuk — útközben az izgalom meggyengül. Ha már most előzőleg például egy más képzet volt tuda-

tunkban s a neuronoknak egy más csoportja volt erős izgalomban, akkor most az utóbbi neuronokban ez a meggyengült izgalom interferál az előbbi izgalommal s azt gátolja. Ekkor tehát az előbb erős izgalomban volt neuronok izgalma gátlás útján veszít erősségéből s a hozzájuk tartozó tudati elem, az előbb tudatunkban volt képzet, eltűnik a tudatból. Ilyen módon sikerül a tudat szűk voltát, a mit a pszichológusok a tudat lényeges sajátosságának tartanak, élettani tényekre, jelesen a gátlásra visszavezetni, a gátlás viszont a fiziológusok szerint az idegsejt elfáraszthatóságának egyik következménye, az elfáradás pedig chemiai és fizikai folyamatokra vezethető vissza, a melyeknek elemzése az élettan feladata.

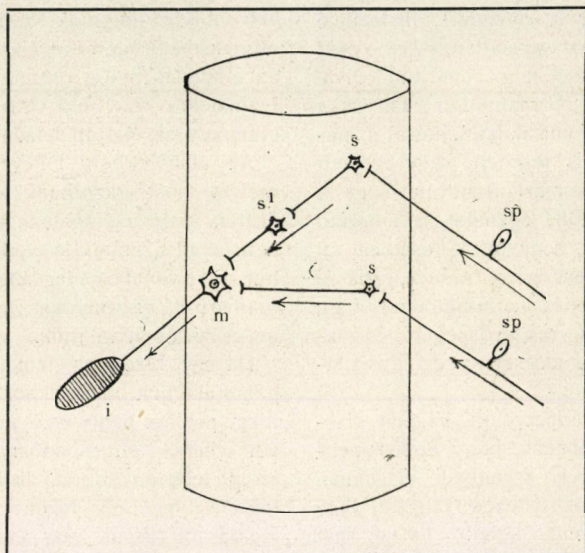
Az előbbieken föltevésével éltünk, a melyet most igazolnunk kell. Azt mondtuk, hogy az izgalom, miközben egyik neuronból a másikba eljut, meggyengülhet. Erre vonatkozólag a legjobban tanulmányozott viszonyokat megint csak a gerinczvelőben találjuk.

Ha egy bizonyos izmot reflexes rángásra akarunk bírni, akkor ezt több érző ideg, például több érző gyökér izgatásával érhetjük el. Azonban egy bizonyos izom legkönnyebben, legbiztosabban és legerősebben egy bizonyos érző gyökér izgatására reagál, más érző gyökerekére gyengébben és ritkábban, vagy egyáltalában nem, úgy hogy az érző gyökereket egy sorba foglalhatjuk össze, a melyben a reakció nullától a maximumig nő. Minden izomra más-más sort kapunk. Ez azt mutatja, hogy igen sok, valószínűleg valamennyi érző pálya összeköttetésben van egy bizonyos mozgató dúcsejttel.

A reakció különbözősége azt mutatja azonban, hogy az összekötő pályák különböző erősen bírnak hatni a mozgató dúcsejtre. Milyen sajátosága a pályáknak okozza ezta különbözőséget? Az e kérdésre irányuló vizsgálataim még nincsenek lezárva, bizonyos eredményeket azonban már adtak. Az első lehetőség, a mire az anatómiai vizsgálatok vezettek, az volt

(3. rajz), hogy vannak közvetlenebb és közvetettebb, több neuronból álló reflexívek. Az utóbbiakon az idegsejtetek nagyobb ellenállásánál fogva az izgalom erőssége csökken. Eddigi vizsgálataim alapján arra az eredményre jutottam, hogy az izgalom meggyengülésének legalább is nem mindig ez a mechanizmusa. Ugyanis megállapíthattam, hogy olyan reflexpályákon, amelyek egyenlő számú neuronból állnak, különböző fokú erősséggel vezetődik át az izgalom. A varangy (*Bufo*) 8. és 9. érzőgyökerét izgattam és a lábszár ikerizma-

egyenlő számú neuronon halad át, mert minden idegsejten való áthaladáskor az izgalom újabb késést szenved. Itt tehát a 8. gyökérről a lábszár ikerizmának mozgató dúcsejtjeihez vezetett izgalom meggyengül, a nélkül, hogy több neuronon menne át, mert ha több neuronon haladna át, a vezetési időnek hosszabbnak kellene lennie. Előbbi föltevésünk tehát — legalább ebben az esetben — nem állhat meg. Másként kell tehát az izgalom meggyengülésének mechanizmusát képzelnünk, talán úgy, hogy az egyik pályán az



3. rajz. Két reflexpálya vázlatja. A reflexpályának végső közös szakasza a mozgató dúcsejt (*m*); az egyik reflexpálya három, a másik négy neuronból áll. *sp* = gerincvelői dúcsejt, *s* = érző dúcsejt, *m* = mozgató dúcsejt, *i* = izom.

nak (musculus gastrocnemius) reakcióját vizsgáltam húros galvanométerrel. A 8. érző gyökérről a lábszár ikerizmának mozgató dúcsejtjeihez jövő izgalom gyengébb, mint a 9. érző gyökérről jövő. A lábszár ikerizmára felállítható sorban ugyanis a 9. érző gyökér az első, a 8. a harmadik helyen áll. A ritmusos reflexreakció jellege azonban mindkét gyökér izgatásánál ugyanaz volt. Azonban a lapangási (latens) idő is, tehát az inger alkalmazása és a reakció kezdete közötti idő teljesen ugyanaz. Ez azt bizonyítja, hogy a két pályán az izgalom

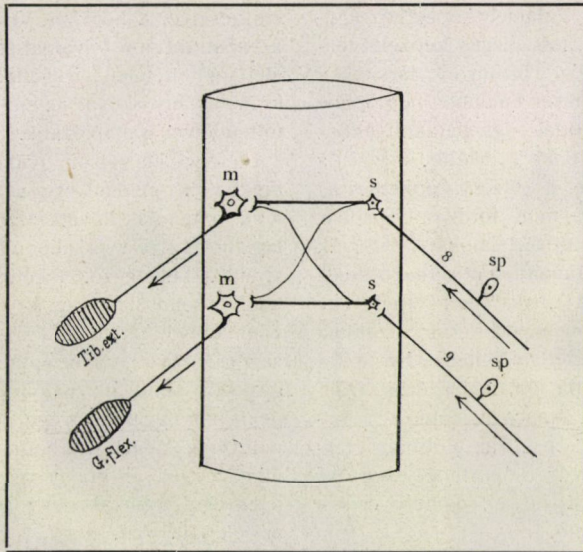
összeköttetést sok, vagy jól fejlett nyújtványok képviselik, a másik pályán kevesebben vagy gyengébben fejlettek (4. rajz). További kísérleteimben a keresztezett oldal 8. és 9. érző gyökereit is izgattam. A keresztezett reflexek vezetési ideje jóval nagyobb, itt tehát joggal tehetjük föl, hogy az izgalom több neuronon halad át. E mellett szól kísérleteimben még az a másik körülmény is, hogy a keresztezett reflexizgalom jellege is más. Ebből is az következik, hogy itt egy harmadik neuron van az izgalom pályájába beiktatva, a mely az izgalom vezetését még



jobbán késlelteti és az izgalom jellemét megváltoztatja.

Az izgalom erősségének ez a csökkentése rendkívül fontos a mozgás rendezettségére (koordinációjára) vonatkozólag. Koordinált (rendezett) mozgásokat, koordinált (rendezett) reflexeket már a gerincvelő is közvetít. Ilyen például az ismert törölreflex a békánál. Ha egy lefejezett békának oldalára ecetsavba mártott papirosdarabcskát teszünk, a béka azon oldal hátsó végtagját föl-emeli s lábával a papirost letörli. Ezek-

egy izom, például valamely ízület hajlító izma reflexes összehúzódásban volt s egy inger következtében ennek az izomnak az antagonistája, az ízület nyújtóizma húzódik reflexesen össze, akkor egyidejűleg a hajlító izom izgalma gátlás következtében megszűnik, vagyis röviden: ha a nyújtóizom összehúzódik, a hajlító izom ellankad, vagy fordítva. Újabb vizsgálataink ennek a jelenségnek a mechanizmusát is földerítették. Kísérleteim során már régebben tapasztaltam, hogy az az érző gyökér, a melynek izgatására



4. rajz. A 8. és 9. érző gyökérben haladó érző pályák viszonya a lábszár ikerizmához (musculus gastrocnemius = *G. flex.*) és antagonista izmához, az elülső sipizomhoz (musculus tibialis anticus = *Tib. ext.*). A kapcsolás fordított.

nél a rendezett reflexeknél két elvet látnunk megvalósítva, a melyek nélkül rendezettség (koordináció) nem is volna elképzelhető. Először is egy bizonyos ingerre bizonyos izmok lépnek működésbe. Ennek a jelenségnek élettani föltételeit már megismertük. Láttuk, hogy egy bizonyos érző pálya, például egy érzőgyökér izgatására legkönnyebben és legerősebben egy bizonyos izom vagy izomcsoport reagál. A másik elv az antagonisztikus beidegzés elve, melynek fontosságát különösen SHERRINGTON-nak és tanítványainak vizsgálatai domborították ki. Ha

a hajlító izom a legerősebben reagál, viszont a leggyengébben hat a nyújtóizomra. A kapcsolás tehát a két antagonista között fordított.

Ha tehát a békánál a 9. érző gyökerezt izgom, a lábszár ikerizmának mint hajlító izomnak mozgató dúcsejtjeihez erős izgalom vezetődik, minek hatására ez az izom erősen összehúzódik, míg a lábszár megfelelő nyújtó izma (m. tibialis anticus) csak gyengén. Ha azonban most a 8. érző gyökerezt izgom a 9. gyökér izgatása közben, akkor most a 8. gyökérről a lábszár nyújtó izma (m. tibialis anticus)



mozgató dúcsejtjeihez erős izgalom vezetődik s ez az izom erősen összehúzódik, míg a lábszár hajlító izmának (m. gastrocnemius) mozgató dúcsejtjeihez vezetett gyenge izgalom az ott a 9. érző gyökér izgatása következtében meglévő izgalmat gátolja, úgy hogy ez az izom ellankad. Vezetésem alatt újabban HAASTERT ezeket a viszonyokat részletesen tanulmányozta s az itt vázolt mechanizmus érvényességét kimutatta.

Térjünk vissza a tudatos jelenségekhez. Itt is beszélhetünk rendezettségéről vagyis koordinációról. Valamely képzethez úgy szólván bármely tetszőleges képzetet társíthatunk, mégis bizonyos társítások gyakoribbak, hiszen különben nem lenne logikus gondolkodás. Így például ehhez a képzethez „baka“ inkább társul a „puska“ képzete, a „tűzér“ képzethez az „ágyú“ képzete, mint fordítva. Ha már most az előbbi tapasztalatokat átvisszük az agyvelő neuronjaira, a következő eredményt kapjuk. A „baka“ képzetnek egy bizonyos neuroncsoport erős izgalma felel meg mint élettani föltétel. Ha ez a csoport izgalomba jön, innen erős izgalom terjed át a kapcsolt „puska“ csoporthoz s ez a képzete az előbbivel társul, míg az „ágyú“ csoporthoz csak legyengült izgalom jut el, a mely csakis gátlást idézhet elő.

Ilyen módon analógián alapuló következtetésekkel eljutunk a képzettársulás koordinációjának élettani magyarázatához. Ha ezt az analógiát el is fogadjuk, igen feltűnő különbséget állapíthatunk meg az agyvelő és gerincvelő működése között. A gerincvelő működése sokkal egyformább, hogy úgy mondjuk szegényesebb, mint az agyvelőé; az egyik oldalon a reflexek gépszerű lefolyása, a másikon a képzetelet szárnyalása állnak szemben mint végletek. A különbséget az összekötő pályák gazdagságán kívül arra a körülményre is kell visszavezetnünk, hogy az agykéreg működésénél az egyes neuronok pillanatnyi állapota sokkal nagyobb hatást gyakorol az izgalom terjedésére, mint a gerincvelőben, a

hol legtöbbször az idegsejtek és az idegpályák állandó, előre kijelölt (praeformált) viszonyaidöntenek. Azonban ha a gerincvelő egyes idegsejtjeinek ingerlékenységét csökkentjük, pl. elfárasztással, vagy növeljük, pl. mérgekkel, a reflexek lefolyása is megváltozik. Így pl. sztrichninnel való mérgezés után ugyanazon inger hatása alatt az antagonisták egyszerre kerülnek izgalomba.

Ezeket az analógián alapuló következtetéseket továbbfolytathatjuk és kiélethetjük a tudatos jelenségek más köreiből is kiterjesztve, a hogy pl. VERWORN az álom, az absztrakciós folyamat és az emlékezés élettani föltételeit vizsgálta. E helyen még csak néhány szóval az emlékezés élettani föltételeivel foglalkozunk.

Ha egy képzetsor gyakran lép tudatunkba, ha például egy verset megtanulunk, a tanulás következtében a sor egyik tagjához egyre gyorsabban és könnyebben társul a következő. A képzetsornak megfelelő neuronsor egyik tagjáról tehát könnyebben terjed át az izgalom a következőre. Ha a neuronoknak egy során gyakran halad át izgalom, ha tehát ezen neuronok gyakran végeznek munkát, a neuronok megnagyobbodnak, éppen úgy mint a gyakorlott tornász izmai. Ezt a jelenséget munkahypertrophianak nevezi az élettan. Azt, hogy a neuronoknál is van munkahypertrophia, BERGER kísérletileg is kimutatta. A munkahypertrophias neuron munkateljesítése is nagyobb lesz, éppen úgy, mint a gyakorlott izomé. A munkahypertrophia által ugyanis a bomlásra alkalmas anyag mennyisége, s ezáltal a bomlaskor felszabaduló energiamennyiség megnő. A munkahypertrophias neuron tehát egy ingerre hasonló körülmények között erősebb és hosszabb izgalommal felel, ez az izgalom viszont könnyebben vált ki erős izgalmat a következő neuronban, különösen ha az utóbbi is munkahypertrophias, s így tovább, úgy hogy a munkahypertrophias neuronok során az izgalom biztosabban és könnyebben halad át. Az ilyen neuronsort „csiszolt pályának“ is nevezik. A pályának

ez a kicsiszolása. a mely a neuronok munkahypertrophiáján alapul, élettani föltétele a begyakorolt, betanult képzetsor biztos és könnyű visszaidézésének. Az ilyen képzetsor visszaidézése azonban nemcsak biztosabb és könnyebb, hanem gyorsabb is, mint a be nem tanult képzetsoré. Ezt a tényt egyszerűbb viszonyok közt egyszerűbb alakban is észlelhetjük. Mikor a gerinczvelői reflexek vezetési idejét mértem, kimutathattam, hogy már néhány perczig tartó ismételt ingerlés hatására a vezetési idő jelentékenyen megrövidül.

A most vázolt eszmemenetben még sok a föltevés, sok az analógián alapuló következtetés, a melyeknek szigorú beigazolása a jövő feladata. A kísérleti vizsgálatok, a melyeknek eredményeit felhasználtuk, nagyrészt még aránylag újak, s figyelembe kell vennünk még azt is, hogy az élettannak talán egy területén sem kell a kísérletezőnek oly nehézségekkel küzdeni, mint az idegrendszer vizsgálatánál, a mely testünknek nemcsak legbonyolultabb szerkezetű szerve, de egyszerűs mind külső hatás iránt egyuttal a legérzékenyebb is. A mai eredményeket tekintve, úgy hiszem, főleg két szempontból ismerhetjük el a most vázolt kutatási iránylétjogosultságát. Az egyik az, hogy ilyen vizsgálatok alapján lehetséges az idegrendszer általános élettannát kiépíteni. A másik szempont pedig az, hogy ezek

a vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a tudati élet egyes oly jelenségeit vagy sajátosságait, a melyeket a lélektan megállapít, de tovább elemezni nem bír, élettani föltételekre vezethessük vissza. Gondoljunk csak a tudat szűk voltára, a melyet a lélektan a tudat jellemző sajátosságának ismer s a melynek élettani föltételeit a gátlásban ismertük föl. A gátlás mechanizmusát viszont az idegsejt elfáradására vezettük vissza. Az elfáradás elemzése pedig az idegsejtben lefolyó fizikai és kémiai folyamatokhoz vezet. Vajjon sikerülni fog-e a természettudományi elemzésnek valaha az összes tudatos jelenségek élettani föltételeit föltárni, vagy pedig fognak-e szükségképpen mindig a tudatnak oly jelenségei vagy sajátosságai fennmaradni, a melyek élettani föltételekre vissza nem vezethetők? Ezt a kérdést tárgyalni egyrészt ma még korai, másrészt ez már nem is természettudományi kérdés, hanem metafizikai.

Mindenesetre az ismertetett vizsgálatok azt bizonyítják, hogy az idegrendszer élettannát lehet tudományosan művelni s hogy czélszerűbb ebben a már eddig is számos eredményhez vezető irányban tovább haladni, mint egy üres szóval elintézni ezt a nagy ügyet, azt mondván, hogy az idegrendszerben az energiának egy külön fajtája lakozik: az „idegenergia“, a melynek egyik „alfaja“ a „pszichikai energia“. *Dr. Vészi Gyula.*

## A fürkész-legyek életszokásai.

A lepkegyűjtők ősi boszúságtárgya az a tapasztalat, hogy a nagy gonddal nevelt vagy kirándulásról hozott bábokból a várva várt lepke helyett darázsfélék vagy legyek kelnek ki. Ezeket fürkész-darazsaknak, illetve fürkész-legyeknek nevezték, mert a hernyókat mindenütt kifürkészik és petéjükkel fertőzik. A fürkész-darazsakéhoz hasonló életmódot követő legyek külön csoportba (*Tachininae*) tartoznak, noha még néhány más csoportban is szokásos ez a jelenség.

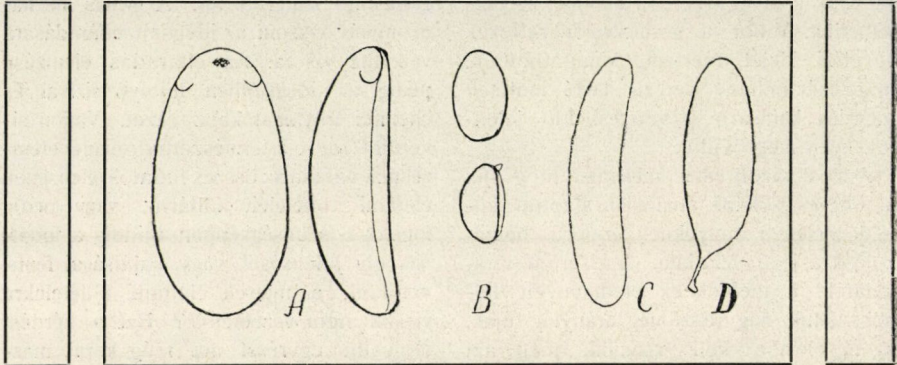
A fürkész-legyek a közönséges legyekhez (*Muscinae*) hasonló alkotásúak, többnyire nagyobbak, potrohukon nagy, elálló serték (macrochaeták) sorakoznak és a csápsertéjük nem tollas, mint a közönséges legyeké, hanem csupasz. Nagyjában ennyi volt az, a mit róluk általában tudtak.

Csak újabban vetették föl amerikai bűvárok azt az eszmét, hogy ezeket a hasznos legyeket a hernyók ellen való védekezés céljából tenyészteni kellene.

Azóta behatóbban vizsgálják életszokásaikat s róluk különösen TOWNSEND,<sup>1</sup> PANTEL, FISKE, NIELSEN, HOWARD, PRELL érdekes részleteket közöltek.

Európából behurczolt hernyók fenyegették, irtóztató tömegekké szaporodva, az amerikai őserdőket és miután minden

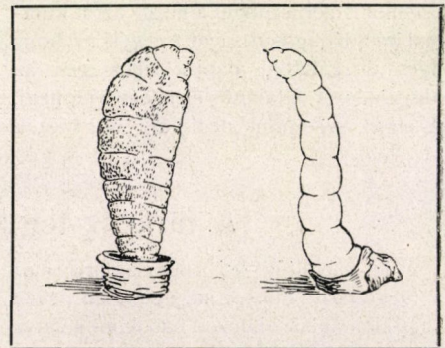
peterakása nagyon ritkán következett be. Ezután kisebb, végül csak arasznyi kalitkában igyekeztek őket petéik lerakására bírni és ez utóbbi esetben a legkedvezőbb sikerrel. Mindjárt kiderült, hogy nem minden fürkész-légyfaj tolja be petéit az áldozat testébe, hanem némelyik csak



1. kép. Fürkész-legyek petéi erősen nagyítva (PRELL és PANTEL nyomán). A czipó-alakú, B kölesszem-alakú, vastaghéjú peték fölülről és oldalról nézve, C vékonyhéjú banán-alakú pete, D nyeles pete (*Carceliáé*).

mesterséges eszköz hiábavalónak bizonyult, kísérletet kellett tenni azokkal a fürkész-légyfajokkal, a melyek Európában az erdőrontó hernyók szaporodásának természetes fékentartói. E legyek életfolyásáról azonban az európai tudományosság nem tudott fölvilágosítást nyújtani s így ezt is az amerikaiaknak kellett tanulmányozni. A kérdés gyakorlati fontosságának tudatában külön rovarparazitológiai állomást szervezett az Egyesült-Államok kormánya Melrose-Highlandban s itt TOWNSEND és FISKE vezetésével 30–40 zoológusból álló gárda látott munkához. Alapos vizsgálat alá vették a lárvá fejlődését a hernyó testében és kivált a peterakás körülményeit részletesen tanulmányozták. A legyeket akkora hálós kalitkába helyezték, hogy egész bokor is elért benne a rajta rágó hernyókkal, de a hozzájuk bebocsátott legyek

reá vagy mellé helyezi. Vannak azonban lárvaszülő fürkész-legyek is és ezek szintén az említett három út egyikét választják



2. kép. Lesben álló fürkész-légy-lárvák (PRELL és TOWNSEND nyomán.)

ivadéku elhelyezésében. Lényeges különbségeket találtak már a belső nemi szervek alkotásában is, ezért az egyes fajok petéi sem egyformák. Ha mindezeket tekintetbe vesszük, 6 biológiai csoportot alakíthatunk a fürkész-legyek közt

<sup>1</sup> A record of results from rearing and dissections of Tachinidae; Dep. Agr. Bureau Entomology, Techn. Ser., Nr. 12, Part IV, 1908.



s e csoportok az alkalmazkodásnak figyelmet érdemlő jelenségeit tárják elénk:

1. A közönségesebb fürkész-legyek nagy része nagyocska, cipóalakú petét rak (1. kép, A) a hernyóra. Az ilyen pete lapos felével, mondjuk talpsíkjával odaragad a hernyó bőréhez, hogy az egykönnyen el ne hullajthassa s a kikelő lárvá vagy lefelé, a talpsíkon is áttörve hatol a hernyóba, vagy a petehéj elülső kupakja nyit utat előtte, de rendszeren így is a legközelebbi alkalmas helyen siet befurakodni gazdájába. Az erdőpusztító szövőpillék fürkészölegyei jórészt így gondoskodnak ivadékukról (Tachinák, *Parasetigena segregata*) és a nyeles petét rakó *Carceliá*-kat (1. kép, D) is ide számíthatjuk.

2. Jobban biztosíthatják petéiket azok a fajok, a melyeknek nőtényei hegyes tojókészüléket viselnek a potrohuk végén és a petét ennek segítségével a kiszemelt hernyó bőre alá tolhatják (*Hyalomyia*, *Conops*). Petéjük hengeres és vékonyhájú, mert külső hatások ellen védelemre alig szorul (1. kép, C).

3. Mások apró, vastaghájú és köleszem-alakú petéket raknak, még pedig azokra a levelekre, a melyeken a hernyók rágnak. Ezek azután táplálkozásuk folyamán befalják a kis légypetéket is, a nélkül, hogy nagyobb kárt tehetnének bennük. A kölesalakú pete átsiklik a rágók közt és a vastag héj felfogja a nyomást. A hernyó belébe jutott kis petének (1. kép, B) oldala kiduzzad s a benne ülő lárvá ily módon kiszabadul a vastag peteburokból. A pete hamar végighalad a hernyó belén s így gyorsan kikelő, kész lárvának kell benne lennie. Ez csak úgy lehetséges, hogy a peték már az e célra költőtáskává idomult petevezetékben, saját burkukon belül fejlődésnek indulnak (*Echinomyia*, *Panzeria*). Ilyen módon még azok a hernyók is áldozatul esnek, a melyeket sűrű szőrözettel védelmez a peterakó legyek ellen. Mint-hogy azonban csak kevés pete jut éppen egy falatozó hernyó útjába, nagy részük elpusztul s ezzel szemben e legyek csak úgy védekezhetnek, mint a típusos élősdiallakatok általában: peteszámuk megsok-

szorozásával. Egyetlen nőtény 3000-4000 petét is rak.

A következő csoportokba mind eleven lárvákat szülő legyek tartoznak, éppen ezért igen fejlett, légcsőhálózattal burkolt női nemszervük a potrohban alig hagy helyet más szervek számára. Petéjük vékony burka rendszeren a kilépés pillanatában reped szét, úgy hogy a kész lárvá mindjárt szabad életet kezdhet.

4. Így szaporodik több hasznos légy, köztük a gyaljas pille hernyójának fürkészölegye (*Blepharidea vulgaris*) és petéjükét a hernyó bőrére, vagy

5. ha tojókészülékük is van (*Cercomyia*, *Compsilura*), a bőr alá helyezik.

6. Ellenben a fenyőbagoly-pille fürkészölegye (*Panzeria rudis*) és társai a hernyójárta levelekre helyezik frissen kelő ivadékukat. A lecsúszó peteburok, mint egy kis kehely, odaragad a levélhez s a lárvá mereven nyúlik ki belőle nyugodtan várva sorsára (2. kép). Egy hónapig is elvárhat így mozdulatlanul ez az apróság. A koplalást jól bírja s a kiszáradás ellen szemölcsöské zsugorodó bőrképződményei védik. Csak akkor mozdul meg, ha hernyót érez a közelben, ilyenkor ingó-lengő mozgással tapogatni, keresni, nyújtózni kezd, míg csak áldozatát el nem éri. Ekkor szájnyalával reátapad, kelyhét otthagya és addig mászkál rajta, a míg a gazda bőrén befurakodásra alkalmas helyet nem talál. Rendszeren a hason furakodik be egy vékony szelvényközi hártján át. De még e furfangos csempészet mellett is sok lárvá hiába vár, elpusztul a legtöbbször. Ez magyarázza, hogy némelyikük 20000 ivadékot is termel faja biztosítására (pl. *Echinomyia fera*).

Nem kevésbé tanulságos a lárvák továbbbi sorsa. Ezek a fejükön kívül 11 szelvényt számláló nyúvek a *Cyclorhapha* csoportbeli légy-lárvákhoz hasonlóan általában három fejlődési szakon mennek át a gazda testében. A harmadik vedlést követő behábozódás már ritkán történik ugyanitt (*Conopidae*, *Eupeleteria*), az érett lárvák többnyire kitérnek a szabadba és a földbe fura-

kodva átalakulnak tonnabábbbá. Az egyes fajok lárváit és fejlődési szakait a szájhorgok szerkezete alapján lehet egymástól megkülönböztetni. Viselkedésük a hernyó belsejében különféle. Így pl. némelyek az egész idő alatt idestova vándorolnak gazdájuk testében (*Sarcophaginae*, *Miltogramminae*), vagy egy útjukba eső légcsőnél állapodnak meg, hogy lélekzésüket megkönnyítsék (*Conopidae*).

A voltaképpeni fürkész-legyek élősködése eddigi tapasztalataink szerint két irányt követhet.

A bőrön befurakodott lárvák legtöbbször állandóan a bőr közelében marad és lélekzóniáikkal felszerelt testvégéhez kívülről ugyanazon úton jut a levegő, a melyen maga is behatolt. Néhány óra alatt ugyanis a hernyó véresejtjei hólyagalakban körülburkolják a beburakodás útja chitines bélést fejlesztve olyan tölcse formát, a mely a levegővel való kapcsolatot állandóan biztosítja. Ez a tölcse a hernyó vedlésével sem szűnik meg, sőt a derékig benne ülő nyúval együtt nagybodlik (*Parasetigena segregata*, *Panzeria rudis*).

Más fajok lárvái, még pedig legkivált azok, a melyek a bőr alá tolt, vagy a hernyó belébe jutott petékből fejlődtek, egy ideig szabadon vándorolnak a hernyó testüregeiben, vagy egyes szerveibe furakodnak be, például a hasdúczaiba (*Gonia*), vagy a bélfalába (*Compsilura*). Ott betokozódnak és a hernyó véredvével táplálkoznak. A *Compsilura concinnata*, az apáczipille főélősködője, arról nevezetes, hogy a lárvája át is töri a belet, befurakodik, testvégi horgaival megkapaszkodik és valóságos bélélősködővé alakul a hernyóban. Mindezek a belső szervekben lételepült lárvák a levegőtől el vannak zárva. Csak annyit kapnak belőle, a mennyit ozmózis útján a hernyó véréből felszívhatnak. Az első vedléskor ugyan lélekzóniáik fejlődnek, de minthogy így sem szerezhetnek elég levegőt, egy idő múltán kénytelenek helyüket elhagyni és a bőr közelébe húzódnak. Azután belülről áttörnek a gazda bőrét vagy valamelyik légcsőtrészét

s erre körülöttük is éppen olyan tölcse formát fejleszt az izgalomra reagáló hernyó, mint a milyenek segítségével az előbbeni csoportban említettek lélekzenek.

Már az elmondottakból is látható, hogy a légnyűvek jóideig nem támadják meg közvetlenül gazdájukat, esetleg még a bebábozódásban sem gátolják (*Thrixion*). Legtöbb esetben azonban a harmadik lárvaszakkal elkezdődik a bélen kívüli emésztés. Ez abból áll, hogy a lárva emésztő nedvet bocsát ki a szájából s ezzel az őt környező szerveket megemészt. Ilyenkor a hernyó színe elváltozik, nem eszik többet, ellustul s belső szervei a paraziták emésztő váladékától barnás lévé esnek szét. Ezt a levét az élősdiek mint kész, megemésztett táplálóanyagot nyelik el s a bőséges étellemmel be is fejezik fejlődésüket az időközben elhalt hernyó belsejében.

Az elmondottakból láthatjuk, hogy a légnyűvek a hernyót alig akadályozzák meg kártételében s így hasznuk csak a következő évben lesz észrevehető. A tapasztalatok alapján szó lehet most már arról is, hogy a fürkész-legyeket tenyészteni és védelmi célokra gyakorlatilag is alkalmazni próbáljuk. Ebből a szempontból azonban még többféle körülményt kell figyelembe vennünk.

Ha egy bizonyos hernyó irtására gondolunk, akkor az a kérdés, hogy van-e olyan speciális légy élősködője, a mely mindig csak benne fejlődik. A kísérletek azt mutatták, hogy a fürkész-legyek nem válogatósak a hernyó fajának megválasztásában és ha megszoktak is egyet, szükség esetén másra is rábizzák ivadékkukat. Az idegen gazdában fejlődik is az egy ideig valahogy, de többnyire elpusztul és a gazda faló-sejtjei emésztik meg. Vannak még egyáltalában nem válogatósfajták, de a gazda fajához való alkalmazkodás is megnyilvánul különféle fokozatokban. Mégis kisebb számúak azok a fürkész-legyek, a melyek kizárólag csak egy hernyófajban fejlődhetnek, ez pedig azt mutatja, hogy az élősködés mint életszokás nem régi szerzeménye e legyek-

nek és e téren az átídomulás és a vele járó faji jellegek fejlődése ma is folyamatban van.

Némely fürkész-légynek csak egy nemzedéke fejlődik egy nyáron (*Parasetigena segregata*), másnak több is lehet (*Compsilura concinnata*). A több nemzedékűek szaporaságuknál fogva hasznosabbnak látszanak, föltéve, hogy gazdájuk is több nemzedékű. Ellenkező esetben a légy második nemzedéke éhen veszhet, ha más gazdát nem talál. Volt már eset rá, hogy egy erdőnek minden hernyója tachinásnak bizonyult s ezáltal a hernyóveszedelem egy időre teljesen megszűnt. Máskor a fürkész-legyek nem jelentkeztek kellő számban, vagy a meglevők is eltűntek. Mi lehet az oka mindezeknek?

Fől kell tennünk, hogy a fürkész-legyeknek is vannak ellenségeik, paraziták. Ilyennek bizonyult egy gýászlégy (*Anthrax*) meg az a penészfaj, a mely a földben rejtőzö bábokat lepi meg. A természetes veszteséget nem is számítva, a legtöbb fürkész-légy a madarak és a szárazság miatt pusztul el. Sokan örömmel üdvözölték, hogy a hernyólepte erdőben madarak jelentek meg, de azután kiderült, hogy a fecskék nem a hernyókat, hanem a röpke legyeket fogdossák; ez esetben tehát súlyos kárt okoztak. A föld színe alatt telelő báboknak legnagyobb veszedeelmük a talaj esetleges kiszáradása.

A hol tyúkok kaparnak, vagy disznók turkálnak, ezek sem hagyják ott a babszemnyi kövér falatot. Veszedelmes a tachinákra a hernyók betegsége is. Azt tapasztalták ugyanis, hogy az úgynevezett polyedrikus hernyókórság éppen a parazitát rejtö hernyót lepi meg leggyakrabban és leelőbb s így a különben is ép hernyót jó időre megmenti az ellenségtöl.

A kérdés tehát nem olyan egyszerű és jó példa arra, hogy hányféle körülménnyel kell számot vetni annak, a ki a rovaréletnek valamely problémáját a gyakorlat követelménye szerint akarja megoldani. A mi az egyik esetben hasznos, máskor éppen károsnak bizonyul. Maga a fürkész-légy is lehet kártevö. Ilyen például az *Ugimya sericariae* nevü faj. Erröl már 30 éve kimutatta SASAKI<sup>1</sup> japán tudós, hogy az eperlevélre rakott petéivel hogyan fertözi a selyemhernyót. Fölfedezését MUK ismertette, de az akkori búvárok kételkedéssel olvasták e kalandosan hangzó elbeszélést. Azóta kiderült, hogy a szabadon tenyésztett selyemhernyóknak ez a veszélyes ellensége sajátos életszokásaival nem áll egyedül a legyek világában és az előbb említett biológiai csoportok közül a harmadikba tartozik.

Dr. Szilády Zoltán.

<sup>1</sup> On the lifehistory of *Ugimya sericariae*; Journ. Coll. Sc. Imp. Univ. Japan, Vol. I, Tokio, 1887.

## Vérsejtjeink keletkezése.

A 19. században fehérvérsejtjeink két fajtájának : a szemecskés és szemecskétlen plazmájú fehérvérsejteknek származásáról általában azt tanították, hogy egyetlen egy törzssejt utódai s hogy a köztük levö különbségeket az eltérö működés és a fiatalabb vagy öregebb kor okozza. Csak a mult század végén, 1898-ban, EHRlich mondotta ki először tanítványának EINHORN-nak (1884) elméletét bővebben kifejtve, hogy keringö vérünk szemecskés és szemecskétlen plazmájú fehérvérsejtjei különleges sejtek, melyek egymásba át nem alakulhatnak és termöhelyeik is

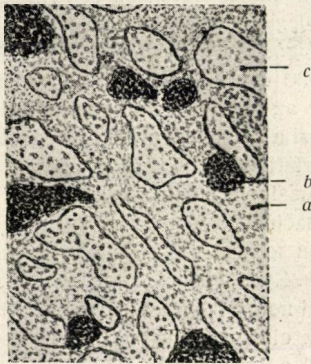
különbözök; a szemecskés plazmájú fehérvérsejtek egyedüli termöhelye a csontvelö, a szemecskétlen plazmájúak pedig csakis a nyirokcsomókból származnak. Azóta sokan vizsgálták a fehérvérsejtek származását, de a kérdés még mindig eldöntetlen, söt ma első vérsejtjeink fejlődési mozzanatait talán még nagyobb homály borítja, mint a születés utáni élet fehérvérsejtjeinek eredetét.

Az első vérsejtek keletkezéséről a mult században REMAK és föleg KÖLLIKER nézete uralkodott.

KÖLLIKER szerint ereink és vérsejtjeink



termőtálya a középső csiralevél. Az első erek és vérsejtek szerinte úgy keletkeznek, hogy a nyulványos, csillagalakú mesenchym-sejtek tömöttebb halmazokba, vérszigetekbe rendeződnek és ezeknek környéki sejtjei egymáshoz illeszkedve, zárt csövet, eret alkotnak, az érben fekvő nyulványos mesenchym-sejtek pedig nyulványait elvesztve, gömbölyű vérsejteké alakulnak. Ezek a vérsejtek valamennyien igen gyorsan vérfestéket (haemoglobint) halmoznak fel plazmájukban és valamennyien magas színes vérsejteké válnak (1. kép). A kialakult ereket körülövező mesenchymában jóval később megjelennek az



1. kép. Részlet kétnapos tyúkmagzat érudvarából (area vasculosa); *a* magzati kötőszövet; *b* vérszigetek; *c* fejlődő ér.  
KÖLLIKER rajza.

első fehérvérsejtek is. Utóbbiak szabálytalan, szikszemekben gazdag plazmájú sejtek, melyekre igen jellemző, hogy helyüket amébaszerűleg változtatják.

KÖLLIKER nézetének 3 lényeges pontja volt: 1. Szerinte a vérsejtek kötőszöveti sejtek közvetlen átalakulásából származnak. 2. Az erekben kialakuló vérsejtek valamennyien *színes* vérsejtek. 3. A fehérvérsejtek az *ereken kívül* és sokkal később jelennek meg.

A 20. században KÖLLIKER nézetének mind a három főpontját megtámadták. Legelőször is kétségbevonták, hogy a középső csiralevél lenne vérsejtjeink termőtálya.

RÜCKERT és MOLLIER szerint a különböző állatfajokban az első vérsejtek nem

ugyanabból a csiralevélből származnak. Szerintük a körszájú halakban, a farkatlan kétéltűekben és a madarakban a belső csiralevél (entoderma), az őshalakban, a farkos kétéltűekben a belső és középső csiralevél (entoderma és mesoderma) keveréke az első vérsejtek termőtálya. Más vizsgálok azonban megcáfolták RÜCKERT és MOLLIER állításait. GREIL szerint valamennyi teljesen barázdálódó (holoblastikus) petéből származó állatban, az első vérsejtek a középső csiralevélből (mesoderma) származnak. DANTSCHAKOFF kísérő vizsgálatai pedig a tyúkban végzett vizsgálatai alapján a középső csiralevelet (mesoderma) tartja a madarak első vérsejtjeinek termőhelyéül s tagadja RÜCKERT és MOLLIER állítását, hogy a madarak vérsejtjeinek termelésében a belső csiralevél (entoderma) szerepelne. MAXIMOW viszont egész határozottan valamennyi gerinces állatban a középső csiralevelet (mesoderma) tartja az első vérsejtek termőhelyének. A legújabb időben tehát DANTSCHAKOFF és MAXIMOW ismét megerősítette KÖLLIKER nézetét.

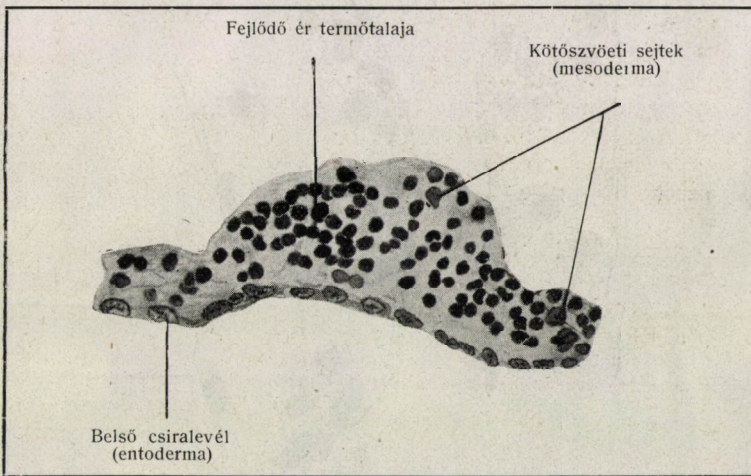
A vérsejtek származására vonatkozó vitát nem könnyű eldönteni. Azt tudjuk, hogy az első erek és vérsejtek a magzat testén kívül a sziktómlőben keletkeznek, de már azt, hogy az első erek termőtálya, a melyet felül a mesoderma, alul az entoderma borít be, honnan származik, az entodermából, vagy mesodermából, továbbá, hogy a később keletkező erek a His-féle értalajból vagy attól függetlenül a középső csiralevélből származnak, még nem sikerült biztosan megállapítani. Míg az amerikai szerzők valamennyi erünket és valamennyi első vérsejtünket az entodermából eredő His-féle értalajból (angioblast) származtatják, addig DANTSCHAKOFF és MAXIMOW vizsgálatai alapján a kontinensen inkább az a nézet terjedt el, hogy vérsejtjeink és ereink a középső csiralevélből származnak.

Nem tekintve azt, hogy még ugyanabban az állatban is vitás az első vérsejtek termőtálya, az újabb vizsgálok közül BRYCE (1915) már egész másképpen írja le az első vérsejtek keletkezés mód-



ját. Ő mindenekelőtt azt hangsúlyozza, a mit különben régebben is elismertek, hogy a karámuru (*Lepidosiren paradoxa* FITZ.) nevű tüdős hal fejlődő ereiben fekvő mesenchym-sejtek eleinte valamennyien szintelen, kezdetleges vérsejtek. Ezeknek legnagyobb része megnő, majd plazmájában vérfestéket (haemoglobint) halmoz fel s ily módon magvas, színes véresejt (erythroblast) válik, más részük ellenben szintelen marad, magvuk behorpad és karélyos vagy patkómagvú elsődleges fehérvérsejtté alakul. Hasonló módon írta le DANTSCHAKOFF VERA a tyúkban, majd később több csúszómászó állatban (Rep-

A vérszigetekben fekvő sejtek, az ú. n. primitív sejtek, teljesen megegyeznek az érkörűli mesenchymában fekvő vándorsejtekkel, melyek később a sziktómlőben szemecskés plazmájú fehér vérsejteké alakulnak. Az erekben fekvő sejtek részint vérfestéket halmoznak fel plazmájukban és magvas színes vérsejteké alakulnak, részint változatlanok maradnak. Magában a magzat testében és ereiben nem termelődik véresejt, csak a vérkeringés megindultakor a sziktómlőből kerülnek a magzat testébe vérsejtek. Jóval később magában a magzat testében is megindul a vérsejtek termelése. Az aorta falának



2. kép. Részlet 2 mm hosszú emberi magzat sziktómlőjének falából.

tilia) az első vérsejtek fejlődését. Szerinte az érudvar elülső részében, az első ereket övező mesenchymában kerek vagy amébaszerű mozgásra emlékeztető, éles körvonalú nyujtványokkal ellátott sejtek jelennek meg s ezek az első vándorsejtek, az első fehérvérsejtek. Az érudvar elülső részének erei eleinte üresek. E közben azonban az érudvar elülső és hátsó részében kisebb-nagyobb mesenchym-sejtek halmazai alkotta vérszigetek keletkeznek. A legtöbb vérsziget környéki sejtjei nyujtványokkal összekapaszkodó érfalsejteké (endothel-sejteké) alakulnak és egyrészt magukba zárják a vérsziget közepében fekvő többi sejteket, másrészt a már kialakult erekkel is közlekednek.

elülső oldalából endothel-sejtek burjánznak és primitív vérsejteké alakulnak, melyekből részint magvas színes vérsejtek, részint a szövetekbe kivándorló fehérvérsejtek fejlődnek. A magzat testében ezenkívül mindenütt, ahol kötőszövet van, nyujtványukat elvesztett kötőszöveti sejtekből lymphocytaszerű, kerekmagvú, szemecskétlen plazmájú fehérvérsejtek keletkeznek.

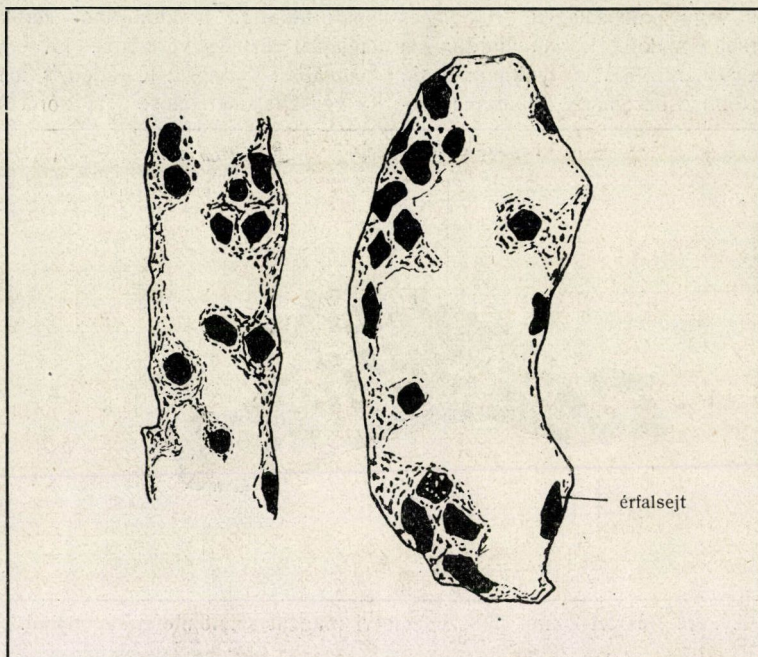
DANTSCHAKOFF vizsgálatának közlésével egy időben mestere, MAXIMOW is beszámolt az emlősök, főként a házinyúl, továbbá a tengerimalacz, a patkány, az egér, a macska és a kutya első vérsejtjeinek fejlődését tárgyaló vizsgálatairól. MAXIMOW szerint a vérszigetek sejtjei eleinte telje-



sen egyenlők, s ezek a sejtek kétféle módon is szaporodnak: egyrészt gyorsan ismétlődő oszlással, másrészt az ér faláról leváló, lekerekedett endothel-sejtek útján. A primitív sejtek kétféle sejté is alakulhatnak. A legtöbb kerek sejt plazmája megnő és eozinnal élénk rózsaszínűre festődik, mi annak a jele, hogy a plazma vérfestéket (haemoglobint) halmozott fel magában és végül elsődleges színes vérsejté válik. Más elsődleges vérsejtek

nek a kötőszövetben is az első vándorsejtek. Ezek a sejtek azonban nem a vérből a kötőszövetbe vándorolt fehérsejtek, hanem a vér fehérvérsejtjeitől függetlenül, a kötőszövet saját sejtjeiből származnak olyanformán, hogy a kötőszöveti vérérfalsejtek nyújtványait elvesztik és kerek alakot öltenek.

A sziktómló falának ereiben a „nagy lymphocyták” oszlásából kisebb sejtek keletkeznek, melyek vérfestéket halmozva



3. kép. A magzatburok (chorion) ereinek falát alkotó kötőszöveti sejtek leválása és átalakulása elsődleges fehérvérsejteké egy 2 mm hosszú emberi magzatban. DANDY rajza.

plazmája főként lúgos festékekkel festődik jól: ezek „nagy lymphocytává” alakulnak. MAXIMOW szerint tehát a színes és a fehérvérsejtek egyaránt közös őssejtől származnak.

MAXIMOW észleletei szerint a termelt vérsejtek a vérkeringés megindulásakor besodródnak a magzat testébe is, a hol különben később az aorta hasoldali falát és a szív belső savóshártyáját (endocardium) bélelő endothel-sejteknek burjánzásából „nagy lymphocyták” keletkeznek. Valamivel később megjelen-

fel plazmájukban, színes vérsejteké alakulhatnak.

Később (1910) MIETENS hasonló módon írta le a kétélűek vérsejtjeinek származását.

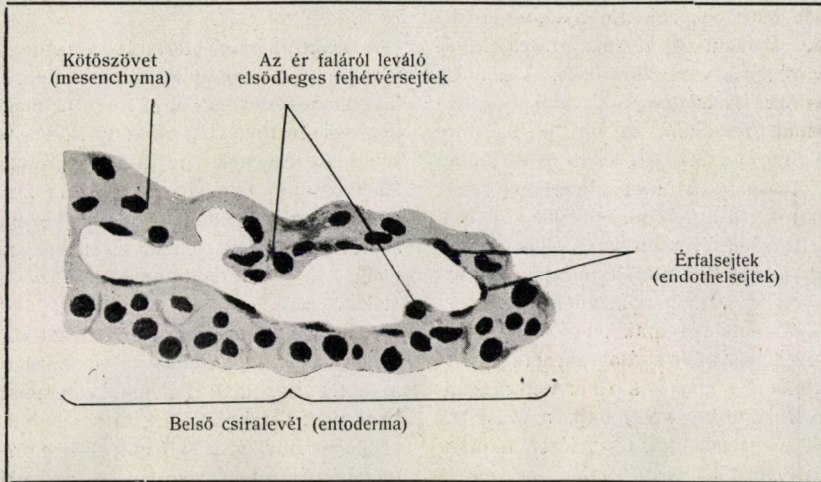
BRYCE, DANTSCHAKOFF, MAXIMOW és MIETENS vizsgálatai a fentebbiek szerint azt bizonyítják, hogy valamennyi vérsejtnek csak egyetlen egy sejtjajta, még pedig fehérvérsejtjajta az őse.

Egészen eltérő módon írja le SCHRIDDE az ember vérsejtjeinek keletkezését. Ő 1 mm hosszú embrióban csak a has-



nyélben és a sziktömlőben talált orsó-  
alakú érfalsejtek közrefogta vérereket,  
a melyekben eleinte sejtnélküli folya-  
dék volt. Csak később jelentek meg

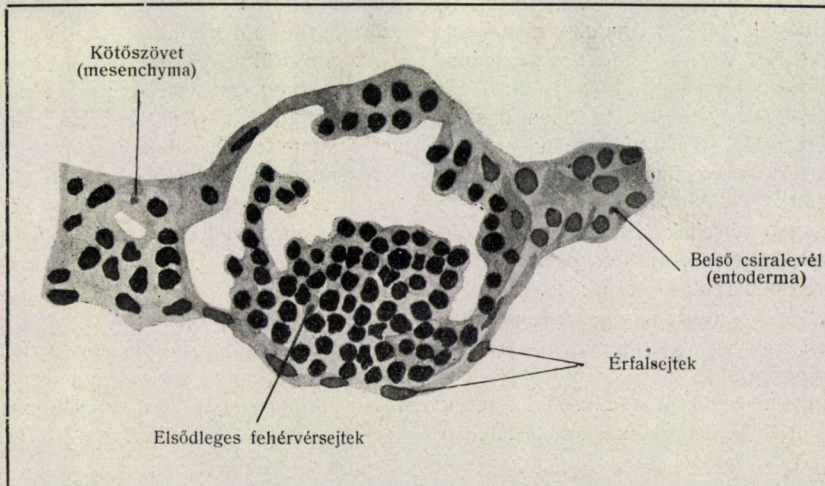
nak, bedomborodnak az ér üregébe,  
majd leválva, elsődleges, magvas színes  
vérsejteké, ú. n. elsődleges erythro-  
blastokká alakulnak (3. kép). Ő fehér-



4. kép. Részlet 2 mm hosszú emberi magzat sziktömlőjének falából.

az erekben nagy kerek sejtek, az első  
vérsejtek. Szerinte ezek az első vérsejtek  
valamennyien nagy, egynemű és vérfesté-

véresejtek eleinte nem talált. Észleletei  
szerint csak 10 mm hosszú magzatban  
a máj vérsjtermelésének megindulásá-



5. kép. Részlet 2 mm hosszú emberi magzat sziktömlőjének falából.

ket (haemoglobint) tartalmazó plazmájú  
színes vérsejtek. Sőt szerinte az erek falát  
alkotó orsószerűen megnyult érfalsejtek  
közül egyesek már vérfestéket tartalmaz-

val jelennek meg az első fehérvérsejtek.  
Eleinte tehát csak színes vérsejtek vannak  
az erekben és az erekben kívül vérsejtek  
egyáltalában nem fejlődnek.

11–12 mm hosszú emberi magzatban az ézideig csak szabálytalan sejtsorok alkotta máj sejtjei között fekvő tág erek érfal-sejtjeiből fehérvérsejtek, színes vérsejtek és óriássejtek halmazai keletkeznek. A májban tehát az erek falát alkotó érfal-sejtek átalakulásából az *ereken kívül* megy végbe a vérsejttermelés. Azt, hogy csakis az érfal-sejtek átalakulásából keletkeznek vérsejtek, bizonyítja szerinte az is, hogy a májban ekkor kötőszövet még nincsen s a magzat ereiben sem található másutt fehérvérsejtek. A máj termelte színes vérsejtek pótolják a harmadik hónap kezdetén elpusztuló elsődleges színes vérsejt-nemzedéket.

SCHRIDDE munkájának két gyöngye pontja van. Az egyik a vizsgálati anyagra vonatkozik, mert 1 mm hosszú emberi magzat olyan állapotban, hogy rajta a vérsejtek kezdődő haemoglobintermelését határozottan látni lehessen, talán az egész világon nincs. Adatainak másik gyenge pontja, hogy teljesen ellenkeznek más vizsgálók adataival.

SCHRIDDE tanainak hívei addig, a míg emberi magzatban nem vizsgálta más SCHRIDDÉ-n kívül a vérsejtek keletkezését, mondhatták, hogy az állatok vérsejtjeinek keletkezése eltér az ember vérsejtjeinek fejlődésétől, csakhogy JORDAN (1913) ezt az érvet is megczáfolta. Ő 13 mm hosszú emberi magzat sziktömlőjének ereiben nemcsak színes, hanem fehérvérsejteket is talált.

Az első vérsejtek keletkezéséről szóló vizsgálati eredményeket összefoglalva végeredményként az tűnik ki, hogy a gerincesekben valamennyi első, primitív vérsejt a középső csiralevélből származó fehérvérsejt.

Emberben, főként a kialakult erek érfal-sejtjeinek felburjánzásából keletkező

primitív fehérvérsejtek két irányba fejlődnek tovább: kisebb számban színtelenek maradnak, a legtöbb közülök azonban plazmájában vérfestéket halmoz fel s így módon magvas színes vérsejtté alakul. (4. és 5. kép.)

A sziktömlőben termelt vérsejtek a vérkeringés megindulásakor bejutnak a magzat testébe is, úgy hogy a magzat testének ereiben bár főként színes vérsejtek keringenek, de kisebb számban fehérvérsejtek is találhatóak. Közben magában a magzat testében is megkezdődik a primitív fehérvérsejtek termelése, még pedig az erek endothel-sejtjeinek átalakulásából.

A kétéltűekben a szív belső savóshártyájának (endocardium), a madarakban az aorta hasoldali falának, az emlősökben pedig mind a két hely endothel-sejtjeinek burjánzása következtében primitív fehérvérsejtek alakulnak, a melyekből azután magvas színes és fehérvérsejtek is fejlődnek.

Ugyanebben az időben az őshalakban, a tüdős halakban, a kétéltűekben, a csúszómászókban és a madarakban megjelennek a kötőszövetben az átalakult kötőszöveti sejtekből származó vándorsejtek.

Az emlősökben hasonló módon a kötőszövetben is keletkeznek vándorsejtek, de jóval később az ereken belüli vérsejttermelés megindulta után.

A termelt fehérvérsejtek eleinte valamennyien szemecskétlen plazmájúak és morfológiailag teljesen egyértékűek a születés utáni élet szemecskétlen plazmájú limfoidsejtjeivel.

A szemecskés plazmájú fehérvérsejtek valamennyi állatfajban először a kötőszövetben jelennek meg és valamennyien amébaszerűen tudják helyüket változtatni.

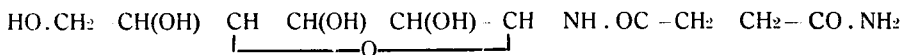
*Melczer Miklós.*

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

A nukleinsavak mesterséges előállítása. Számos növényi és állati anyag szétbontásánál nukleinsavak vagy nukleotidok keletkeznek, a melyeknek a növé-

nyek és állatok életében rendkívül fontos szerepük van, éppen azért már régóta fölkellették a fiziológusok érdeklődését.

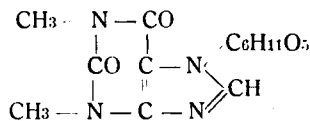
A nukleinsavak hidrolízis, vagyis vízfölvétel mellett végbemenő széthasadás alkalmával, három heterogén csoportba tartozó termékeket szolgáltatnak; úgy-mint először purin- vagy pirimidin-szár-mazékokat, másodsor pentózokat (pél-dául d-ribosét) vagy hexózokat és har-madsor foszforsavat. Ilyen bomlások alkalmával kísérletileg megállapították, hogy a foszforsav a cukormaradékhoz van kapcsolva. A nukleinsavakon kívül még egyéb, foszforhijas, de azért a glü-kozidák mintájára tagolt anyagokat is ismerünk, pl. a guanosint, az adenosint, az inosint, a melyeket az újabb kutatások alapján az egyszerű purintesteknek: gua-ninnek, adeninnek és hipoxantinnek a d-riboséval alkotott glukozyd- vagy éter-szerű származékainak tekinthetjük és igen közeli vonatkozásban és rokonságban van-nak az igazi nukleinsavakkal. Tulajdon-képpen nitrogéntartalmú glukozydáknak nevezhetnők őket, mert az igazi glukozi-



Más hasonló szerkezetű glukozydák, a melyekben a cukormaradék egy nitro-gén atómhoz van kapcsolva, FISCHER el-járása szerint ilyképpen eléggé egyszerűen állíthatók elő szintétikus úton, ha a succinimid ezüst helyett rhodan-ezüstöt vagy cziánsavas ezüstöt alkalmazunk. Minthogy pirimidinszármazékok is adhat-nak sószerű ezüst-származékokat, ezeket is kombinálhatjuk az acetobrómglyukóz-zal. Igazi pirimidinglyukozidot eddig csak azért nem lehetett a valóságban előállítani, mert a pirimidingyűrű és a cukor-maradék közötti kapcsolás csak igen lazá-nak bizonyult, ezenkívül még más kísérleti nehézségek is fölmerültek. A purin-chemia terén azonban ez a szintézis igen termékenynek bizonyult s FISCHER és munkatársai eddig is már igen szép ered-ményt értek el ezen a nemcsak tisztán chemiai, hanem életlani szempontból is rendkívül fontos és érdekes téren. Ha a teofillinnek ezüstsóját például xilolos oldatban acetobrómglyukozéval kezeljük, a teofillin-d-glyukozidnak tetraacetiléterje

dáktól, vagyis a különböző cukroknak a különféle alkoholokkal, fenollokkal és más hidroxil-tartalmú alifás, vagy aromás testekkel alkotott éterszerű származékai-tól éppen csak nitrogéntartalmukban kü-lönböznek. Szintézisüket először FISCHER EMIL<sup>1</sup> valósította meg. Az erre vonatkozó és életlani szempontból is nagyjelentő-ségű kísérletek nagy tömegéből itt csak egy iskolapéldára akarok hivatkozni. Ha a succinimidnek ezüst sóját közömbös oldószerben, például xilolban acetobróm-glyukozéval melegítjük, akkor brómezüst leválása közben a succinimid-d-glyukozid-nak a tetraacetilszármazéka keletkezik, a melyben a négy eczetsavmaradék metil-alkoholos ammónia segítségével simán lehasítható. E közben azonban az imid-csoport is reakcióba lép, helyesebben szólva felbomlik az ammónia hatására, úgy hogy végeredményben a succinamid d-glyukozidja keletkezik, a következő való-színű szerkezettel:

keletkezik s ebből a vegyületből a négy eczetsavmaradék alkoholos ammónia se-gítségével könnyen lehasítható. A vegyü-letnek két elméletileg lehetséges szerkezeti képlete közül az alábbi a legvalószínűbb:



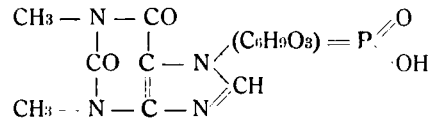
A másik kevésbé valószínű eset az volna, midőn a maradék a glyoxalgyűrű másik nitrogén atómjához van kötve. Sajátságos tünemény, hogy a cukormaradék ebben a kombinációban meglehetősen erősen van rögzítve, mert a glyukozid a FEHLING-féle oldatot még melegen sem redukálja. Más purinszármazékokkal, nevezetesen theobrominnal, hidroxikoffeinnel végzett kísérletek nagyon is valószínűvé teszik, hogy maga a húgysav is — a legfonto-sabb purinszármazék — szintén alkothat egy vagy több glyukozidát, csakhogy ezek

<sup>1</sup> Berichte d. chem. Ges., 1914, 47. köt., 210. és 1377. lap.



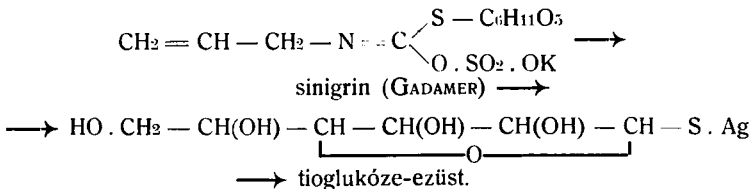
a teofillinglukoziddal ellentétben valószínűleg igen labilis, könnyen hidrolizálható vegyületek, a melyeknek előállítására éppen ezért nem lesz könnyű feladat. Ebben a tekintetben sokkal jobb kiindulási anyagnak bizonyult a diklóradenin-ezüst, a mely közvetett úton a húgysavból állítható elő. Az acetobromglukózzal való kombinálás és a keletkezett klórtartalmú glukozidának alkalmas redukálása után sikerült FISCHER-nek így az adenin, a hipoxantin és valószínűleg a guaninnek glukozidjait is előállítani. Az ily módon szintézis segítségével előállított d-glukóze-glukozidák már igen közel állnak a természetes, növényi és állati anyagokból előállított ribozeglukozidákhoz; még közelebb áll természetesen hozzájuk az ugyanilyen módon szintétikusan előállított teofillinramnoglukozid, a mely első képviselője purinszármazéknak pentóz cukorral alkotott úgynevezett pentozid-glukozidának. FISCHER E. azután egy lépéssel még tovább is ment és a teofillind-glukóze-glukozid molekulájába beillesztette még a foszforsavat is. Ennek elérése céljából azonban egészen új eljárási módot kellett kidolgozni. Sok próbálkozás és fáradozás után végül a következő módszer bizonyult célravezetőnek. A puringlukozidát piridines oldatban — 20<sup>o</sup>-on foszforoxikloriddal kezelve, sikerült a reakciótermékekből a bárumsó segítségével a teofillin-d-glukóze-glukozid-

foszforsavat elkülöníteni. A szabad sav szintelen, túalakú kristályokban kristályosodik és a titrálás alkalmával egy-bázisúnak bizonyult. A szintétikus úton előállított nukleinsavak, vagy nukleotidok ezen első képviselőjének szerkezetét az eddigi vizsgálatok alapján a következő képlettel illusztrálhatjuk:



E szerint a foszforsav a cukormaradék két karbinol-csoportjával reagált és e közben víz kilépése közben éterszerű vegyület keletkezett. Ez a szintézis rendkívül érdekes és sok reményre jogosít, mert ennek alapján valószínű, hogy az élő szervezetben előforduló legkülönbözőbb nukleinsavakat is esetleg sikerülni fog szintézissel előállítani.

FISCHER E. tanítványai mesterük nyomdokain haladva az alkiltiouretánok ezüstsóból acetobromglukóze segítségével megpróbálták mustárolajglukozidaszerű anyagokat is előállítani. Ezek a törekvések,<sup>1</sup> valamint a fekete mustármag glukozidjának: a sinigrinnek metilalkoholos ammóniával való széthasítása egyelőre a tioglukóze ezüstsójának a fölfedezéséhez vezettek és megerősítették a sinigrinnek régi, még GADAMER-tól származó szerkezeti képletét:



Magának az eddig ismeretlen szabad tioglukóze-nak, vagy a neki megfelelő diszulfidnak előállítását ezüstsóból eddig nem sikerült megvalósítani.

*Dr. N. Konek Frigyes.*

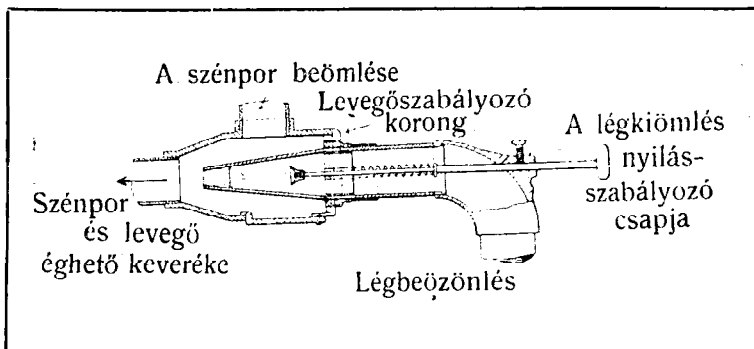
**A szénpor ipari alkalmazása.** Amerikában a portlandcement előállítására céljából a márgát és agyagot petróleum-

mal fűtött forgó kamarákban égették. De a petróleum nagyon megdrágulván, más, olcsó fűtőanyagról kellett gondoskodni. Ilyen anyagul kínálkozott a kőszénpor, melyet addig fűtésre nem igen tudtak fölhasználni. De mióta a szénpor gazda-

<sup>1</sup> Ber. d. chem. Ges., 1914, 47. köt. 1258, 2218, 2225. lap.

ságos elégetésének módját föltalálták, nemcsak csementégetésre, hanem egyéb ipari célokra is sűrűn alkalmazzák. Ma már mészégetésre, agyagszárításra, fémek olvasztására, sőt gőzfejlesztésére is használják.

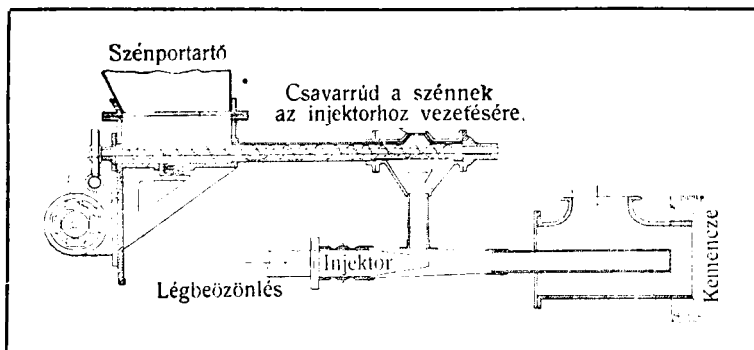
A szénpor elégetésének módja egyszerű: Csövön keresztül erős levegőáramlatot fujtatunk, mialatt a szénport hozzá eresztjük; ekkor a finom szén-szemecskék a levegővel összekeveredve éghetővé válnak s meggyújtva el is égnek,



1. kép. A széninjektor szerkezetének vázlata.

Az égetéshez az a szénpor a legjobb, mely a legtöbb illó anyagot tartalmazza, vagyis az ú. n. kövér szén. Az ilyen kövér szénnek azonban nem szabad 0.75%-nál több nedvességet tartalmaznia, ezért a szénport előkészítése után mindig föl kell használni, mert a levegőn

miközben teljes kalória mennyiségüket kifejlesztik. A tűnemény hasonló a naftalin részecskéknek a világító gázban való elégetéséhez vagy még inkább az automobilmek karburatora segítségével a levegőben szétporlasztott benzín elégetéséhez. Ez utóbbi példa megvilágítja, hogy az el-



2. kép. A szénporégető szerkezete.

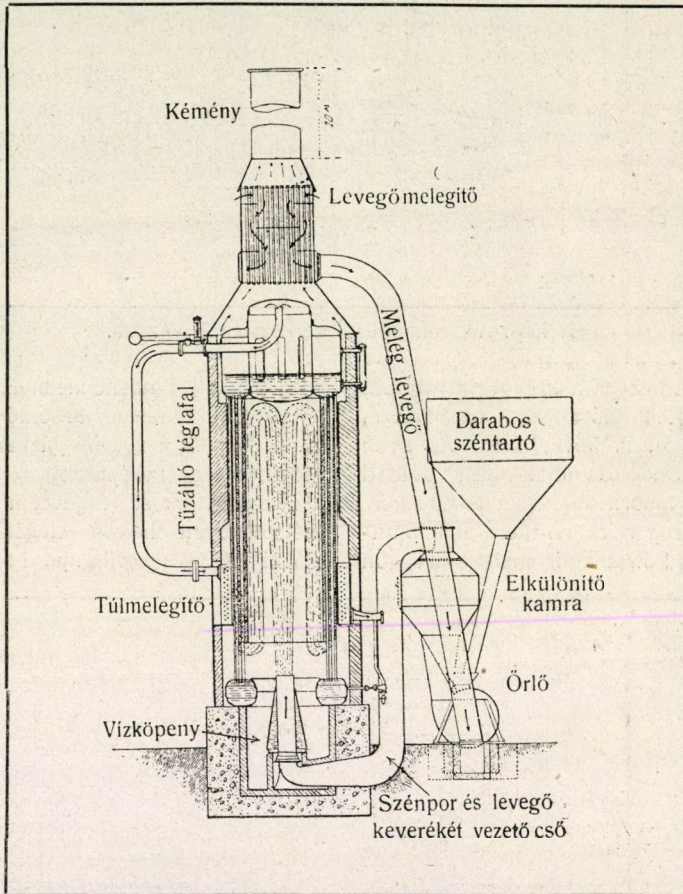
álva nedvességet szív magába. Sőt, ha a kéntartalma nagy, 2—3%, nem lehet nagyobb tömegben elégetni, ha hosszabb ideig levegőn állott, ezért a szénport előzetesen szárítani kell és midőn már a lehető finomra törték össze, zárt helyiségben kell raktározni.

égés nagyon heves, sőt robbanásszerű is lehet.

Az 1. kép alapján a szénpor és levegő összekeveredését könnyen megérthetjük. A levegő — körülbelül  $\text{cm}^2$ -kint 1 kg-nyi nyomással — csövön érkezik a készülékbe s ott szűkített nyíláson —

mint valami GIFFARD-féle injektoron — kiáramolva szívást gyakorol a szénporra, mely egy másik csövön érkezik a légcső szája elé. A szénpor a levegővel erősen összekeveredik s éghetővé válik. A keverőszekrény hátsó részén nyílásokkal ellátott korong van, melyen keresztül az elégéshez még szükséges levegő tetszés

és márga keverékét 12—15 m hosszú, 1,5—2,0 m átmérőjű, forgó, hengeres kemenczékbe rakják, melyeknek tengelye 8—10<sup>o</sup>-kal hajlik a vízszinteshez. A kemencze percenkint 1—3-at fordul s a kiégetendő ásványi anyagok a henger elejétől lassan a végére jutnak, miközben teljesen átalakulnak. Ugyanis a kemencze



3. kép. A szénporral fűtött gőzgép szerkezete.

szerinti mennyiségben bebocsátható s ez a légáramlás megakadályozza, hogy a szekrény végében a szénpor összegyűlhessen.

A 2. képen a szénporégető teljes elrendezése látható.

A szénporral való fűtést, miként már emittettük, a portlandcementgyártáshoz alkalmazzák leginkább. Az égetendő agyag

alsó végén levegőáramlattal bevezetett szénpor nagy hőmérséklet kifejtésével elég s a kellő fokban megpörköli az agyag és márga keverékét.

A mész égetése hasonló módon történik.

Használják a szénporfűtést a szövőiparban is.

3. képünkön a porszén elégetésével a gőzfejlesztést mutatjuk be.



A darabos szén a tartó kádjából csövön az őrlőbe jut, hol finom porrá válik. Innen meleg levegő átfujtatja a port az elkülönítő kamrába, hol a kevésbé finom szénrészecskék visszamaradnak, a finomabb részek pedig levegővel jól összekeverve az elkülönítő tetejéből kiágazó csövön az égetőbe jutnak. Itt alulról fölfelé áramolva, a szénpor elég. A kemenczében függőlegesen elhelyezett víz csöveket tűzálló téglából készült fal veszi körül úgy, hogy lehető kevés meleg vesz el sugárzás következtében. A hamu és salak a kemencze aljára hull, honnan könnyen eltávolítható.

Az ily kemencze nagyon gazdaságos nemcsak a tüzelőanyag teljes elégeése következtében, hanem a szénpor olcsósága miatt is. A széndarabok megőrlésére és a szénpor fújtatására szolgáló energia a gőzkazán által kifejtett energiának alig 2–3%-a. Azonfelül az ilyen gőzgép kezelése nagyon egyszerű. Egy munkás több kazánt is elláthat. A hamu eltávolítása kevés munkát ad és a *tüzelésnek nincs füstje*.

Úgy látszik, hogy a szénpor, mely a köszén termelése- és kezelésekor nagy mennyiségben keletkezik, s melyet eddig alig tudtak kellően értékesíteni, a tüzelés emez új módszerével egyszerre értékessé válik, sőt sok esetben a darabos szénnel elérhető fűtő eredményt is felülmulja.<sup>1</sup>

*Bogdányfő Ödön.*

**Az autogén-hegesztő gáznevek.** Az autogén-hegesztés a huszadik század vívmánya. Keletkezése, fejlődése, elterjedése e század utóbbi néhány esztendéjére esik. Szédületes gyorsasággal, rohamosan hódította meg a vasipart, majd a többi fémfeldolgozó iparokat, s használhatósága révén majdnem minden kovács- és lakatosműhelyben nélkülözhetetlenné vált. Segítségével a tárgyak kidolgozása egyszerűbb, a kidolgozás módja rövidebb ideig tartó lett, s a rosszul sikerült tárgyak elkerülhették az újra beolvasztás

és feldolgozás hosszadalmas munkáját mert megjavításuk könnyűvé vált.

Az autogén-hegesztés két vagy több darab fém egyesítésében, egy darab fémmé való átalakításában áll. Az, hogy valamely fém részecskéi összefüggő tömeget, vagy több, egymástól független darabot alkossanak, attól függ, hogy részecskéiket fizikai vagy chemiai vonzás összeköti-e. A hőfok emelésével a fizikai erők helyett chemiai erők lépnek működésbe s a két fémdarab egygyé válik, összeheged.

A magas hőfok, mely a hegesztés kivételére szükséges, többféle módon érhető el. Régi és most már elavult módszer a kovácstűzön való hegesztés, a mely azonban nem gazdaságos, mert nagy hővesztéssel jár. Minthogy a régi hegesztési módnál a tűz vezetése nem lehetséges, a hegesztendő fémet kell a hegesztési vonal mentén a tűz fölött végigvezetni, mi nagyobb méretű tárgyaknál, vagy hosszú és változó irányú hegesztési vonal esetén csak nagy fáradtság árán nagy nehézségekkel és sok idő alatt vihető véghez. A másik mód az aluminothermikus (GOLDSCHMIEDT-féle) eljárás, melynél fémaluminium és fémoxidok keverékét gyújtjuk meg s ilyenkor a chemiai reakció következtében felszabaduló hőmennyiség magas hőfokot létesít. Az aluminothermikus eljárásnál a szilárd anyag már gazdaságosabban helyezhető el, a felszabaduló hő kevés vesztéssel és a kívánt helyre összpontosítható, de a hegesztési vonal követése, a hegesztés helyének változtatása nehézkes, ezért csakis oly esetben használatos, mikor a hegesztési felület nem nagy terjedelmű. A felsorolt okokból ez a módszer korántsem bírt oly széles körben elterjedni, mint a hegesztés harmadik módja: az autogén-hegesztés. A gázzal való hegesztésnél ugyanis a hegesztési vonal mentén láng vonul el, vezetése könnyű, a hegesztési vonal követése semmi nehézséggel nem jár, bármilyen hosszú, vagy bármilyen alakú legyen is az.

<sup>1</sup> V. ö. a *La Nature* 1916. évi nov. 16-iki 2250. sz.

Az autogén-hegesztésnél a szükséges hőmennyiséget olyképpen hozzuk létre, hogy valamely gáznak és oxigénnek jól összekevert elegyét elégetjük; az égésnél felszabaduló kémiai energia hővé alakul át, a felületeket fölmelegíti s a részecskék a szükséges hőfok elérésekor összehegednek.

Autogén-hegesztésre az összes e célra felhasználható gáznemekközül az acetilén terjedt el a legjobban. Ennek az az oka, hogy eleinte csakis az acetilént használták s nem tudták, hogy erre a célra más gáznemek is alkalmasak. A hegesztőműszerek az acetilén használatára segítségével fejlődtek és tökéletesedtek, a hegesztőkészülékek is mind e gáz számára készültek. Az olcsó elektromos energia segítségével előállított karbid tömeges gyártása és forgalomba hozása is hozzájárult ahhoz, hogy az acetilén a többi gáznemeket kiszorította és egyeduralmat élvezett az autogén-hegesztő ipar terén. Autogén-hegesztés és acetilénnel való hegesztés teljesen azonos fogalomná vált, minek helytelensége azonban kiderül a következő fejtegetésekből.

A gyakorlatban iparilag előállított és forgalomban levő autogén-hegesztésre alkalmas gáznemek a következők: acetilén, etilén, hidrogén és metán. Az acetilént a felhasználás helyén állítják elő, karbidból, egy sötétes-szürke fémes külsejű anyagból, mely vízzel érintkezve megbomlik és acetilént fejleszt. Az acetilénnek egyik változata a készen szállított, sajtolt, acetonban elnyeletett ú. n.: „dissousgáz”, melynek tulajdonságai teljesen azonosak az acetilénnel. Az etilén főalkotó része a folyósított olajgáznak, mely a gyakorlatban „cseppfolyós-gáz” néven terjedt el. A hidrogén vaspalackokban, sajtolt állapotban, használatra készen kerül forgalomba, azonban cink és kénsav segítségével a helyszínén is előállítható. A metán mint földgáz fordul elő, felhasználása és általános elterjedése azonban nálunk csak a jövőben várható.

Valamely gáznemnek autogén hegesztési

célokra való alkalmasságát az illető gáznem tulajdonságai szabják meg. Autogén-hegesztés szempontjából a következő tulajdonságok jönnek figyelembe: égéshő, gyúlési sebesség, robbanási határ, a gáz égéstermékeinek a fémre való hatása, a gáz ára, a hegesztőkészülék rendszerének jósága és kezelésének módja; ha pedig a gázt nem a helyszínen állítják elő, akkor igen fontos a szállíthatóság.

Azt a hőmennyiséget, mely valamely éghető anyag tökéletes elégekor szabadá válik, égéshőnek nevezzük. Mértékegysége a kalória, vagyis az a hőmennyiség, mely 1 kg víz hőfokát 1 C<sup>o</sup>-nyi hőfokkal fokozni tudja. Az égéshő kétféle, ú. m.: felső és alsó; az előbbi a folyós halmazállapotú, az utóbbi a gőzalakú vízzé való elégeknél szabadul fel. A felső égéshő csak közelítőleg ad helyes értékeket, mert a levegő nedvessége, víztartalma nem állandó, az utóbbira a levegő nedvessége hatástalan. Az égéshő nem változik, akár levegőben, akár tiszta oxigénben történik az elége, utóbbi esetben azonban a hőfok magasabb. Minthogy az égéshő mértéke a gáz elége alkalmával felszabaduló hőmennyiségnek, egyúttal mértéke annak is, hogy a fölmelegítendő test mennyi hőmennyiséget vesz föl azonos körülmények között. Valamely gáz tehát annál alkalmasabb hegesztési célokra, mennél magasabb az égéshője, mivel annál kevesebb mennyiségű gáz kell a tárgy hegesztésére és annál rövidebb a hegesztés időtartama. A mellékelt táblázat adataiból kiviláglik, hogy a hegesztő gáznemek közül nem az acetilénnek van a legmagasabb égéshője s hogy míg a hidrogén és a metán aránylag csekély hőértékű, az etilén égéshője a legnagyobb.

Ha valamely gázt levegőn meggyújtunk, akkor részecskéi csak lassan adják át egymásnak az égéshez szükséges hőfokot előidéző hőmennyiséget, s a láng továbbterjedésének sebessége (az időegység alatt megtett út) csak igen csekély értékű. A gázzsókák ugyanis nemcsak az égést tápláló oxigénnel, hanem a négyzseres

mennyiségű közömbös, de hűtőleg ható nitrogénnel is érintkeznek, minek következtében a hőátadás lassú s a megtett út csak néhány méternyi lesz. Ha azonban a gáz oxigénben ég el, a részecskék rohamosan adják át hőjüket a szomszédos részecskéknek, a hűtő hatású nitrogén nem szerepel, az égés tehát szinte robbanásszerűen terjed tova s a tovaterjedési sebesség, a robbanási sebesség igen nagy. A valóságban nem a láng halad tova és a gázmolekulák mozdulatlanok, hanem megfordítva: a láng marad egy helyen s a gázz részecskék repülnek a robbanási sebességgel tova. A robbanási sebesség tehát mértéke a gáz azon mennyiségének, mely a kiömlési nyíláson az időegység alatt kiáramlik. Ha ezt az értéket megszorozzuk az égéshővel, megkapjuk, hogy az időegység alatt mennyi hőmennyiség

használhatóságának biztonságát, mert mennél kisebb az, annál veszélytelenebb a gázzal való dolgozás. A robbanási határ tehát az üzembiztonság mértéke. Az előbbiekből láthatjuk, hogy a hidrogénnek és acetilénnek igen kedvezőtlen, tág határai vannak, az utóbbinak azonkívül robbanása igen heves és brizáns. A metán és etilén robbanási határa csekély; az etilénnek robbanási hullámai pedig igen lassúak. Míg továbbá az acetilén-levegő elegy már 480<sup>o</sup>-ra fölmelegítve robban, addig az etilén-levegő elegyénél a robbanás csakis 600<sup>o</sup>-on felül következik be.

Ámbár a hegesztőgázak oxigénfölöslegben égnek el, mégis megvan annak a lehetősége, hogy az égés alkalmával keletkezett szénmonoxid nem ég el teljesen széndioxiddá, hanem a fémmel érintkezik és abban kedvezőtlen chemiai változások

G á z n e m	Égéshő M kalória	Robbanási sebesség = S m sec <sup>-1</sup>	M. S 1000	Robbanási határ %	Szállítható képeség
Hidrogén . . . . .	H <sub>2</sub> 2570	2821	7250	9.5–66.3	214
Metán . . . . .	CH <sub>4</sub> 8562	2322	19880	6.5–12.7	713
Acetilén (Dissous) . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 13350	2391	31920	3.5–52.2	976
Etilén . . . . .	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 13939	2364	32960	4.2–14.5	2789

jut a hegesztendő, fölmelegítendő testhez. Mennél nagyobb ez a hőmennyiség, annál alkalmasabb a gáznem hegesztésre. A táblázat adatai szerint az acetilén messze túlszárnyalja a hidrogént és metánt, erős vetélytársa akad azonban az etilénben, mely ebből a szempontból is előnyösebb.

Gyakorlati szempontból igen figyelemre méltó tulajdonság a robbanási határ. Az éghető gázok ugyanis, ha az elégésre alkalmas levegőmennyiséggel elegyednek, vele robbanó gázelegyet alkotnak. A gáz ugyanis gondatlanság, tömítetlenség vagy csötörés következtében a levegőbe juthat és minthogy a hegesztésnél szabad lánggal dolgozunk, könnyen robbanás előidézője lehet. A gázok azonban nem minden arányban alkotnak a levegővel robbanó elegyet, csakis bizonyos határok között. Ez a határ szabja meg a gáz

kat idéz elő, vagy a fémet megszenyeezi, mi tulajdonságait károsan módosítja. Egyedül a hidrogén az a gáznem, melynél ez az eset nem fordul elő; ez az oka annak, hogy kényes természetű fémek hegesztésénél, melyeknél a hegesztés következtében chemiai változásoknak vagy szennyezéseknek nem szabad előfordulni, a hidrogént használják, bár e gázzal való hegesztés nem gazdaságos.

Általánosan elterjedt szokás az, hogy a gyakorlatban a súly- vagy térfogategységnyi gáz árát veszik tekintetbe. Ez azonban nem helyes, mert a különböző gáznemek azonos súly- vagy térfogategységnyi mennyiségei különböző hőmennyiséget szolgáltatnak. A hegesztés szempontjából tehát helyes összehasonlító eredményeket csak akkor kaphatunk, ha azonos hőmennyiséget fejlesztő gáz-



mennyiség árát vesszük figyelembe. Ilyenfajta összehasonlításból kiderül, hogy míg a hidrogén ára igen magas, az acetilén és az etilén körülbelül azonos árú.

A hegesztő készülék rendszerének megítélésénél elsősorban figyelembe kell venni a készülék egyszerűségét. Ezt szem előtt tartva, előnyben kell részesítenünk azokat a gáznemeket, a melyeket nem a helyszínén állítunk elő, hanem használatra készen kerülnek a forgalomba. A gáz előállítására s a vele járó kezelési műveletek ugyanis elvonják a hegesztő figyelmét a tulajdonképpeni hegesztési munkától; esetleges gázfejlesztési zavarok a munka sikerét veszélyeztetik. A forgalomba készen kerülő gázak mint ipari, gyári termékek, tiszták és szennyezéstől mentesek, folytonos, szakszerű ellenőrzés mellett készülnek, míg a kicsinyben előállított gáz, ha a tisztításra szolgáló anyagokat, tisztító masszákat a kellő időben és gyakran nem cseréljük ki, mindig tisztátalan, mi egyrészt a hegesztendő fém tulajdonságaira hat kedvezőtlenül, másrészt, ha azok az egészségre ártalmasak (ilyen pl. az acetilén, a foszfor és a szilíciumhidrogén), a munkásoknak ártanak. A gázfejlesztés melléktermékeinek acetilén esetén a mérsztejnek eltávolítása szintén kellemetlen és piszkos művelet. Abból a célból, hogy a gáz a fejlesztőbe vissza ne csapjon, vízzárt kell alkalmaznunk, minek kettős hátránya van, egyik, hogy az télen befagyhat, másik, hogy a készüléket megrozsdásítja, mi tartósságát csökkenti. A hidrogén hegesztőkészülékek rendszere kedvező; egyetlen hátránya, hogy mivel a hidrogén szagtalan gáz, a készülék tömítetlensége szag útján nem vehető észre, s esetleges gázömlések állhatnak elő. Az acetilén-készülékeknél a fentebbi káros tulajdonságok mind megvannak, ezért próbálták sajtolat vagy folyós állapotban mint készen szállított gázt forgalomba hozni, ez azonban nem volt megoldható feladat, mert a gyártást a gyakori és számtalan szerencsétlenséget okozó robbanások miatt be kellett szüntetni. A dissous-gáz pedig sem árban, sem szállítható képességben a fejlesztett acetilént

ipari célokra helyettesíteni nem bírja. Az etilén a hegesztő készülék rendszere és a könnyű kezelhetőség feltételeit kielégíti; esetleges gázömléseket pedig, még ha azok csekélyek is, átható szaga elárul.

Azoknak a gáznemeknek, melyek vaspalaczkokban szállítva kerülnek a forgalomba, legfontosabb kellékük, hogy a szállítási költségeket kibírják. A szállításra szolgáló vaspalaczkok ugyanis tetemes súlyúak és szállítási díjaik tetemesek. Igen fontos tehát, hogy a gáznem nettósúlya és tarasúlya között milyen viszony van. Ha azonban ismét a súlyokat vesszük tekintetbe, ismét nem kapunk a hegesztés és az ipari felhasználás szempontjából tiszta képet; összehasonlítással tehát az azonos térfogatban levő, azonos tarasúlyú kalóriákat kell számításba venni. A táblázatban az 1 kg tarasúlyú gázokban foglalt kalóriákban kifejezett hőmennyiségek vannak kitüntetve, miből láthatjuk, mennyire elmaradnak a többi gáznemek a szállíthatóság szempontjából az etilén mellett.

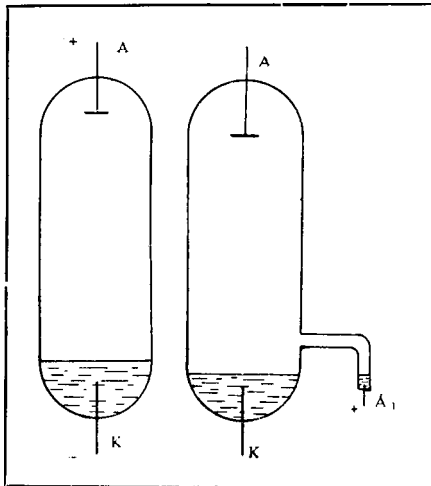
Az acetilénnek a hegesztési iparban való általános elterjedése tehát nem annak tulajdonítható, hogy tulajdonságai alapján a legelőnyösebb, hanem inkább fejlődéstörténeti okokra vezethető vissza. Az etiléngáz pedig, minthogy tulajdonságai a legkedvezőbbek, van arra hivatva, hogy az acetilén vetélytársaként általánosan elterjedjen.

*Knapp Oszkár.*

**A higanyos áramátalakító.** Az áramot szolgáltató elektromos művek az utóbbi időben úgyszólván kizárólag váltakozó áramot termelnek. Ennek több oka is van. A váltakozó áram előállítása generátorral egyszerűbb. Hiszen a gép közvetlenül mindig váltakozó áramot kelt, ezt azután a gépre szerelt kommutátor segítségével egyenárammá lehet alakítani. Másrészt a világítási hálózatokban, a hol az áramot nagyobb távolságra kell vezetni, okvetlenül szükséges, hogy az áramforrás feszültségét, mely a vezeték mentén csökken, helyenként emeljük. Erre való a transzformátor. Azonban

transzformálni csak váltakozó áramot lehet, mert az eljárás az, hogy a kis feszültségű áram, melyet a transzformátor első tekercsében vezetünk, a második tekercsben nagy feszültségű áramot indukál. Állandó erősségű egyenáram azonban indukciót nem létesít. Ezek az okok az elektromos telepek vezetőit sokszor arra bírják, hogy ott is váltakozó áramra térjenek át, a hol eddig egyenáramot termeltek.

Viszont a váltakozó áram sok esetben kevésbé alkalmas, máskor egyáltalában

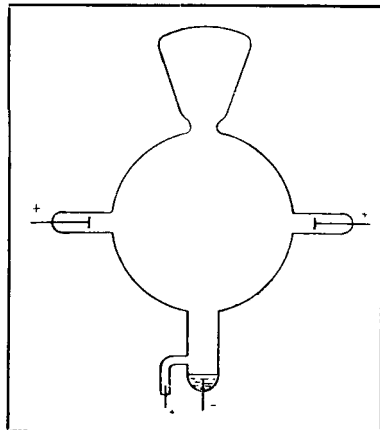


1. rajz.

2. rajz.

használhatatlan. Elektrolízist csak egyenárammal lehet előállítani. Így a galvanoplasztikában és az akkumulátorok töltésénél. A vetítésnél alkalmazott ivlámpák táplálására sokszor célszerűbb az egyenáram, mint a váltakozó. Ilyenkor a rendelkezésünkre álló váltakozó áramot mindig egyenárammá kell átalakítani. A szokásos eljárás az, hogy az árammal motort hajtunk, melyviszont egyenáramot szolgáltatató dinamót mozgat. Ez azonban költséges berendezés és a gépek kezelése is sok gondot kíván. Újabban erre a célra egyre jobban terjed a higanyos átalakító, mely valószínűleg a közel jövőnek egyik fontos gyakorlati eszköze lesz. Könnyű kezelése és olcsósága elősegíti terjedését.

Ritkított levegőt tartalmazó üvegcső alján higany van (1. rajz). A csőbe két elektród nyulik be úgy, hogy az egyik a higanyba ér és így az egyik elektród maga a higany. Ha a csövön egyenáramot bocsátunk át és a higanyt katódnak (*K*) vesszük, akkor a csőben élénk zöldes színű kisülés keletkezik. Ellenkező irányban az áram nem halad át, váltakozó árammal szintén nem lehet kisülést keltetni. Vezessük ki a csőből mellékágat (2. rajz), melyben szintén higanyos elektród (*A<sub>1</sub>*) van és ezt is használjuk anódnak, mint a tulajdonképpeni *A* anódot. Döntsük meg kissé a csövet úgy,

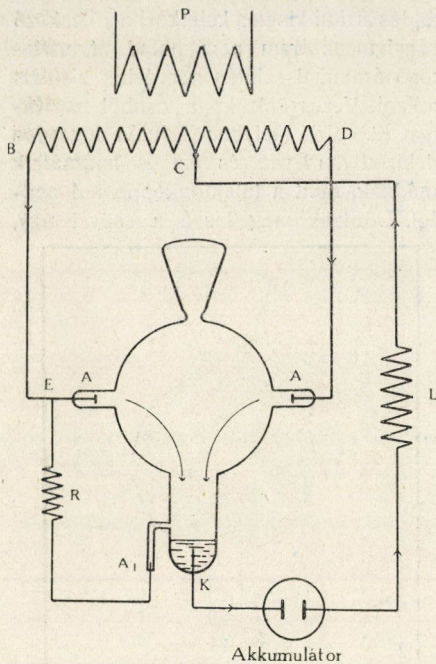


3. rajz.

hogy a higany a *K* katódot és az *A<sub>1</sub>* segédanódot összekösse. Ekkor e két elektród között rövidzárlat támad. Ha a csövet eredeti helyzetébe visszük, a rövidzárlat megszűnik, de a kisülés az *A* anód és a *K* katód közt beáll. A váltakozó áram azonban nem megy át teljesen, hanem csak akkor, mikor iránya *A*-tól *K* felé tart. Mikor az áram a külső vezetékben megfordul, a csőben az áram megszakad, szünet áll be addig, míg az áram újra az előbbi irányban halad. Ez a higanylámpa tehát csak egyféle irányban engedi át az áramot.

De még az a baj, hogy az áram nem folytonos, minden váltakozásnak csak egyik felében tart, másik felében szünetel. Ezen is lehet segíteni. Két anód áll egy-

mással szemben (3. rajz) és a csövet úgy kapcsoljuk, hogy az egyik anódon éppen akkor menjen át az áram, mikor a másik anódon szünetel.<sup>1</sup> A folytonos áramot a következő kapcsolással érjük el (4 rajz): A külső áramot a transzfor-



4. rajz.

mátor első tekercsébe (*P*) vezetjük. A második tekercs *B* és *D* végpontjaiból az áramot a higanyos átalakító pozitív elektródjaihoz (*AA*) vezetjük. *E* pontban a vezeték elágazik, az *R* ellenálláson

<sup>1</sup> Ha a váltakozó áram háromfázisú, a mi igen gyakori, akkor a higanyos átalakítónak három anódja van.

keresztül az *A*<sub>1</sub> segédanódhoz halad. A transzformátor második tekercsének középpontja (*C*), az úgynevezett semleges pont és a *K* katód között van az a vezeték, melyen a termelt egyenáram átmegy. Rajzunk akkumulátor töltését ábrázolja. Az *L* önindukciós tekercsnek az a célja, hogy az egyenáram ingadozását lehetőleg csökkentse. A *KLC* vezetéken tulajdonképpen kétféle áram halad át. Az egyik a *CBAKC*, a másik pedig *CDAKC* úton át, tehát mindkettő *K* és *C* között megegyező irányú és így egymást erősíti.

Eleinte ezeket az átalakítókat üvegből gyártották. Ilyenek ma is még nagy számban vannak forgalomban. De ezeket csak 30 ampèreig terjedő erősségű áramoknál használhatjuk. Különben a fölmelegedés túlságosan nagy volna. Kis áramerősségnél a fölmelegedés hatását annyira lehet csökkenteni, hogy a készülék kifogástalanul működik. A fölmelegedés következtében a higany erősen párolog, ezáltal a nyomás növekszik úgy, hogy a ritkítás a csőben már nem éri el a kellő mértéket. Ezért az átalakítónak felül még külön üres körtéje is van. Itt a fölösleges higanygőzök lecsapódnak és cseppekben visszahullanak a katódhoz. Utóbb azoknál az átalakítóknál, melyeket nagyobb erősségű áramoknál használnak, a falakat fémből (vasból) készítik és külső burokkal is körülveszik, hogy a kettős fal között hideg vízzel hűteni lehessen. Az elektródok elszigetelve nyulnak az edénybe. Ilyen módon 100 kilowattal megterhelhető átalakítókat is sikerült előállítani.

Mende Jenő.