

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA  
A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA SZILY KÁLMÁN.

ID. ENTZ GÉZA

KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE

GORKA SÁNDOR ÉS ILOSVAY LAJOS.

CIX—CXII. PÓTFÜZET.

99 KÉPPEL.

AZ 1913. ÉVI, XLV. KÖTETHEZ:

BUDAPEST.  
KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.  
(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)  
1913.



A Pesti Lloyd-társulat könyvsajtója.

# TARTALOMJEGYZÉK.

## NAGYOBB CZIKKEK.

- BALLÓ REZSŐ, Az ötvözetekről (15 rajzzal) 17.  
GYÖRFFY ISTVÁN, A mohokról származástani és fejlődéstani szempontból (5 rajzzal) 50.  
IRK KÁROLY, Termesztett növényeink egyenlőtlen munkavégzésének problémája 161.  
KORMOS TIVADAR, Madagaszkár ősi állatvilágáról (1 térképpel és 2 képpel) 141.  
LENDVAY KÁROLY, Az OREL-féle sztereoautográf (21 képpel) 65.  
LENKEI VILMOS DANI, A napsütés ereje az utóbbi évek nyarán 208.  
LÓCZY LAJOS, A Balaton környékének geomorfológiája (16 képpel) 1.  
MENDE JENŐ, A pozitív sugarakról (7 rajzzal) 88.  
— Az elemek keletkezése és átalakulása (3 táblázattal) 152.  
PAÁL ÁRPÁD, A növények fényérzékelése (2 képpel) 191.  
SAILER GÉZA, A wolfrám előállítása 96.  
SCHÄFER E. A., Az életről. Fordította GORKA SÁNDOR 113.  
SCHILLING GÁBOR, A múlt évi erdélyi szélvihar (14 képpel) 170.  
STEINER LAJOS, A földmágnességi háborgásokról 201.  
SZÜTS ANDOR, A világító élőlényekről (9 képpel) 36.

## KISEBB CZIKKEK.

- BARTUCZ LAJOS, A moustieri ősember koponyájának új összeállítása 110.  
— A körvonalrajzok szerepe az embertanban 210.  
BUCHBÖCK GUSZTÁV, Tudományos és technikai jelentőségű számadatok gyűjteménye 109.  
CSÓKÁS GYULA, A typharostról 214.  
GAÁL ISTVÁN, Költöző madaraink áttelelése és állandósulása 217.  
GORKA SÁNDOR, A levéltetvek és pajzstetvek együttélése baktériumokkal 111.  
— A rádium-emanáció hatása a növényzetre 112.  
HALMI GYULA, A zsírok redukálása katalizátorok segítségével 216.  
KELLER OSZKÁR, Az emberi agyvelő hőmérséklete 220.  
MENDE JENŐ, A katódsugarak új csoportja (4 rajzzal) 100.  
— A levegő hatása a jeladásra szánt elektromos hullámok terjedésére 102.  
PUTNOKY LÁSZLÓ, Akkumulátor-lemezek gyártásának új módja 220.  
SAILER GÉZA, A hőszigetelésről 104.  
SCHILBERSZKY KÁROLY, A csiranélküli vagy léha magvak keletkezése 210,  
SZIRTES ZSIGMOND, Szeizmogramm-típusok (3 rajzzal) 106.
-

## TÁRGYJEGYZÉK.

**I. Az állattan köréből:** A világító élőlényekről 36. — A levéltetvek és pajzstetvek együttélése baktériumokkal 111. — Az életről 113. — Madagaszkár ősi állatvilágáról 141. — Költöző madaraink áttelelése és állandósulása 217.

**II. A csillagászat és meteorológia köréből:** A levegő hatása a jeladásra szánt elektromos hullámok terjedésére 102. — A múlt évi erdélyi szélvihar 170. — A földmágnességi háborgásokról 201. — A napsütés ereje az utóbbi évek nyarán 208.

**III. A chemia, ásvány- és földtan köréből:** A Balaton környékének geomorfológiája 1. — Az ötvözetekről 17. — A wolfrám előállítása 96. — Szeizmogramm-típusok 106. — Tudományos és technikai jelentőségű számadatok gyűjteménye 109. — Az elemek keletkezése és átalakulása 152. — A zsírok redukálása katalizátorok segítségével 216.

**IV. Az élettan köréből:** A világító élőlényekről 36. — A levéltetvek és pajzstetvek együttélése baktériumokkal 111. — A rádium-emanáció hatása a növényzetre 112. — Az életről 113. — Termesztett növényeink egyenlőtlen munkavégzésének problémája 161. — A növények fényérzékelése 191. — Az emberi agyvelő hőmérséklete 220.

**V. Az embertan és néprajz köréből:** A moustieri ősember koponyájának új összeállítása 110. — A körvonalrajzok szerepe az embertanban 210.

**VI. A fizika köréből:** Az OREL-féle sztereoautográf 65. — A pozitív sugarakról 88. — A katódsugarak új csoportja 100. — A levegő hatása a jeladásra szánt elektromos hullámok terjedésére 102. — A hőszigetelésről 104. — Szeizmogramm-típusok 106. — Tudományos és technikai jelentőségű számadatok gyűjteménye 109. — A földmágnességi háborgásokról 201. — Akkumulátor-lemezek gyártásának új módja 220.

**VII. A növénytan köréből:** A mohokról származástani és fejlődéstani szempontból 50. — A levéltetvek és pajzstetvek együttélése baktériumokkal 111. — A rádium-emanáció hatása a növényzetre 112. — Az életről 113. — Termesztett növényeink egyenlőtlen munkavégzésének problémája 161. — A növények fényérzékelése 191. — A csiranélküli vagy léha magvak keletkezése 212. — A typharostról 217.

---

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

---

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegek közli 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.

XLV. KÖTETHEZ.

1913. FEBRUÁRIUS—MÁJUS

1—2. (CIX—CX.) PÓTFÜZET.

### A Balaton környékének geomorfológiája.

A Kárpátok, az Alpok, a tenger melléki és az északbalkánfélszigeti heglánczolatok veszik körül a Magyarországi nagy fiatal harmadkori medenczét és az ebben elterülő Alföldeket. Határainknak ez a hegykoszorúja fiatal eredetű, mert csak a mezozói és a régebb-harmadkori korszakokban alakult ki véglegesen. Jellemző erre a hegykoszorura, hogy hegységeink belső aljától kifelé haladva, mindinkább fiatalabb és fiatalabb keletkezésű és szabályosabban felgyürt heglánczokba értünk.

Messze elterelne szűkebb tárgyamtól, ha ennek bizonyításába fognék: elég megemlítenem, hogy ezt hosszú évek során végzett vizsgálataim közben tapasztaltam.

Alföldrőgeinket és halomkörnyezetüket mindenfelől a legrégebb hegyrögök szegélyezik. A gránitból, kristályos palákból, paleozói és mezozói rétegekből álló és egymással összefüggésben nem levő magános belső hegyrögök közvetlenül a síkságokból emelkednek ki. Például a nyitrai Tribecs, a Velencei-hegység, a Verseczi-hegység, a Lokva az Aldunán. Másutt meg magas andezittömegek szegélyezik az Alföldet. (Mátra, Tokaj-Eperjesi-hegység, Vihorlát-Gutin-, Béli-hegység, Apateleki-hegyek, Gleichbergi-andezitek).

A belső hegyek tövében pedig mindenütt periferiás mélyedések, tavak és mocsarak környezik rónaságainkat (1. kép). Az említett hegykoszorú belsejében terül el Európának, sőt talán az egész Földkerekségnek éghajlata és talajra nézve legáldottabb földje, a magyarság ezredéves otthona. A történeti események kedvező voltát megmaradásunkhoz bizonyára ennek gazdagsága, kedvező éghajlata, egységes természete, valamint kitűnő természetes határai okozták. Figyelemreméltó, hogy a színmagyarság tömören csak a nagy rónaságokon és a Középhegységben lakik, míg a környező hegyek felé a másnyelvű lakosság van túlsúlyban.

Egyetlen hosszú hegyvidékünkben uralkodik ősidőktől fogva a magyar szó: a Magyar Középhegységben, a mely Keszthelytől Zemplénig, délnyugatról északkeletnek tartva és mindenfelől síkságoktól körülvéve emelkedik ki; ez volt vész idején a magyarság menedéke, fájának állandó megőrzője.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A honnét a mongoljárás és a törökhódítás alatt elpusztított alföldeket újra benépesítette.





1. kép. Magyarország vázlatos geomorfológiai térképe. Mérték 1:5600000. Jelmagyarázat: 1. Alluvium. 2. Negyed- és harmadkori rétegek. 3. Mezozói rétegek. 4. Paleozói rétegek. 5. Gnájsz és kristályos palák. 6. Bazalt és trachit. 7. Diabáz és gabbro. 8. Gránitos kőzetek. 9. A Kárpátok gyűrűjén belül levő nagyobb mélyedések és tómedenczék. 10. Neogén-, 11. paleogén-, 12. felsőkréta-, 13. paleozói-, 14. azói hegyalakulási vezérfonalak.

Részei: a tágabb értelemben vett Bakony, a Vértes, a Gerecse, a Budapest-Esztergom közti hegyek, a Mátra, a heves-borsodi Bükk és a zempléni Pilis. A Duna osztja ketté. Ez a hegység nem egységes, mert egymással össze nem függő, kisebb-nagyobb rögökből áll, a melyeket a legutolsó édesvízi, sikér tó vízszintes pliocénkorú lerakódásai többszörösen elválasztanak. A pannonai-pontusi rétegek, melyeknek hajdani partvonalait mindenütt pontosan kijelölhetjük, hasonló víznek üledékei voltak, mint a milyen a mai Aral-tó. Ezek nemcsak az erdélyrészi medenczébe és a környező hegységeink öblébe nyomulnak föl, hanem Szerbiába, Boszniába, Stájerországba és Alsó-Ausztriába is átterjednek.

A gráci öböl Vas vármegyével együtt, mintegy tükörképe az erdélyrészi medenczének és a tágabb értelemben vett Bihar-hegység a Szamos és a Béga-Temes között, hasonnemű a Magyar Középhegységhez. A Bihar-csoport 1800 m magasságú fensíkjaival azonban különbözik a dunántúli és a duna—tiszaközi, 700—900 m magas rokonaitól. Azután meg a Bihar északon és délen jobban összefügg a Kárpátokkal, mint alacsonyabb és nagy síkságoktól határolt nyugati átellenese.

A Dunamelléki Magyar Középhegység sem összefüggés nélküli az Alpokkal és a Kárpátokkal, csak hogy ezt az összefüggést mélyen a síkságok és a szelid dombvidékek alatt kell keresnünk. A heves-borsodi Bükk magaslatai körül elkülönülten vannak a lesülyedt hegyrögök; a zempléni szigethegység és a parádi paleozói sziget ugyanolyan elsülyedt hegyromok, mint a fejérvármegyei gránitból álló Meleghegy és a veszprémmezőföldi paleozói szigetek. A Balaton alatt Siófokon 100 m, Balatonföldváron 300 m mélységben érték el artézi kútfúrás közben ugyanazt a kristályos palát, a mely Alsóörsön és Balatonfőkajáron a felszínen van.

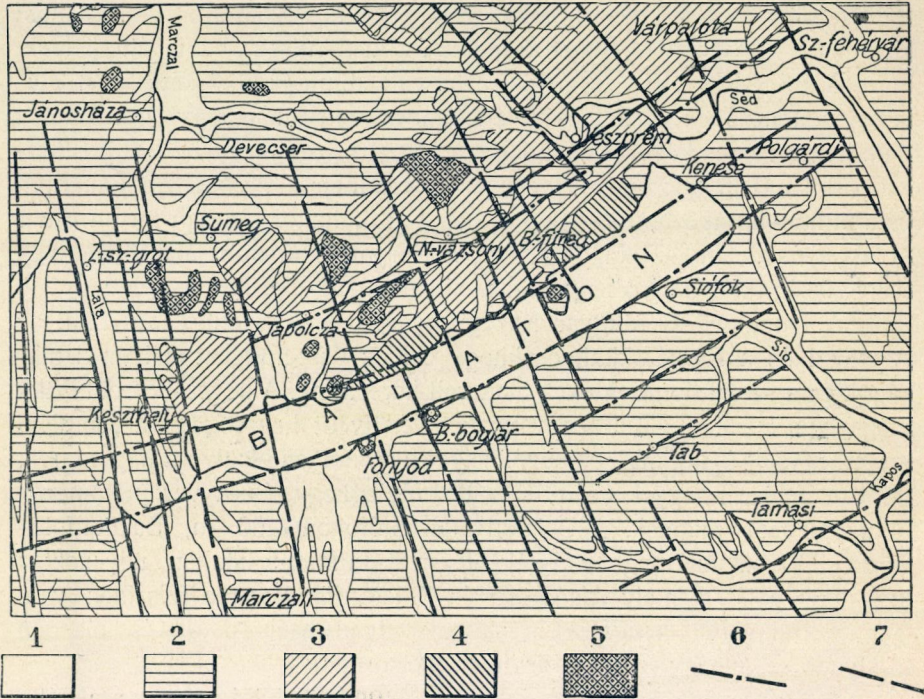
A Bakonytól nyugatra is vannak olyan szétszakadt és részben elsülyedt szigethegyek, mint az imént felsoroltak.

A Pinka és a Sztremfolyó mellett Szombathelytől nyugatra, a Rába és a Mura között Németújváron, Dobrán és Felsőlendván kicsiny paleozói rétegekből álló hegyrögök ülnek a pliocénrétegek között. Mindezeknek összekötő vonala a Kőszeg—Rohonci hegytömegetől, szabályosan görbülő ívben, a Marburgvidéki Bacher-hegységhez vezet át. Megerősíti azt a feltevést, hogy ennek a vonalnak övében egy elsülyedt hegyláncz van, egész hosszán a sok ásványforrás: a petánczi, a radeini, a rohitschi stb. Ez az elsülyedt hegyív választja el a gráci harmadkori öblöt a dunántúli egykorú halomvidékektől, mintegy különváló medenczévé alakítván azt (1. kép).

Egyébként a rohonci Irottkő, a Soproni hegység a lánzséri, ruszti kristályos szigetek, sőt még a Lajtahegység is, a Wechsel nagy masszívumának elszakadt részei. Ezeknek tükörképét a Bihartól és a Gyalui-

havasoktól északra a Sebeskörös és az egyesült Szamos közötti szilágysági meg szolnok-dobokai kristályos szigethegységekben láthatjuk.

Miként a tágabb értelemben vett Bihar az Izoj gerinczben, a Hegyes-drocsában, sőt még a Pojána-Ruszkában is, ágakat nyújt az Alföldre, azonképpen a Fischbachi Alpokból és a Wechselből is hegysarkantyuk nyomulnak a gráci neogén öbölbe. Messze benn az Alpokban, a Mürz és felső Mura vonalán túl szűnik csak meg ez a periferiális összetöredeztség



2. kép. A Balaton környékének vázlatos geológiai és tektonikai térképe. Mérték 1 : 900 000. Jelmagyarázat: 1. Alluvium. 2. Negyed- és harmadkori rétegek. 3. Mezozói rétegek. 4. Palaeozói rétegek. 5. Bazalt. 6. Hosszanti törések. 7. Haránttörések.

és kezdődnek a hosszant elnyúló, kelet-nyugati irányú alpesi lánczatok. Alföldeink peremének rögösen összetört és lesülendő szegélyét a Kiskárpátokban a Vág-melléki és Nyitra-vidéki elkülönült gránit-hegységekben is felismerhetjük. Délen pedig a Dráva—Száva közében, valamint a Száván túl Boszniában és Szerbiában az Alföldet szegélyező magános hegységek ugyanolyan jellegűek, mint az imént leirtak.

A Pécsi- és a Villányi-hegység a rögösen töredezett Bakonynak mintegy kisebbített megismétlődései. A Pécsi-hegységet, a somogyi halom-



vidék, a Kaposvölgyre keresztül, köti össze a Bakonnyal. A Villányi-hegység pedig a Pécsi-hegységnek előőrse.

Figyelemreméltó jelenség, hogy az osztrák-stájerországi Alpoktól a Pécsi-hegységig az összébbtartozó hegy-elemek három, szeliden délkelet felé domborodó ívben sorakoznak. Ezek: az Irottkő és a Bacher közötti ív, a tágabb értelemben vett Bakony és a Pécsi-hegység.

Párvonalasak ezekkel az ívekkel a Dunántúli nagyobb völgyek is, u. m.: a Rábavölgynek magyarországi szakasza, a Kopány- és a Kapos völgye. A Bakonyban több pontosan kinyomozott hosszú törés, mely a hegység egész hosszában végignyúlik, hasonlóképpen egykörös ezzel a görbülettel. A hosszanti görbületre merőlegesen orientált repe-



3. kép. A Tihanyi-félsziget madártávlati képe a balatonfüredi Tamáshegyről.

dések sűrűn szeldelik a dunántúli térségeket az Alpoktól a Dunáig (2. kép). A zalai- és somogy-vármegyei halomvidéket sugarasan hásogató völgyületek és közöttük emelkedő hátságok szemléltetik ezeket a töréseket. Be van bizonyítva, hogy a hosszanti törések régiebbek, a mezózi korszak végétől és az óharmadkor közepéig keletkeztek; a harántos törések ellenben fiatalabbak, a mennyiben a legfiatalabb neogénlerakódásokat is érintették.

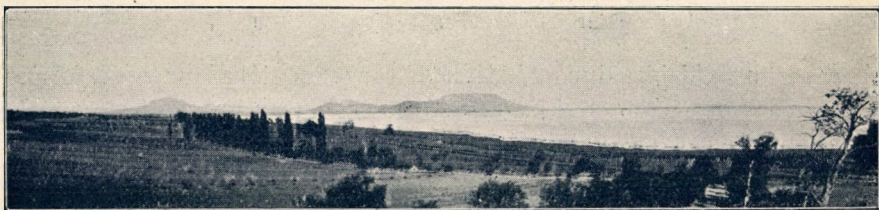
Belső hegységeink szigetségeiről én azt tartom, hogy ezek a neogén-korszak elejéig összefüggő magas hegységet alkottak, melyeknek öbleiben és tengerszorosáiban különböző facziésú, mezózi rétegek rakódtak le. Ezt a hegységet nem érte soha olyan gyürődés, mint az Alpokat és a Kárpátokat. Csak a régiebb mezózi rétegek vannak a Bakonyban és a Pécsi-hegységben olyan szelid boltozatokba és teknőkbe gyürve, mint

a horvátországi karsztban a kréta és az eocén. Ellenben a hosszanti és harántos repedések sűrűn tagolják a dunántúli és valamennyi többi



4. kép. Tihany falu az apátsággal, mögötte az Óvár gejzirkúpok és bazalttufa környezetben. A háttérben a Balatonfelvidék körvonalai láthatók.

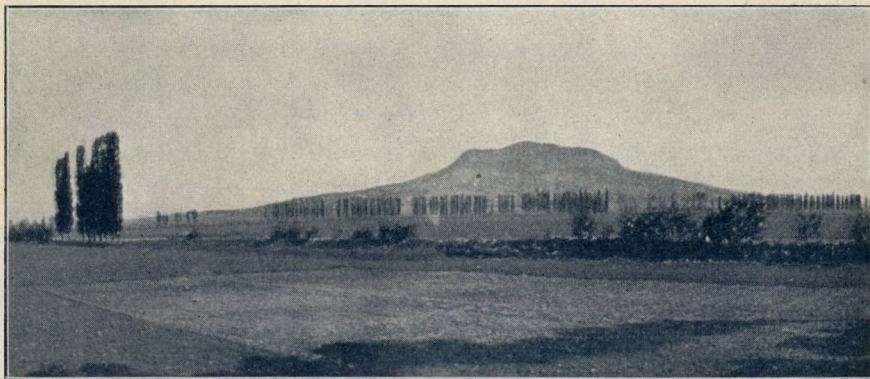
belső hegységeinket. Majd később, valószínűleg a mediterránkor végén és a szarmata-korban, az egymást keresztező repedések között nagypázták mélyen lesülyedtek és helyet adtak Alföldeinknek.



5. kép. Kilátás Vashegy felől a balatonmelléki bazalthegyekre. Szentgyörgyhegy, Szigliget, Gulács, Badacsony, a háttérben az Agártető, Királykő, Feketehegy, monostori erdő.

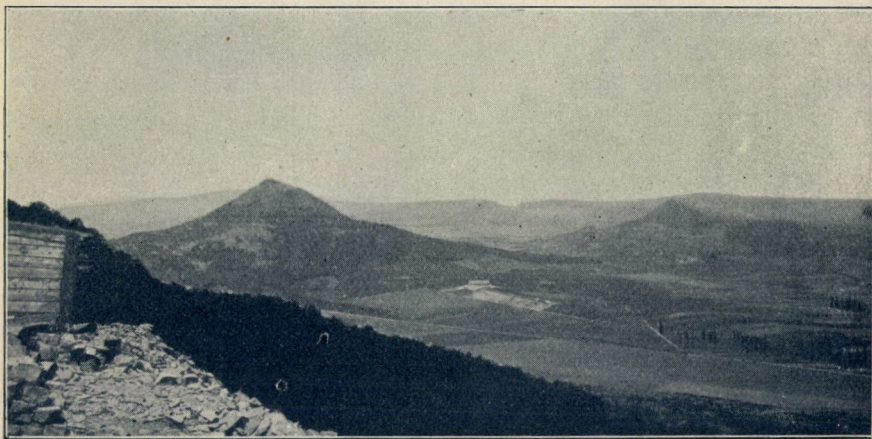
A nagy hegytömegek elsülyedésének főkorát az Alföldet szegélyező hatalmas andezittömegek kitódulása idejére tehetjük. A mélyen leszakadt rétegek között a mediterránkorukat nem egy helyen mély-

fúrással állapították meg. Hogy azonban még a mediterrán időben is Fejér, Tolna és Veszprém vármegyék összeszögelésén egy nagy andezit-tömegektől áthatott magas hegység állott, azt bebizonyítottuk



6. kép. A Szentgyörgyi-hegy Gulács vasúti állomás felől.

azzal, hogy a Nagybakonyban, Zircztől Városlődig és Jákóig nagy kiterjedéssel és tetemes vastagsággal terül el 300—450 m közötti magasságban az a mediterránkori kavicskonglomerát, a melynek keleti részeiben



7. kép. Kilátás a badacsonytomaji bazaltbányából észak felé a Gulács és a Tóti-hegy bazaltképzőjaira.

nagy görgetegek vannak és nagyságukkal meg kőzetfajtáikkal arra utalnak, hogy keletdélkelet felül a neogénkorú magas hegység nagyésésű rohanó vadpatakjai szállították a görgeteget a Bakony fensíkjára. Azóta az

Alföld feneke alá süllyedt ez a magas hegység és megszűnt az összefüggés a kavics és eredési helye között. Sőt a Bakony körül kisebb pászttokban alapsziklájával együtt leszakadozott a kavicstakaró. A pliocénkor óta a Bakonyról mindenfelé patakok hordták le másodlagos, harmadlagos folyómedrekbe és törmelékkúpokra a mediterránkorú kavicsot.

A besüllyedések a jelenkorig tartottak és valószínűleg még ma sem szűntek meg. Az ember kora azonban olyan rövid a geológiai alakulások idejéhez képest, hogy a lassú folyamatokat észrevennünk alig lehet. Bizonyos azonban, hogy a Bakony körül a sakktábla négyzetes mezői szerint elrendezett besüllyedések számosak<sup>1</sup> és geológiailag szólva újkoriak. A Balatonfelvidék lefolyástalan horpadásai: Veszprém közelében a Kaszavölgy és a tótvázsonyi nagyobb mélyedés, a veszprém-fejérvármegyei Sárrét, a Balatonfőkajár és Lepsény közötti mocsaras síkság mind nagyon fiatalkorú süllyedések. Nem kevésbé szembeötlő a Czeldömölk körüli nagyobb leszakadás Kemenesalján. A Marczal- és a Czinca-patak melléke itt posványos, a vizek nem bírnak gyorsan lefolyni, mert Czeldömölk vidéke 20 méterrel fekszik mélyebben, mint a legközelebbi Rábaszakasz, melynek Marczaltőig nagyobb esése van, mint a Marczal egész hosszának. A kemenesalji süllyedést élénken megvilágítják a kerületen lévő bazalttufakitörések, Egyházaskesző, Magyar-gencs, Nemesmagasi, Sittke, Gércze községeknél és Kissomlyón. A Ság-hegy és a Nagysomlyó bazaltkúpjai is a vasvármegyei nagy süllyedést bizonyítják.

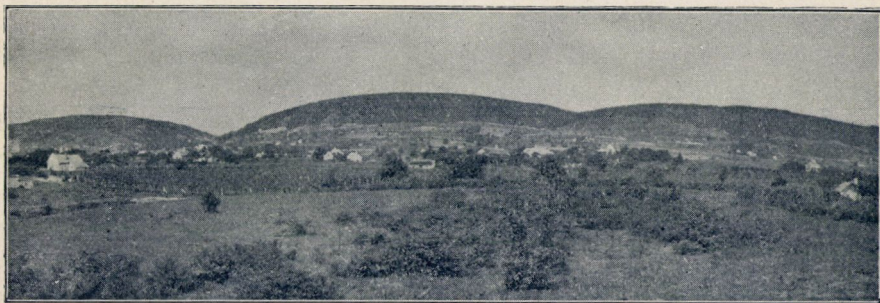
Kétségtelenül be van igazolva a Balatonról, hogy teknője a pleisztocénkorban, vagyis a diluviumban keletkezett. Utolsó szaka volt ez annak a mindinkább elhaló folyamatnak, a mely Tapolcza és Sümeg között szélesen megroppantotta a Bakony derekát és közlekedésbe hozta a Nagy- meg a Kismagyar-Alföld fiatal harmadkori nagy édesvízi tavát. E körül a nagy beszakadás körül tódultak ki és ömlöttek szét egy 300 m magasságban elterülő térszínen, többnyire már a pliocén állóvíznek eltakarodása, illetőleg felszikkadása után, a Balatonvidéki bazaltvulkánok, melyeknek kiömlési kürtőit bizvást száznál többre becsülhetjük (3—7. kép).

A Balaton mélyedéseinek beszakadása azonban jóval később, a bazaltvulkánok kihülése és elhalása után, a diluviumban történt. Nem egyetlen beszakadás adta a Balaton medrét, hanem négy, sőt a Kisbalaton medencéjével öt különálló horpadás volt a kezdete. E mélyedéseknek elválasztó földszorosait a lefolyástalan medencékben összegyülemelő víz szélhajította hullámai átmarták. A tihanyi félsziget szántódi szoru-

<sup>1</sup> Ezt már néhai HOFMANN KÁROLY kimondotta. (A Déli Bakony Bazaltközetei; Földt. Int. Évkönyve, III. köt. és Fölvételi jelentés, 1883.)

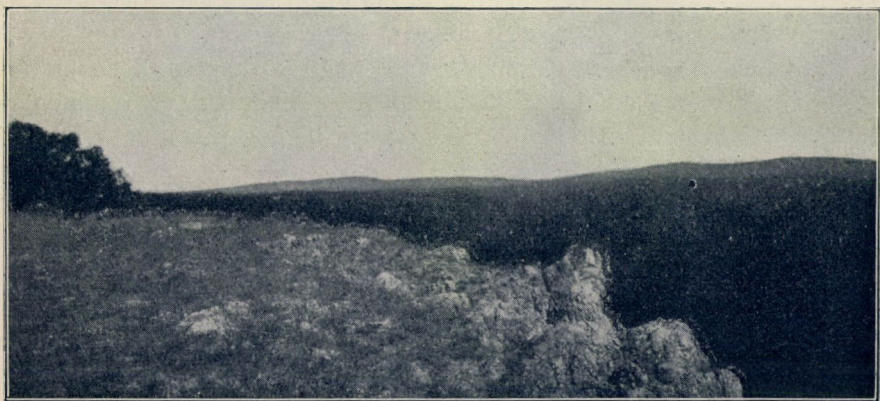
latában és a kenesei magas partokon lehet meggyőződni, hogy a Balaton miként szélesíti ma is hullámmarásával medenczéjét.

Az eddig elmondottak eléggé megvilágítják, hogy a Balaton távolabbi



8. kép. A Balaton zalai partmelléke Balatonarács és Csopak között. Az erdős tetők a veszprém-nagyvázsonyi fensík szegélyén vannak; a villák a tőfeletti tengeri szikla-színlőn sorakoznak.

környéke harmóniában van a nagy magyar harmadkori medenczének és Alföldeinknek kialakulásával. Belső hegységeink és köztük a Bakony nem alpesi jellegű hegylánczok, hanem a Közép-Európából ismert rög-hegységek típusából valók.



9. kép. A veszprémi fensík a balatonarácsi völgy a Koloska szikláiról. A háttérben a Recsek- és a Gellérthegy.

MOJSISOVICS E. Bosznia és Hercegovina okkupálása idején geológus-törzskarával először megismerve déli határainkat, a *balkánfélszigeti föltevés* ősi szárazulat fogalmát vetette fel a Száván túli hegyekre

és hozzávette a szlavoniai hegyrögöket, sőt a Pécsi-hegységet is. „Orientalisches Festland“, vagyis Keleti szárazulat névvel jelölte ezt.<sup>1</sup> MOJSISOVICS e szellemes föltevését én kiterjesztem az egész nagy magyar medenczére, melynek helyére a palaeozoos—mezozoos korszakok idejére összefüggő magas hegységeket, a középeurópai variszkusi hegytömegek keleti nagy előrsét képzelem. Ennek a nagy hegységnek legnagyobb részéről azt vélem, hogy mélyen leszakadt az Alföld alá.

A kerületén visszamaradt szigethegyek, ezek között a balkáni rögök is, szerintem mind a variszkusi rendszerű hegyekhez tartozó tagok. Az újabb tektonikai elméletek, melyek nagy távolságokból jött vízszintes földkéregmozgásokkal, egymásra ránczolással és egymásra nyomulásokkal magyarázzák meg a Kárpátok szerkezetét a mi belső hegységeinkben, eddigi ismereteink szerint semminemű támaszt nem lelhetnek. Néhai boldog emlékű UHLIG VIKTOR barátomnak az a sejtése,<sup>2</sup> hogy talán a Bakony és a magyarországi középhegységek triászkorú rétegeikkel a mediterrán rétegek felett úsznak, a tudományos fantazmagoriákhoz utalható. Nem gáncsként mondom ezt, mert a képzelet munkáját a tudományban is nagyra tartom és szükségesnek itélem.

Ezek után a Balaton környékének arczatát közelebbről ismertetem. Miként mondtam a dunántúli hegyrögök legnagyobbja, a Bakony öleli magához a Balatont. A Bakonynak hosszanti kiterjedésével párvonalosan, északkeletről délnyugatnak, majd kissé nyugatnak tart a Balaton tengelye is. A tónak zalai partján átlag 40 m viszonylagos magasságú sziklaterrasz terül el szélesen. Ez legjobban szembetünik Lovas és Zánka községek között, azonban a bakonyi parton végig nyoma van (8. kép). Ezt a terrasz-szerű, ábráziós sziklapárkányt az utolsó nagy pliocénkorú (pannoniai-pontusi) állóvíz parti marása vágta a hegység karbon-permi és triászkorú sziklafalába.

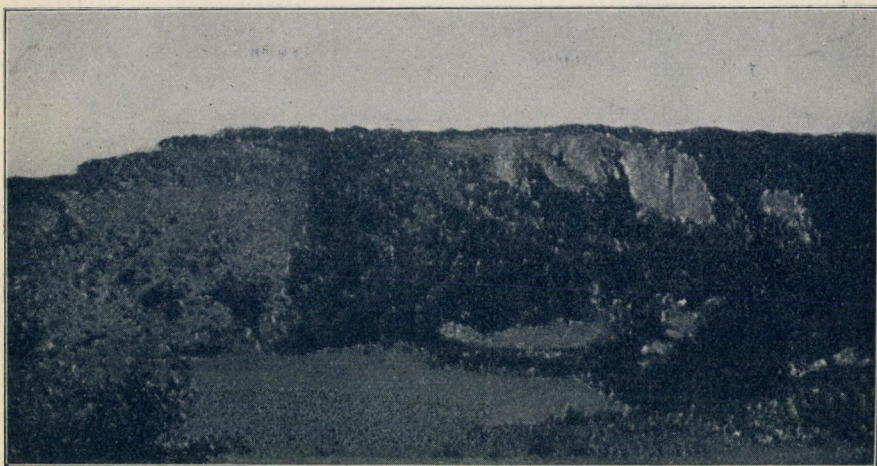
Néhol ezt a terraszt és a belőle kiemelkedő meredek sziklaoldalakat csaknem 300 m tengerszíne feletti magasságig a harmadkori rétegek foszlányai takarják. A terraszról szőlőkerteken és erdön keresztül, körülbelül 150 métert emelkedünk egy nagy kiterjedésű kőszikra, melyen a csopak—veszprémi út is átvezet. Hajmáskértől Veszprémen és Felsőörsön át Nagyvázsonyig terjed ez a fensík és átlagos magassága 300 méter. A zalai lakosság Balatonfelvidéknek mondja ezt a Balatonból kiemelkedő hegységet, néhai BÖCKH JÁNOS, a ki a vidéknek kitűnő geológiai leírását adta, helyesen a „Bakony déli részének“ nevezte azt (9. és 10. kép).<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jahrb. d. k. k. Gesl. Reichsamt, XXX. köt.

<sup>2</sup> Über die Tektonik der Karpathen; Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss., Math. Naturwiss. Klasse, CXVII. köt., 1907.

<sup>3</sup> M. kir. Földtani Intézet évkönyve, II. és III. köt.

A Balatonba siető patakok, a „Séd“-ek, szűk völgyekből folynak ki a felvidékből a tó melléki abraziós terraszra. Egy-egy ilyen völgybe, például a lovasi, a csopaki, vagy az arácsi szorosba lépve, az idegen bizonyosan sokat vár a völgy hátterétől, hiszen a szaggatott és változatos hegyek belsejébe szoktak hasonló szorulatok fölvezetni. Csakhamar csalódás éri a vándort, mert 2—3 kilométernyi emelkedés után a völgyek elsimulnak, meredek útjuk a veszprémi fensíkra vezet és abba beleolvad. Az alsó völgyrészletben csergedező és malmokat hajtó patakok pedig már jóval előbb megszűnt, mert a földolomit alól felbugyogó forrásokból, nem pedig felszíni vizekből keletkezett. A veszprém-nagyvázsonyi fensík is jellegzetes



10. kép. A balatonarácsi völgy Koloska sziklája. Vízszintesen lenyesett (abradált) északnyugatnak hajló felsőtriaszkorú dolomitpadok.

tengernyerte abraziós síkság, melynek talaja kemény szikla, az északnyugatnak lehajtó sokféle triaszrétegeknek legyalult fejein (9—10. kép). A fensíknak Balatonra néző peremén Felsőörs, Hidegkút és Mencshely templomtornyai messze ellátszanak Somogyba is.

Ennek a fensíknak abrazióját az eocéntenger hullámai kezdték és a mediterrán tengeri végezték be. A fensíkot a veszprémi Séd mindkét oldalán hosszanti törések szelvedelik és felszínét a fiatalok harántos leszakadások a Sárrét felé lejtik. Nyugaton Monoszló, Kapolcs és Sáska között hirtelen vonalban végződik a fensík. Az Égerpatak elég szűk völgyben osztja ketté meredek lejtőjét, melyen az országút Leányfalu és Vigánt között nagy kanyarulatokban száll le Kapolcs felé.

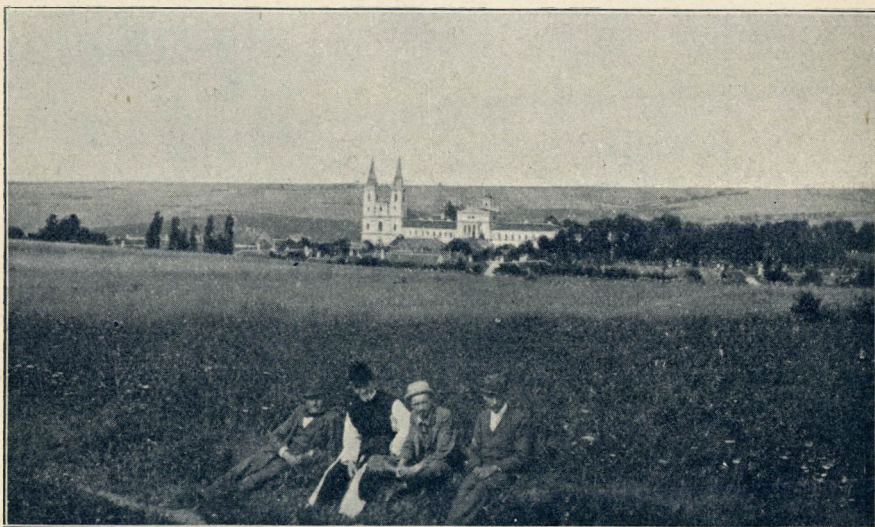
Itt azután tágas mélyedés terül el, melyet részben pannoniai-pontusi

rétegek és az ezeket elfedő bazaltok foglalnak el. A felvidék legszebb völgye, a kies kapolcs-monostorapáti Égervölgye, bazalt fensíkba vágódott be.

Túl a Sümeg-Tapolcza közti széles mélyedésen, a keszthelyi földolomit hegység, 400 m fölé emelkedik. Ez észak-déli irányú völgyületektől sűrűn szeldelt fensík, mely jobban hasonlít a Vérteshez, mint a Bakonyhoz.

A Séd balján is folytatása van a veszprémi megroppant fensíknak, melyből azután hirtelen emelkedik ki 300 m-ből 600 m-re a tulajdonképpeni Nagybakony.

A Futóné-köveshegye (575 m), Papod (646 m), Feketehegy (648 m) magaslatok ülnek az emelkedésen.

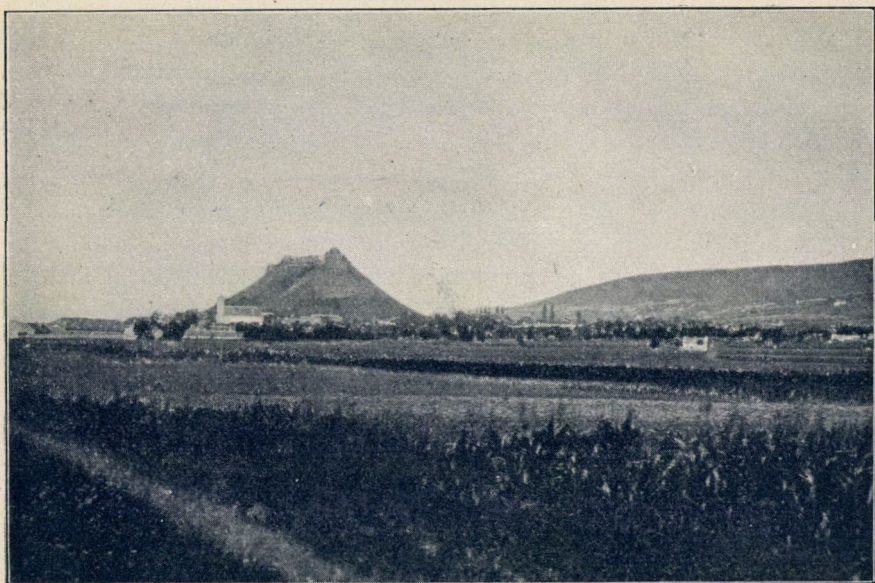


11. kép. A Nagybakony fensíkja Zircz körül.

Tés, Olaszfalu, Lókút, Zircz, Dudar helységek a Bakony tetején átlag 400—450 m magasságban elterülő hullámos fennlapályt foglalnak el (11. kép), melyről a Gaja, a Czuha és a Gerencze patakok északkelet, észak és északnyugat felé lefolynak. A Nagybakonyinak földolomitből álló lépcsője délnyugat felé a Séd és Tarna patakok vízválasztóján átcsap a szentgál-úrkuti hegyekbe, majd a Kaphegy (601 m) és Dobosi-erdő Agártetőjének (513 m) nagy bazalt takarója alatt, Sáska felett, 200 m magas kopár sziklafallal végződik.

A Nagybakony északnyugati lejtője Bakonyszentkirály és Tapolczafő között rövidebb vonal mentén, mint a Séd völgye felett, szintén magasra emelkedik. A cseszneki Öreghegy (494 m), a Kékhegy és Kőröshegy





12. kép. A csabrendeki Csúcsoshegy és a sümegi Várhegy felsőkréta- és eocén-rétegekből álló örszigetek.

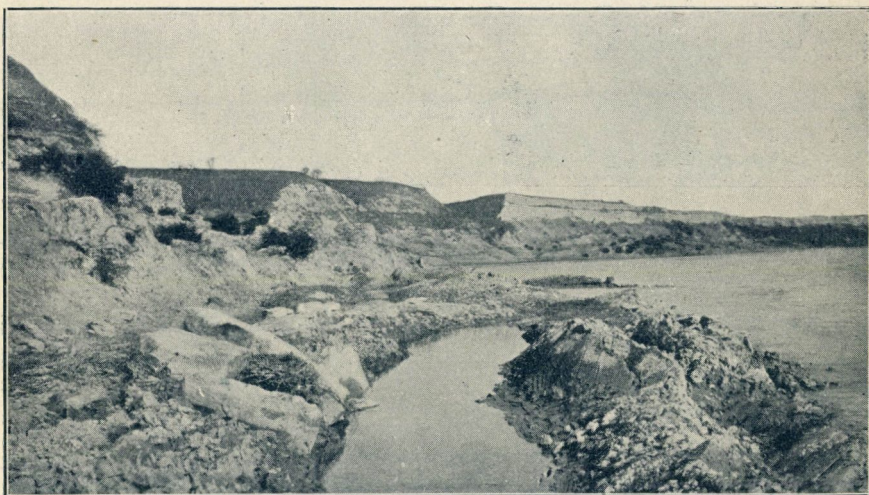


13. kép. A Balaton keleti partja Balatonaligán.

(656 és 713 m), a Pápavár (526 m) koronázzák azokat a fensíkos, erdős horsztokat, a melyekkel a Bakony, a Kisalföldnek itt 300 m körüli átlagos magasságából, mintegy 200 méterrel hirtelen kiemelkedik.

Tapolczafőnél a Bakony alja hirtelen délnek fordul és Ajka vidékétől ismét délnyugatra tart. Csékut és Szőcz között alig emelkedik ki 100 m-rel a síkságból.

A Nagybakony északi magaslatai, épp úgy mint a déliek, triászkorú földolomitból, dachsteini mészkőből és jurakorú rétegekből vannak felépítve, melyek konkordáns fekvésben, enyhén déldélkeletre dőlnek és mintegy geoszinklinális ellenszárnyául szolgálnak a Nagybakony hasonló magasságú és ugyanilyen összetételű déli peremének.



14. kép. A Balaton keleti partja. Akarattya punton; az 1908. évi partrogyásokkal.

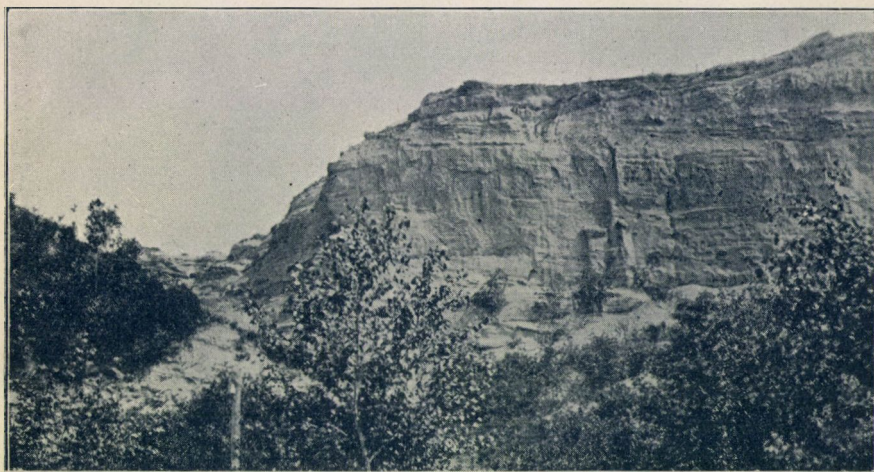
A két magassági vonulat között a Zircz — Bakonybél — Jákó, Polány — Csengervölgyi kréta — eocénkorú depresszió vonul végig, melyet Zircz és Ajka között az a 400—450 m magasságig emelkedő neogénkorú kavicskonglomerát tetőz, a melyről előbb már szó volt. Messze délnyugaton Sümeg és Csabrendek között van ennek a krétarétegekből álló vonulatnak legtávolabbi, elkülönülten kiemelkedő előbástyája. A pannonia-pontusi vizektől körülnyalt és különválasztott Csabrendeki-csúcsoshegy (366 m) jellegzetes őr-sziget, mely az alatta álló remek sümegi várhegygyel együtt a tengeri abrázió remek példája (12. kép).

Azt, hogy a Sümegi-hegy összefüggött a zirczi fensíkkal, a tetején elterülő durva kavicskonglomerát bizonyítja.

Még egy érdekes orografiai tulajdonsága van a Bakonyoknak.

Északi alját is hasonló mélyedés kíséri, a milyen déli tövét a Balaton teknője mentén; az utóbbit északkelet felé a Sárrét és a Velencei-tó felé, délnyugatnak pedig a Zalai meridionális irányú hátságokon keresztül a Váliczka völgyeig lehet nyomozni. Északon csak Ajka körül, továbbá Fenyőfő és Bakonyszentkirálynál van némi depresszió. Azután Bakonyszentlászlónál ismét magasabbra emelkedik a térszín és három hosszú hegyhátban terjed északnyugat felé Györszentmártonig, hol a pannonhegyi főmonostor vára messzire láthatólag koronázza a középső hegyhát fokát.

A Balaton déli partján Zamárdi és Boglár között hasonlóképpen 300 m magasra emelkedik a térszín, a veszprémi fensík, vagy a



15. kép. A fonyódi magas part a Bélatelep alatt pannoniai-pontusi homokban.

Balatonfelvidék magasságáig, és délkelet felé, a Kaposvölgyen keresztül, a baranyai hegységig terjedő fensíkot alkot. Mindkét halomvidék: az északnyugati, a délkeletihez hasonlóan pannoniai-pontusi rétegekből áll. Nyugaton és keleten szintén ilyenkorú rétegek táblás elhelyezkedése kíséri a Balatont (13., 15. kép).

A szintesen elterülő pliocénrétegek táblája azonban nyugaton észak-déli, kelet felé fokozatosan, legyezőlevelek módjára északnyugat-délkeleti irányú, vonalzóegyenességű völgyületekkel van szelvedve. Ez a völgyi elrendezés minden valamire jó térképen szembeötlik és páratlanul álló morfológiai jelenséget tár elénk (2. kép).

Kétségtelen, hogy olyan harántos törések támasztották ezt az alakulatot, a melyek a baranyai hegységtől a Bakonyon keresztül a Kisalföldre

és azontúl az Alpokig érnek és azokat is metszették. Központjuk valahol a bécsi medenczében lehet. Szerkezet tekintetében tehát a Bakony típusos röghegység, a melyet kétfelől, befelé hajló, hosszanti törések zavarnak meg. A törések közül kettő a Veszprémszentkirálytól Gyulakesziig kinyomozott litéri hasadék és a Hajmáskértől Veszprémen át Nagyvázsonyig LACZKÓ DEZSŐ-től felismert törési vonal uralkodik a Balatonfelvidék és a Veszprémi fensík tektonikáján. Rövidebb, de mélyebbre ható hosszanti repedések vannak a tulajdonképpeni Bakony déli, északi peremén és közepén is. Ezeknek tüzetes kinyomozásán DR. TAEGER HENRIK fáradozik.



16. kép. A Kisbalaton a Diás-sziget nyárfáival.

Harántos törések mentén az egész Bakony nemcsak függőlegesen vetődött, hanem szakaszonként vízszintes eltolódásokat is szenvedett, ennek következtében mindegyik keresztmetszvény más képet mutat a hegység belsejéről. A rendkívüli bonyolult összetöröttségéből a felszínen alig látszik valami, mert az egymásutáni tengerek, különösen a harmadkori tengerek abráziója minden szerkezeti egyenetlenséget fensíkokra kiegyengetett.

A Balaton körül ötféle térszíni típust különböztettem meg:

1. A Balatonfelvidéken a régibb üledékekből álló abrasált röghegységet, a mely valóságos tönkfelület (8—12. kép).
2. A fiatal harmadkori rétegek eredeti vízszintes tábláit Kenesétől a somogyi dombvidéken át Keszthelyig (13—15. kép).
3. A Nagyalföld öbleit, a melyek a Sió mellékén és a somogyi Nagyberekben a Balatonig érnek.

4. A bazaltvulkánok páratlan szépségű és vulkánológiai tekintetben nagyérdekességű csoportjait a Tapolczai-öböl tágabb környezetében (5—7. kép).

5. Utolsó térszíni típusul említem magának a Balatonnak közvetlen mellékét, a Nagyberkek, a Kisbalaton (6. kép) és a Zalavölgy bozótjait. Ezek fiatalokú süllyedő területek, a melyeken sikér állóvízi jelenségeket, a parti vízmosás, az áramlás és parti zátonyképződés, a tőzeglerakodás folyamatait lehet tanulmányozni. Ide sorozhatom azokat a területeket is a Balatonfelvidéken, a melyeken a szél igazi kősvatagokat támaszt még ma is.

Mindezek a típusok gyönyörű képekben láthatók a Balaton körül. A mi kedves magyar tengerünk partjainak változatosságával nemcsak a nyaralók sokaságát vonzza, hanem ritka élvezetekkel és tanulságokkal kínálkozik a tudománykedvelőknek is.

*Dr. Lóczy Lajos.*

### Az ötvözetekről.

A művelődés útján nagy lépést tett előre az ember, mikor szerszámainak anyagául kő helyett a fémeket kezdte használni. Nagy jelentőségű volt ez a lépés, mert bár a kő elég kemény, mégis ridegségénél és egyéb rossz tulajdonságainál fogva nem minden célra volt alkalmas. Az átmenet a fémek alkalmazására azért volt oly jelentős, mert a nehezen megmunkálható, rideg kőanyag helyett, az öntéssel, kovácsolással aránytalanul csekélyebb munkával, változatosan idomítható, rugalmassága és alakíthatósága következtében aránytalanul nagyobb munkabírású szerszámokat lehetett készíteni és reá terelte a figyelmet az alak és a szerkezet mellett az anyag minőségének jelentőségére is.

Mihelyt felismerték az anyag minőségének szerepét, a már elért alaki tökéletesség után az anyagot igyekeztek javítani és jelentősnek ítélték oly tapasztalatot, hogy pl. a réz bizonyos anyagokkal olvasztva, más szint kap, könnyebben olvad, de keményebbé is válik. Ilyenféle megfigyelések alapján fedezték fel az ötvözeteket.

A bronzok és más ötvözetek fölismerésétől máig néhány ezerév telt el és mégis a 18. század végéig alig történt valamelyes haladás. Az ötvözést bizonyos rejtélyek övezték. Egyes műhelyek termékei kiválóttak, a készítés receptjeit mint szent hagyományokat gondosan őrizték, a nélkül, hogy az egyes műveletek értelmével törődtek volna. Az ötvözeteket körülbelül csak a múlt század közepe óta vizsgálják és a vizsgálatuk csak azóta terelődött helyes mederbe, a mióta GIBBS fázis-szabálya alapján ROOZEBOOM megállapította az egyensúlytan bizonyos törvényeit. Kábító annak a szívós munkának figyelemmel kísérése, a melylyel évszázadok óta küzdenek a vasfajták titkának megfejtéseért; ezekről helyes képet alkotni csak alig néhány

év óta kezdünk, noha már KARSTEN (1814) sok munkatárssal végzett, rendkívül tágkörű kísérletek eredménye gyanánt megállapította, hogy a vas tulajdonságai a benne levő szénnek nemcsak mennyiségétől, hanem állapotától is függnék. Néhány évtized múltán felállította GÜRTEL *carburet*-elméletét, mely szerint a vas a szénrel kétféle vegyületet ( $\text{Fe}_3\text{C}$  és  $\text{Fe}_5\text{C}$ ) alkot, melyeknek keletkezése és bomlása adná meg a vasnak különféle tulajdonságait. E tetszetős, de be nem bizonyított elméletet, GÜRTEL követői, MAYERHOFER és LOHAGE „fejlesztették“ oly módon, hogy a fehér nyersvasban nem kevesebb, mint 5, a szürke nyersvasban pedig 4 vegyületet tételeztek fel, hogy sajátosságaikat magyarázhatják. De még e meglehetősen nagyszámú vegyülettel sem magyarázhatták meg az összes jelenségeket, úgy hogy LOHAGE később megjelent munkájában (1857) még több vegyületet tételezett fel a szerint, a mint a „carburetek“ GÜRTEL két vegyületének ( $\text{Fe}_3\text{C}$  és  $\text{Fe}_5\text{C}$ ) többszörösei gyanánt keletkeznek. A carburet-elmélet ilyen „kifejlődése“ természetesen nagyon megerősítette az ellenzők álláspontját. A bűvárok, a munkák, az elméletek száma mindinkább szaporodott, az újabb megismerések, mint a vas többalakúsága (polymorphiája), a vas-szén szilárd oldatok fölfedezése stb. is segítették az elméletgyártókat. Még SORBY, AUSTEN RÓBERT, de különösen MARTENS, OSMOND és mások jeles vizsgálatai sem bírtak teljes fényt deríteni az ügyre, úgy hogy joggal mondja kiváló tudósunk, WARTHA VINCZE:<sup>1</sup> „Újabban valóságos boszorkánytáncz indult meg ezen a téren, a mennyiben napról-napra más és más szénvegyületet fedeznek fel és úgy mint az ásványokat, vagy planetákat, új névvel jelölik. Ma már ferrit, troostit, perlit, martensit, sorbit egy-egy híres férfiúnak közreműködését hirdeti.“

Első pillanatra talán megrendíthetné az emberi tudásba vetett hitet ez az évszázados küzdelmes munka, melynek eredménye néhány nagyon is gyöngye alapon nyugvó elmélet; ha azonban elgondoljuk, hogy a nehézség nem bírta a bűvárok kedvét szegni, munkakedvét csökkenteni, sőt talán éppen az ügy nehéz volta ingerelte újabb és újabb munkára a kutatókat, míg végre meglették a rejtély kulcsát, csak megerősödik a jövő munkájába vetett hitünk és egyre jogosabbá válik az a reményünk, hogy idővel a legnehezebb feladatokat is sikerül megoldani.

De mi volt oka, hogy az elméleteket erős alapokra helyezni nem sikerül? KARSTEN-nek az a helyes megállapítása, hogy a vasötvezeteknek tulajdonságai nemcsak a széntartalomtól, hanem a szén állapotától is függnék, volt kiindulási pontja az összes elméleteknek. Az elméletek a vas és a szén viszonyát kívánták megmagyarázni, de éppen erre hiányoztak a közvetlen kísérleti adatok. Legtöbb esetben nem tudták kétségtelenül megállapítani, hogy a vas és szén egymással vegyülnek-e, és ha igen, mily súly-

<sup>1</sup> WARTHA, *Chemiai Technológia* 12. lap.

viszonyban? Nem tudták eldönteni, hogy ha esetleg elemi állapotban vannak egymás mellett, mily módosulatban, vagy a vas valamelyik módosulata, vagy karbidja nem alkot-e szilárd oldatot, vagy elegykristályt a szénnel? Ezeknek az alapvető kérdéseknek megoldásakor a kémiai elemzés módszerei csődöt mondtak, azon egyszerű oknál fogva, mert a vasötvözetet alkotó szerkezeti alkotórészeket, legtöbb esetben mikroszkópi kristálykákat, lehetetlenség volt egymástól elkülöníteni s így az elemzés számára anyagot gyűjteni. Nagy számban végeztek kísérleteket oly oldószerrel, a melyek az egyik szerkezeti alkotórészre erősebben hatnak, mint a másokra és ennél fogva az egyik előbb oldódott fel, mint a másik, mely maradék még mindenféle elválasztó, tisztító módszerek hatására szolgáltatott vizsgálati anyagot. Majd különböző oldószerrel szemben való viselkedésből igyekeztek következtetést vonni. Ezeket a többszörösen közvetett következtetéseken épültek fel az elméletek. Mikor a mikroszkópot is segítségül vették és rendkívül szellemes módszerekkel az ötvözetek szerkezetét feltárták és szebbnél-szebb mikrogrammokat készítettek, már kétségtelen bizonyosságát látták, hogy a vas tulajdonságai és különböző szöveti szerkezete között összefüggés van, úgy látszott, mintha a feladatok megoldásának módját már megtalálták volna. Valóban nagy lépéssel haladtak előre, de a legnagyobbat még nem teheték meg, mert csak sejtették, legfőleg csak valószínűvé tették, hogy mik azok a különböző kicsinyke kristályok, a melyek a különböző vasötvözetekben jelen vannak, a nélkül, hogy megtalálták volna, hogy a vas és a szén mily módon alkotják őket.

E sejtések kezdenek napjainkban megismerésekké, bizonyosságokká válni, mert módot találtak a szöveti alkotórészek molekulaszervezetét megállapítani. E módszert, a termoanalízis módszerét, az elméleti kémiából az egyensúlytannak az a része szolgáltatja, a mely az oldatok, az olvadákok fagyásjelenségeivel foglalkozik. 1903-ban és 1905-ben jelent meg TAMMANN-nak két alapvető tanulmánya.<sup>1</sup> Azóta kilencz, illetve hét esztendő telt el, mégis az ötvözetek megismerésében többet haladtunk, mint annak előtte évtizedek alatt. A bűvárok munkája megtermékenyült, az idevonatkozó tanulmányok száma oly csodálatosan nőtt, hogy majdnem 200 folyóirat áll már a metallurgia szolgálatában. TAMMANN módszerének hatását talán az 1. rajz<sup>2</sup> érzékelteti legjobban, reá mutatván, hogy mily fontos az iparra elméleti ismereteink fejlődése és mennyire nem nélkülözheti azok alapos ismeretét a gyakorlati élet embere sem.

\* \* \*

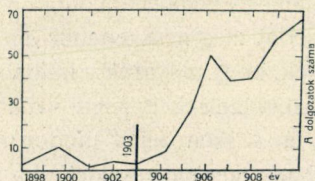
<sup>1</sup> Zeitschrift f. Anorg. Chemie, 37. köt., 303. lap és 45. köt., 24 lap. Über die Vermittlung der Zusammensetzung chemischer Verbindungen ohne Hilfe der Analyse, és Die Anwendung der thermischen Analyse in abnormen Fällen.

<sup>2</sup> A rajzot és a számbeli adatokat SCHLEICHER A. rendkívül érdekes cikkéből vettem át (Bányászati és Kohászati Lapok).

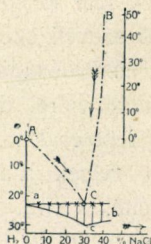
Ismeretes és általánosan felhasznált jelenség, hogy az olvadó hó, vagy jégtörmelék hőmérséklete jóval  $0^{\circ}$  alá süllyed, ha konyhasóval hintik be. A hőcsökkenés foka a jég és a só viszonyos mennyiségétől függ. Bizonyos arányban a hőmérséklet  $22^{\circ}$ -kal süllyed a víz fagyáspontja alá. E jelenséget az magyarázza, hogy a vízben oldódó só a víznek fagyáspontját csökkenti.

Ilyen megfigyelések irányították a figyelmet arra a törvényszerűsége, mely a fagyáspontcsökkenés és az oldatok összetétele között van. E kapcsolatról legkönnyebben oly módon tájékozódhatunk, ha különböző töménységű oldatokkal egy-egy kísérletsorozatot végezzünk és annak eredményeit rajzban foglaljuk össze oly módon, hogy valamely tengelyrendszerben a vízszintes tengelyre a százalékokban kifejezett összetételt, a függőleges irányban pedig azt a hőmérsékletet mérjük fel, a melyen az oldatból kristályok kiválása *kezdődik és végződik*.

Az ily módon felmért adatok (2. rajz) a tengelyek között oly szabályszerű helyzetet foglalnak el, hogy szinte kényszeritenek  $A-C$  és  $B-C$



1. rajz.



2. rajz.

ívekkel összekötni. Ezzel az összekapcsolással pedig elértük, hogy a rajzból bármily összetételű oldat kristályosodási hőmérsékletét kiolvashatjuk, mert az összekötő ívekben az összes oldatokra vonatkozó adatok végtelen sorát kell látnunk, a mi nagyon megkönnyíti a bűvárok munkáját, mert csak annyi kísérletet kell végezniök, a mennyi a görbéket meghatározza.

A 2. rajzból látjuk, hogy a vizes oldatok kristályosodási hőmérséklete körülbelül 32 százaléki konyhasótartalomig csökken, itt eléri a legalacsonyabb hőmérsékletet  $22.4^{\circ}$ -t, a konyhasótartalommal együtt ismét emelkedik. A kristályosodási hőmérséklet 32 százalékon túl való emelkedését megmagyarázza a leváltott kristályok összetétele. Az  $A-C$ -vel kapcsolatos oldatokból kiváltott kristályok anyaga *víz*, míg  $B-C$  ív oldataiból *konyhasó* válik ki; oly módon foghatjuk fel a dolgot, hogy az oldatok fagyáspontcsökkenése *nem egyoldalú jelenség*, hanem a mint az oldatban levő konyhasó súlyesztí a tiszta víz kristályosodási (fagyás) hőmérsékletét, ugyanúgy csökkenti az oldat víztartalma a konyhasóét is. Az  $A-C$  ív e szerint a víz fagyáspontcsökkenési viszonyait, a  $B-C$  ív pedig a konyhasóét érzékelteti. A viszonyok



természetét feltüntető ívek irányából látszik, hogy azoknak, ha csak valamely másodlagos zavaró körülmény nem jelentkezik, találkozniok kell, a mint a mi esetünkben valóban találkoznak. E metszőpont mindkét ívnek pontja lévén, mindkét ívre vonatkozó megállapításainknak meg kell felelnie, úgy hogy az általa jelzett hőmérsékleten, a jelzett összetételű oldatból, mind konyhasó, mind jégkristályoknak kell kiválni, még pedig az oldat összetételétől függő arányban. Ennélfogva az oldat összetétele és kristályosodási hőmérséklete nem változik. E pontot és az általa jelzett legalacsonyabb hőmérsékletet és összetételt mesterszóval *eutektikus pontnak* nevezzük.

Az eutektikumnak különös jelentősége van, mert bármilyen összetételű oldat kristályosodása ott végződik. Hiszen ha például 10% sót tartalmazó oldatot hűtünk, akkor  $-6.1^{\circ}$ -on válnak ki az első jégkristályok, melyek ily módon a folyékony oldatból elkülönülnek és mennyiségükkel csökkentették abban a víz mennyiségét és így növelték az oldat százalékos sótartalmát. Töményebb oldatnak alacsonyabb a fagyáspontja, tehát a hőmérséklet, ha lassabban is, de folyton süllyed, míg eléri az eutektikus hőmérsékletet, a melyet mindaddig megtart, míg az oldat az utolsó cseppig megfagyott. Ha az eutektikumnál töményebb, például 36%-os oldatot hűtünk, akkor  $+20^{\circ}$ -on először leváló konyhasókristályok, a konyhasótartalom viszonylagos csökkentésével közelítik az oldat összetételét és így a kristályosodási hőmérsékletet az eutektikumhoz. Az eutektikus hőmérsékleten leváló eutektikum összetétele ugyanazon nyomás alatt minden esetben oly pontosan ugyanaz, hogy volt idő, a mikor molekulavegyületnek tartották, míg külön tanulmányok be nem bizonyították, hogy az összetevők rendkívül apró kristálykáinak egyenletes, de mechanikai keveréke. Az eutektikum viszonylagos mennyisége az oldat eredeti összetételétől függ, mert egyenlő mennyiségű (például 50 g), de különböző összetételű oldatból annál több eutektikum válik le, mennél kevesebb egyik vagy másik kristálynak kell kiválnia, hogy az oldat összetétele elérje az eutektikumot, tehát mennél közelebb áll az eredeti összetétel az eutektikumhoz. Teljes tömegében mint eutektikum természetszerűleg akkor kristályosodik, ha az oldat sótartalma az eutektikus aráynak megfelelt. Az eutektikum viszonylagos mennyiségének ismerete, miként majd látni fogjuk, elsőrangú ellenőrző és kiegészítő adatokat szolgáltat. A viszonylagos mennyiségnek, céljainkat kielégítő mértékéül szolgál, ha egyenlő mennyiségekkel, egyenlő viszonyok között dolgozunk, azon időtartam, a míg a hőmérő az eutektikus hőmérsékletet mutatja. Az eutektikus fagyás időtartama azért szolgálhat mértékül, mert azt az időtartamot jelzi, a mely a kristályosodás alkalmával termelt hőmennyiségnek a környezetben való széteséséhez, szükséges a viszonyok azonban ugyanazok lévén, a környezet hőfogyasztása nem változik, a nagyobb időtartam nagyobb hőmennyiséget, nagyobb hőmennyiség pedig több kristályosodást jelez. A

másodpercsekben kifejezett eutektikus fagyás időtartamát alkalmas hosszegység választásával rajzban szokás feltüntetni oly módon, hogy az oldatok kristályosodásának véghőmérsékletét jelző eutektikus ponton átmenő vízszintesen, az összetételt jelző időtartamot függőleges irányban lefelé mérjük. A konyhasóvízoldatnál ily módon az *a c b* idomot kapjuk, mely, miként látható, megerősíti a kristályosodás egyensúlyi görbéjét, mert az eutektikum mennyiségét a legalacsonyabb hőmérsékleten mutatja legtöbbnek.

A konyhasónak vizes oldata a legegyszerűbb kettős rendszerek közé tartozik, mert az összetevők nem alkotnak molekulavegyületet,<sup>1</sup> (kettős sókat), elegykristályokat, szilárd oldatot, hiszen a kiváló kristályok tisztán csak egyik, vagy másik összetevőből, vagy legföljebb azok mechanikai keverékéből állanak.

Valamivel bonyolódhatnak a viszonyok, ha az összetevők egymással vegyülnek. Ily esettel találkozunk a salétromsav-vízoldatok fagyásjelenségeinek tanulmányozásakor, a mennyiben a salétromsav nem is egy, de kétféle vegyületet alkot a vízzel, minthogy bizonyos összetételű oldatokból három molekula kristályvízzel, más oldatokból egy molekula kristályvízzel ( $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), illetve ( $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) összetételű komplexvegyület alakjában válik le. A salétromsavvíz kettős rendszer egyensúlyi viszonyait KÜSTNER és KREMANN tanulmányozták 1904-ben<sup>2</sup> és vizsgálataik eredményét a következő táblázatban foglaltam össze.

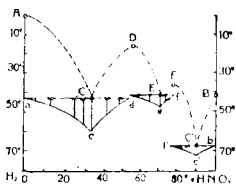
	Az oldat $\text{HNO}_3$ tartalma súly %-ban	A kristályosodás		Az oldatból először kiváló kristály	Megjegyzés
		kezdődik	végződik		
1	0·00	0·00°	0·00°	Jég	
2	13·9	— 10°	— 43°	"	
3	22·9	— 20°	— 43°	"	
4	27·8	— 30°	— 43°	"	
5	31·5	— 40°	— 43°	"	
6	32·7	— 43°	— 43°	Jég + $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ komplex vegyület	I. eutektikum
7	34·1	— 40°	— 43°	"	
8	40·0	— 30°	— 43°	"	
9	49·2	— 20°	— 43°	"	
10	53·8	— 18·5°	18·5°	"	I. maximum
11	58·5	— 20°	— 42°	"	
12	65·4	— 30°	— 42°	"	
13	69·7	— 40°	— 42°	"	
14	70·5	— 42·0°	— 42°	$\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} +$ $+ \text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ komplex vegyület	II. eutektikum
15	72·5	— 40°	— 42°	"	

<sup>1</sup> Egyszerűség kedvéért figyelmen kívül hagytam a még vitás komplex-vegyületet, a mely esetleg keletkezik.

<sup>2</sup> Zeitschrift f. Anorg. Chemie, 41. köt., 21. lap.

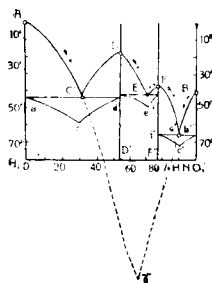
	Az oldat HNO <sub>3</sub> tartalma súly %-ban	A kristályosodás		Az oldatból először kiváló kristály	Megjegyzés
		kezdődik	végződik		
16	77.75	— 38.0 <sup>0</sup>	— 38.0 <sup>0</sup>	komplex vegyület	II. maximum
17	82.4	— 40 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	„	„
18	86.5	— 50 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	„	„
19	88.8	— 60 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	„	„
20	89.95	— 66.3 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	HNO <sub>3</sub> .H <sub>2</sub> O + HNO <sub>3</sub>	III. eutektikum
21	91.9	— 60 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	HNO <sub>3</sub>	„
22	94.8	— 50 <sup>0</sup>	— 66.3 <sup>0</sup>	„	„
23	100.0	— 41.3 <sup>0</sup>	— 41.3 <sup>0</sup>	„	„

A táblázat adatait végigtekintve, bár az adatok az oldat HNO<sub>3</sub> tartalmának növekedése sorrendjében rendezettek, kaotikusnak látszanak, a mennyiben nem kevesebb mint öt különböző összetételű oldat kristályosodik — 40<sup>0</sup> hőmérsékleten, több oldatot találunk, a melyek egyformán



— — a kristályosodás kezdete.  
 × a kristályosodás vége.  
 ○ állandó hőmérsékleten történő kristályosodás.

3. rajz.



4. rajz.

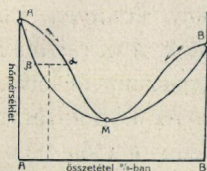
— 30<sup>0</sup>-nyi, — 20<sup>0</sup>-nyi stb. hőmérsékleten kezdenek kristályosodni. Ha azonban az adatok, úgy a mint a konyhasó-vízoldat esetében tettük, felmérjük, megtaláljuk a szabályszerű összefüggést, miként ezt a 3. rajzban láthatjuk.

Első tekintetre úgy véljük, hogy e rajz és a konyhasó-vízoldatok egyensúlyi görbéje között semminemű hasonlatosság sincs, sőt az abból vont következtetéseinkkel sem egyezik. Ha azonban a 4. rajzot megtekintjük, a melybe néhány segédvonalat rajzoltam, megtaláljuk a kellő kapcsolatot.

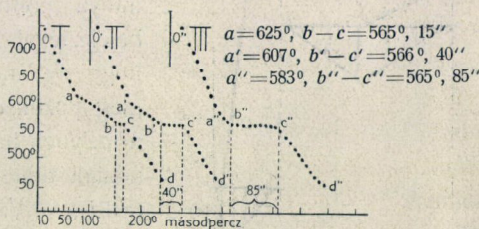
Ha valami módon sikerülne megakadályoznunk a komplexvegyületek keletkezését, akkor a különböző oldatokból a konyhasó-vízoldatokhoz hasonlóan csakis jég- és salétromsav kristályok válnának le és az egyensúlyi rajz az AC és BC' folytatásából álló Aγ és Bγ ívekből állana. Azonban az Aγ ív jelezte oldatok nem érhetik el a γ eutektikus pontot, a melyben jégkristályok és salétromsavkristályok lehetnének közös oldatukkal egyensúlyban, mert C oldatnál több HNO<sub>3</sub>-t tartalmazó oldatokból már HNO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O komplexvegyület válik le, melynek egyensúlyi ívrészelete a CD elmetszi a C pontban; hason-

lón a  $B-\gamma$  ívet a  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  komplexvegyület  $F-C'$  íve  $C'$  pontban metszi el. A dolgot úgy kellene felfognunk, hogy a víz nincs, nem is lehet a víztőlmentes salétromsavval, hanem csak  $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  összetételű komplexvegyülettel egyensúlyban, a víztől mentes salétromsav pedig csak a  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  vegyülettel. Ennélfogva csak e határok között levő oldatokat hasonlíthatjuk össze közvetlenül. Ha a koncentrációkat e bonyolult egyensúlyi görbéből  $D-D'$  illetve  $F-F'$  függőlegesekkel kimetszük, az  $ACD$  részlet a  $\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a  $FC'B$  részlet  $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3$  kettős rendszerek egyensúlyi viszonyait tünteti fel, mely most már minden tekintetben megegyezik a konyhasó-víz egyensúlyi rajzával. A közbülső  $DEF$  részleten pedig a két komplexvegyület kettős rendszerének viszonyait láthatjuk. Ennek következménye, hogy az egyszerű összetevőkből alkotott vegyület olvadáspontja mindig két alacsonyabb eutektikus hőfok között a legmagasabb, úgy hogy az összetevők vegyülésének ismertető jele mindenkor két eutektikum közé eső legnagyobb olvadás és kristályosodáshőmérséklet. E legnagyobb olvadás és kristályosodáshőmérsékletű olvadékban az összetevők egyszerű vegyülési súlyviszonyban vannak és kristályosodása teljesen e magas hőmérsékleten folyik le, szemben a többi olvadékkal, melyeknek hőmérséklete kristályosodás közben egészen az eutektikumig csökken. A salétromsav-víz kettős rendszer esetében két domború ívet látunk, melyeknek mindegyike 2—2 eutektikum között foglal helyet. Az első domború ív  $CDE$  legmagasabb pontjának  $D$ -nek megfelelő oldat  $-18.5^\circ$  kristályosodik és  $53.8\%$  salétromsavat tartalmaz. Ha e százalékszámot elosztjuk a salétromsav molekulasúlyával  $\frac{53.8}{63.05} = 0.853$  és a víztartalmat,  $46.2\%$ -ot, is elosztjuk a víz molekulasúlyával  $\frac{46.2}{18} = 2.45$ , a hányadosok a molekulák arányát mutatják. Tehát ez oldatban  $2.45 : 0.853$  arányban vannak a molekulák, a mely arány egész számokban kifejezve  $3 : 1$ -hez. Tehát a görbe maximuma a leválot komplexvegyület összetételére esik. A második  $EFC'$  ívnél hasonló módon kiszámíthatjuk, hogy az  $F$  pontnak  $\frac{77.75}{63.05} = 1.23$ ,  $\frac{22.25}{18} = 1.23$  összetételű oldatban a salétromsav és víz molekulák aránya  $1-1$ , tehát azonos a kelletkező komplexvegyület összetevőinek arányával. Tehát két eutektikum közé eső domború ív nemcsak a komplexvegyület keletkezését jelzi, hanem az összetételt is megadja, a mennyiben azt mindig a domború ív maximális pontja jelezni. Tehát az egyensúlyi görbéből, az anyag elemzése, vagy további vizsgálása nélkül is megállapíthatjuk a keletkező vegyület pontos összetételét. Némely esetben a maximum el lehet ugyan fedve, de akkor a kristályosodás közben nyilvánuló hőjelenségek félre nem érthető módon mutatnak rá.

A lehetőségek harmadik csoportja, az összetevők kristályos elegyede, mikor az olvadékból kiváló kristályok bár mindkét összetevőt tartalmazzák, bár összetételük az olvadékától függően változik, mégis egyneműek. A kristályos elegyedést nagyon könnyű felismerni a kristályosodás lefolyásáról és végződéséről, melynek jellegét éppen az változtatja meg, hogy a kiváló kristályok mind a két összetevőt tartalmazzák. Az olvadék összetételét ilyen esetben, a kiváló kristályok természetesen sokkal kevésbé változtatják, úgy hogy egész tömegében kristályosodhatik a nélkül, hogy a legalacsonyabb állandó hőmérsékleten kristályosodó olvadék összetételét elérné. Kristályosodás közben annál kevésbé változik az olvadék összetétele és így annál kevesebbet süllyed a hőmérséklet, mennél közelebb áll hozzá a kiváló elegykristály összetétele. Ennélfogva elegykristályok keletkezése esetén a különböző olvadékok kristályosodása nem végződik ugyanazon legalacsonyabb hőmérsékleten, hanem éppen úgy, miként a kristályosodás kezdete, végződése is az olvadék eredeti összetételétől függ. És éppen ez, valamint folya-



5. rajz.

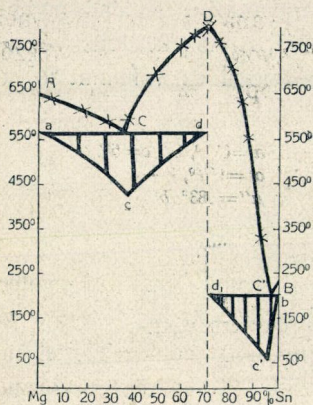


6. rajz.

mánya: az eutektikus fagyás elmaradása, jellemzi az elegykristályok keletkezését, a mit az egyensúlyi rajzon rögtön elárul a kristályosodás kezdetét jelző ív alatt levő második ív, mely azt mutatja, hogy a kristályosodás végződése az összetételtől függ. Legyenek bármilyenek az egyensúlyi viszonyok és legyen bármilyen alakú az egyensúlyi rajz, elegykristályok keletkezése esetén mindig megtaláljuk 5. rajzhoz hasonlóan a második ívet. Ezen ív nemcsak a kristályosodás végződéséről ad számot, hanem a kiváló elegykristályok összetételét is megadja, mert hiszen a két ívnek valamely vízszintesre eső pontja, pl.  $\alpha$  és  $\beta$  közül a külső ívé  $\beta$ , oly kristálynak összetételét jelzi, mely a vízszintes magassága jelezte hőmérsékleten olvad, mely hőmérsékleten a belső ív pontjával jelzett összetételű olvadék kristályosodik. Tehát megadja ama kristály összetételét, a mely az olvadékkal, kristályosodási hőmérsékletén, egyensúlyban lehet. Minthogy az olvadékból csakis vele egyensúlyban álló kristályok válhatnak ki, ezeknek a kristályoknak összetétele sem lehet más.

Ezek a lehetséges esetek típusai, melyek a legkülönbözőbb változatban és csoportosításban egyesülhetnek egymással. A thermoanalízis feladata

éppen a kristályosodás egyensúlyi viszonyainak megállapítása. E megállapításhoz csak az szükséges, hogy a különböző összetételű olvadékok kristályosodásának kezdeti és végső hőmérsékletét és az egyenlő mennyiségek esetleges eutektikus fagyásának időtartamát ismerjük. Ezeket az adatokat nagyon egyszerű módon állapíthatjuk meg; csak alkalmas hőmérőre és másodperczeket mutató órára van szükségünk, mert hiszen a kristályosodás kezdetét és tartamát a felszabaduló kristályosodási hő jelzi azzal, hogy a hűlés sebességét csökkenti; a kristályosodás befejeződését a hűlés sebességének hirtelen növekedése árulja el. Ha a hűlés sebessége szerint 10, 15, 20, 30 vagy 60 másodperczenkint leolvasott hőmérsékleteket oly tengelyrendszerre mérjük, melyek közül a függőleges tengely a hőmérsékletet, a vízszintes az időt méri, akkor az adatsor a kristályosodás megindulásakor meg-



7. rajz.

I. esetben *a* pontnál megváltozik, a mennyiben a hűlésre lassúbb, tehát *e* ponttal összefüggésben levő hőmérsékleten,  $625^{\circ}$ -on kezdenek a hőtermeléssel kapcsolatos kristályok kiválni. A hőmérséklet tovább, bár lassabban, de egyenletesen süllyed egészen  $566^{\circ}$ -ig, melyen *b*—*c* vízszintes jelzése szerint  $15''$ -ig megmarad, hogy azontúl ismét gyorsabban essék. E 15 másodpercz alatt kristályodott az eutektikum, *c*-nél végződik az eutektikus kristályosodás és a *c d* adatsor már a kristályok hűlését mutatja. A második olvadék hűlésgörbéjén,  $607^{\circ}$ -on látjuk a kristályosodás kezdetét jelző törést. A hőmérséklet ez esetben  $566.1^{\circ}$ -ig süllyedt, melyet ez az ötvözet már 40 másodperczig tartott meg, jelezvén az  $566^{\circ}$ -on lévő eutektikus hőmérsékletet. A harmadik olvadék még alacsonyabb hőmérsékleten kristályosodik, és a mihamarabb elért eutektikus hőmérsékletet annál tovább ( $80''$ ) tartja meg. A magnéziumon-ötvözetek kristályosodására vonatkozó adatokat az alábbi táblázatban láthatjuk, melynek alapján szerkesztett 7. rajz érzékelteti az egyensúlyi viszonyokat. Csak reá kell pillantanunk, hogy felismerjük hasonlóságát

török, mert a lassúbb hűlés következtében kevésbé meredeken lejt, az eutektikus kristályosodás állandó hőmérsékletét a vízszintes irányú pontsor jelzi, mely a kristályosodás befejeztével ismét meredekebbre változik. Azt, hogy ily módon mily könnyen állapíthatók meg a szükséges adatok, a 6. rajzból láthatjuk, a melyben három magnézium-ón-ötvözet hűlési adatait tüntettem fel. Az I. pontsor  $10\%$  ónt (Sn-t),  $90\%$  magnéziumot (Mg-t), a II.  $20\%$  Sn-t és  $80\%$  Mg-t, a III.  $30\%$  Sn-t és  $70\%$  Mg-t tartalmazó olvadék hűlési adatait tartalmazza.

A tíz másodperczenkint leolvasott és lemért hőmérsékletek pontsorának iránya az

	Az olvadék súly %-a		Az olvadék atóm %-a		A kristályosodás		A véghő- mérsékleten a kristályoso- dás tartama
	Sn	Mg	Sn	Mg	kezdődött	végződött	
1	—	100	—	100	650·9 <sup>0</sup>	650·9 <sup>0</sup>	↕ 125"
2	10	90	2·22	97·78	625·0 <sup>0</sup>	565·0 <sup>0</sup>	↕ 15"
3	20	80	4·87	95·13	607·5 <sup>0</sup>	566·1 <sup>0</sup>	↕ 40"
4	30	70	8·07	91·93	583 <sup>0</sup>	564·6 <sup>0</sup>	↕ 85"
5	40	60	12·01	87·77	585·4 <sup>0</sup>	565·1 <sup>0</sup>	↕ 140"
6	50	50	16·99	83·9	698 <sup>0</sup>	566·3 <sup>0</sup>	↕ 75"
7	60	40	—	—	—	—	—
8	65	35	27·55	72·45	773 <sup>0</sup>	564·8 <sup>0</sup>	↕ 35"
9	70·95	29·05	33·33	66·66	783·4 <sup>0</sup>		110"
10	75	25	38·05	61·95	754·1 <sup>0</sup>	204·5 <sup>0</sup>	↕ 40"
11	80	20	44·55	55·45	720 <sup>0</sup>	211·2 <sup>0</sup>	↕ 90"
12	85	15	53·70	46·30	666·1 <sup>0</sup>	210·3 <sup>0</sup>	↕ 145"
13	90	10	64·82	35·18	550·0 <sup>0</sup>	210·3 <sup>0</sup>	↕ 200"
14	95	5	79·55	20·45	330·5 <sup>0</sup>	210·5 <sup>0</sup>	↕ 240"
15	97·5	2·5	88·87	11·13	217·4 <sup>0</sup>	209·3 <sup>0</sup>	↕ 275"
16	99	1·0	95·29	4·71	220·0 <sup>0</sup>	209·4 <sup>0</sup>	↕ 125"
17	100	—	100	—	231·5 <sup>0</sup>	231·5 <sup>0</sup>	↕ 250"

a salétromsavvíz egyensúlyi görbéjével. Úgy annál, mint ennél, a vegyületté változott összetevőknek olyan maximummal bíró ívét látjuk, a mely két eutektikum közé esik. A maximális 783<sup>0</sup>-nyi állandó hőmérséklettel oly olvadék kristályosodik, a melyben 70·95 százalék ón és 29·05 százalék magnézium van. Ha ezt a százalékszámot elosztjuk az elegyrészek atómsúlyával ( $\frac{70·95}{119·00} = 0·5962$  és  $\frac{29·05}{24·32} = 1·1945$ ), akkor az atómsúlyos viszonyos mennyiségét jelző számokat kapjuk, melyeknek aránya pontosan 1 : 2. Ez az arányszám megegyezik az összetevők vegyértékének viszonyával, a mennyiben a négy vegyértékű ónnal a két vegyértékű magnézium áll szemben, úgy hogy teljes bizonyossággal megállapíthatjuk, hogy a magnézium és az ón 783·4<sup>0</sup>-on olvadó Mg<sub>2</sub>Sn vegyületté egyesül.

A 7. rajzból még megállapíthatjuk, hogy a magnézium és az ón, valamint a Mg<sub>2</sub>Sn vegyület kristályos állapotban nem elegyednek egymással, mert hiszen az olvadékok kristályosodása mindig az eutektikus hőmérsékleten végződik. Ebből azonban az következik, hogy az ötvözetek, a 70·95% Sn-t tartalmazó ötvözet kivételével, a mely tisztán csak a Mg<sub>2</sub>Sn vegyület kristályáiból áll, nem egyneműek, hanem a Mg<sub>2</sub>Sn vegyület és ón, illetőleg magnéziumkristálykák szövetedekai, a szerint, a mint 70·95% ónnál többet, vagy kevesebbet tartalmaznak. Az egyensúlyi görbe még arról is felvilágosít, hogy e kristályok közül melyik és mily arányban válik le először

és hogy melyik és mennyi eutektikum czeментál, minek nagy jelentősége van az ötvözet technikai értékelésénél. Nézzük például a 10% ónt tartalmazó olvadékat. Az olvadékból, minthogy az eutektikumnál kevesebb ónt tartalmaz, először a *Mg* kristályok válnak ki mindaddig, míg ennek következtében az olvadék eléri az eutektikum összetételét. Az eutektikum körülbelül 39% óntartalmaz, tehát 390 gramm olvadékból 290 gramm magnézium-kristálynak kell kiválni, hogy a visszamaradó résznek összetétele megegyezék az eutektikum összetételével; tehát az ötvözet tömegének háromnegyed része, a hűlés sebességétől függően, kisebb-nagyobb magnézium-kristályokból áll, melyeknek hézagait az eutektikum tölti ki.

A thermoanalízis megbízhatóságát jól jellemzi éppen a magnézium-ónötvözetek vizsgálata, melyet KURNAKOW és STEFANOW,<sup>1</sup> valamint GRUBE<sup>2</sup> egymástól függetlenül végeztek és teljesen azonos eredményre jutottak. Mindennek ellenére a megállapítások csak akkor teljes értékűek, ha más adatokkal is ellenőrizzük és megerősítjük őket. Jó ellenőrző adatokat szolgáltat az ötvözetek tulajdonságainak vizsgálata, következő megfontolás alapján. Ha az ötvözetek összetevői nem elegyednek és nem vegyülnek egymással, akkor fizikai tulajdonságaik, pl. a fajsúly, az összetevők arányában változnak, úgy hogy egyszerű arányszámítással előre ki is számíthatjuk. Ha azonban vegyület keletkezik, akkor fajsúlya egészen más, mint az, a mit összetevőkből számíthatunk ki. A mi esetünkben a magnézium fajsúlya 1·743, az óné 7·2, ha nem keletkezik  $Mg_3Sn$ -vegyület, akkor az ötvözet (70·95% Sn + 29·05% Mg) fajsúlya 5·6 volna, azonban a méréssel talált érték csak 3·5. Más összetételű ötvözet fajsúlya, mivel nem egyéb, mint e vegyület és az egyik összetevő kristályainak keveréke, egyenletesen változik az összetevő és a vegyület fajsúlya között. Tehát a fajsúly vizsgálata is megerősíti a thermoanalízisnek azt az eredményét, hogy a magnézium és az ón  $Mg_3Sn$  vegyületté egyesül. Ugyancsak megerősítik a többi fizikai, valamint kémiai tulajdonságok ugrásszerű változásai, mert pl. a magnézium keménysége 2, az óné 1·8, a vegyületéé 3·5. A legértékesebb ellenőrző és kiegészítő adatokat azonban az ötvözetek belső szerkezetének mikroszkópi vizsgálata adja.

Az ötvözetek mikroszkópi vizsgálata, a *metallográfia*, tárta fel először az ötvözetek szöveti szerkezetét és nyújtott alapot a kristálykiválások sorrendjének megítéléséhez. És ma, a mikor a thermoanalízis segítségével a kiváló kristályok molekulaösszetételét is megállapíthatjuk, sem csökkent, hanem még növekedett jelentősége, mert bizony bonyolódottabb esetekben sokszor csakis metallográfiai vizsgálatok segítségével tudjuk megérteni és így felhasználni a thermoanalízis adatait. A mikroszkópi vizsgálat adatainak

<sup>1</sup> Zeitschrift f. Anorg. Chemie, 46. köt., 177. lap.

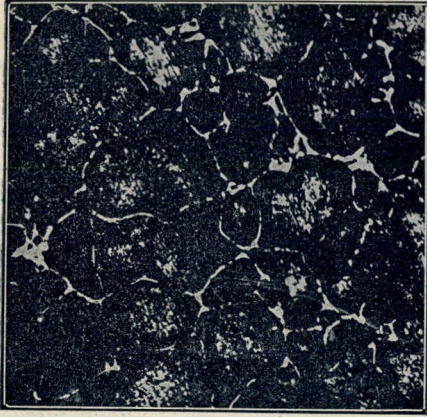
<sup>2</sup> Zeitschrift f. Anorg. Chemie, 46. köt., 76. lap.



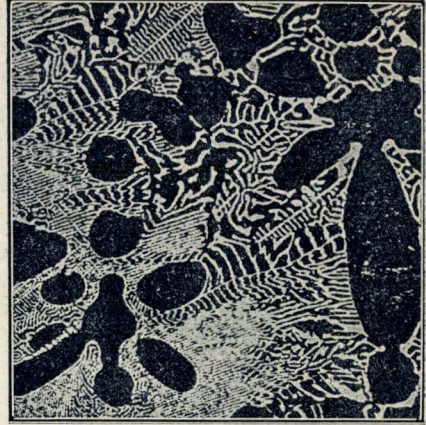
értékét megítélhetjük, ha a magnézium-ónötvözetek mikrogrammjait vizsgáljuk meg. E végett először az ötvözeteket előkészítjük a mikroszkópi vizsgálat-hoz. Az ötvözetnek kis darabját teljesen karcztól mentesen, fényesre csiszoljuk. A csiszolt felületet pedig oly marató folyadékok hatásának tesszük ki, a melyek a különböző szerkezetelemeket különböző módon támadják meg. Az így feltárt felületen kellő nagyítással és megvilágítással már megismerhetők a szerkezeti elemek, mert hiszen az egyiket talán a marató folyadék elhomályosította és így ferde megvilágításnál fénysugarát széjjel szórva, világosnak látszik, a meg nem mart fényes kristályok mellett, vagy éppen színezéssel különbözteti meg a többi részekről.

Hat magnézium-ónötvözet mikrogrammja látható a 8—13. képen. Oly ötvözeteket választottam, a melyekben a Mg-tartalom 90 és 50% között ingadozik, úgy hogy az egyensúlyi görbe *ACD* részére esnek. Az ötvözetek az óntartalom növekedésének sorrendjében következnek egymás után. A csiszolatok feltárása ez esetben nagyon egyszerű, mert a csiszoló keverék vize sötétre oxidálja az alkotó elemeket és a nedves csiszolást követő száraz csiszolás, csak a nagyobb keménységük miatt kevésbé koptatott, tehát kissé kiálló  $Mg_2Sn$  vegyület kristályairól távolítja el a sötét oxidréteget, miáltal ezek a magnéziumnak sötét kristályai mellett fényes felületükkel fehérlenek ki. A 90% magnéziumot tartalmazó ötvözet képén a (8. kép) nagy fekete magnéziumkristályok rései között vékony fehér erecskéket látunk, melyek jelzik, hogy az utoljára levált, a hézagokat kitöltő kis mennyiségű eutektikumnak alkotó része a keletkező vegyület. A 9. képen az először levált nagy, fekete magnéziumkristályok uralma már megtörtött és nagy közöket tölt ki fekete-fehér sávozottsággal az eutektikum, mely a 10. képen egyedül látható, bizonyítva, hogy az eutektikum összetételű olvadékból egyszerre válik ki mind a két összetevő, melyeknek kicsiny kristálykái váltakozó rétegekben helyezkednek el, hogy az eutektikumra annyira jellemző, lemezes (lamellás) szerkezetet megalkossák. A 11. képen már nagy fehér kristályokat látunk az eutektikumban, melyeknek mennyisége és mérete, mint a 12. és 13. képen látható, mindinkább növekedik a háttérbe szoruló eutektikum mellett és végül a  $Mg_2Sn$  összetételű ötvözetben csak ezeket találunk meg.

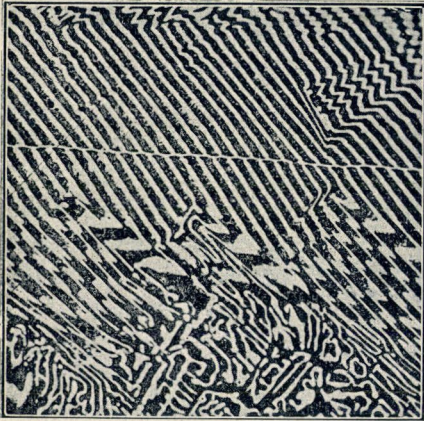
Az ötvözetek belső szerkezete és az egyensúlyi viszonyaik között levő szoros összefüggés adja meg a mikroszkópi vizsgálat értékét, a mennyiben a hűlés sebessége szerint változó átalakulások lefolyásáról és elmaradásáról is felvilágosít. Jelentőségét felismerték, mert már akadnak fémárú gyárak, melyek gyártmányaik mikrogrammját is közlik árjegyzékükben. A thermoanalízis megismerése óta rendszeresen vizsgálják a fémötvözeteket. E vizsgálatoknak köszönhetjük, hogy a gyakorlati élet ötvözeteinek egyensúlyi viszonyait megismertük, sajátságait megmagyarázni tudjuk és legalkalmasabb összetételű arányban, a legjobb sajátságokkal előállíthatjuk; ugyancsak e tanul-



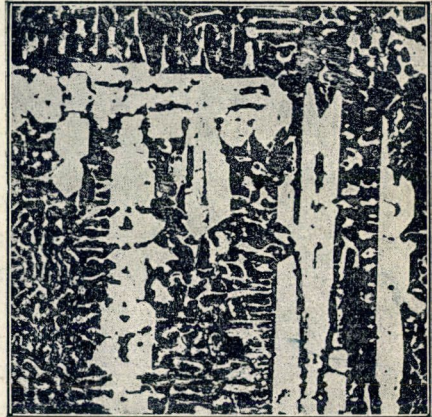
8. kép. 10% Sn. N. 70.



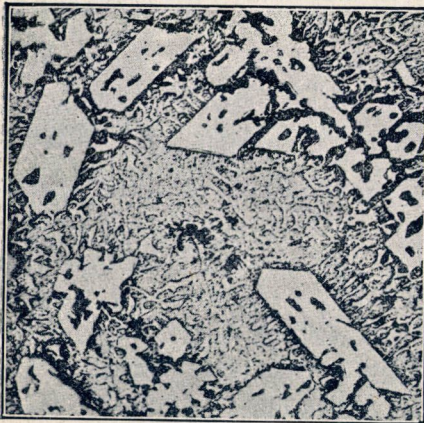
9. kép. 30% Sn. N. 100.



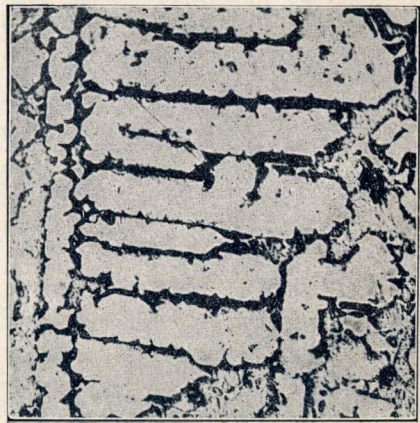
10. kép. 39% Sn. N. 170.



11. kép. 43% Sn. N. 80.



12. kép. 46% Sn.



13. kép. 50% Sn. N. 70.

8—13. kép. Különböző magnézium-önötvözetek mikrogrammjai.

mányok eredményeztek oly megállapításokat, melyeknek segítségével olyan ötvözeteket készítenek, a melyek bizonyos célokat legjobban kielégíthetnek. Megállapították, hogy kristályos elegyedés, illetve vegyülés esetén az ötvözetek oly előre nem látható módon és mértékben változtatják tulajdonságaikat és ezzel nagy keménységük, másrészt könnyűségük mellett is nagyon szívós, továbbá az elektromos árammal szemben, vagy másként tanúsított kiváló tulajdonságaik miatt becses ötvözetek keletkeznek. Ezekkel, továbbá a bronzok és a többi rézötvözetek sajátásaival most nem foglalkozom, csak a vasszén ötvözetek viszonyait ismertetem, részben azért, mert nagy jelentőségük a mindennapi életben, részben azért, mert a metallurgia fejlődése a legszorosabb összefüggésben áll a vas-szénötvözetek belső szerkezetének megismerésével.

A vas-szén kettős rendszerének vizsgálása közben a következőket állapították meg: A chemiaillag tiszta vas olvadásának és kristályosodásának hőmérséklete  $1510^{\circ}$ . Az olvadt vas old szenet, mely kristályosodásának hőmérsékletét süllyeszti. A chemiaillag tiszta vas olvadékából  $1510^{\circ}$ -on kiváló  $\gamma$  vas nem mágnesezhető kristályai  $890^{\circ}$ -on átalakulnak az ugyancsak nem mágnesezhető  $\beta$  vassá, mely  $770^{\circ}$ -on újból átalakul a mágnesezhető  $\alpha$  vassá, mely mint közönséges hőmérsékleten az ötvözetek alkotó része, a *ferrit* nevet viseli.

A vas a szénnel  $\text{Fe}_3\text{C}$  összetételű, nem teljesen állékony vegyületté, a *szementit* egyesül, mely nem oldja a vasat; nagyon kemény, híg savak nem oldják, tömény savakban szénhidrogének fejlődése közben oldódik.

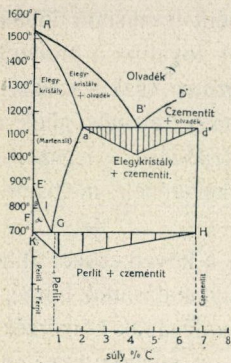
A vas  $2\%$  maximális széntartalmú elegykristályt alkot, melyet *martensit*-nek neveztek el.

A kristályos termékek bár nem állékonyak, de nagyon hajlamosak túlhülésre és kissé gyorsabb hűtéssel sikerül őket metastabilis állapotukban a közönséges hőmérsékleten rögzíteni, úgy hogy a vasötvözetek egyensúlyi viszonyait a hülés sebessége szerint HEYN módjára csak két rendszer, t. i. a nem teljesen állékony (stabilis) és a teljesen állékony rendszer egyensúlyi viszonyainak ismeretével tudjuk megérteni.

A vas-szén ötvözetek kristályos termékei túlhülésre való nagy hajlamuk következtében rendes hülési viszonyok esetén nem állékony állapotban maradnak meg, úgy hogy a nem teljesen állékony rendszer egyensúlyi viszonyait alkalmazhatjuk magyarázatukra.

A 14. rajz mutatja e rendszer egyensúlyi viszonyait, melyből láthatjuk, hogy az olvadék kristályosodási hőmérséklete  $AB$  ív mentén a széntartalomnak  $4.2\%$ -ig való növekedésével az eutektikumig ( $1150^{\circ}$ ) süllyed. Ezen olvadékokból a vas-szén elegykristály martensit alakjában válik ki, melynek összetételét ( $0-2.1\%$ )  $Aa'$  ív jelzi.  $4.2\%$ -nál több szenet tartalmazó olvadékokból  $B'D'$  ív mentén a  $6.2\%$  szenet tartalmazó  $\text{Fe}_3\text{C}$  összetételű vegyület, a *szementit* válik ki. A kristályosodás  $a'B'd'$  jelezte hőmérsékleten, körülbelül

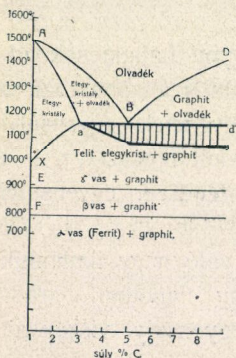
1150<sup>o</sup> körül végződik. Az eutektikum a szénben legdúsabb martensit és cementit kristályokból áll. A hőmérsékletnek további süllyedésével megindul az elegykristályok bomlása, mert a vasnak cementitet oldó tehetsége csökken és az összetétele hülés közben cementit kiválasztásával  $a'G$  ív mentén változik. A  $G$  pont 890<sup>o</sup> alá esik, mert a vas átalakulási hőmérsékletét az oldott cementittartalom mintegy 200<sup>o</sup>-kal süllyesztette és a még 0·85<sup>o</sup>/o szént tartalmazó elegykristályból  $G—J$  ív mentén a  $\beta$ ;  $J—E$  ív mentén pedig az  $\alpha$  vas válik ki. Nem túlságosan gyors hűtés esetén az ötvözet a  $G$  jelezte hőmérsékleten, 690<sup>o</sup>-on, addig marad, a míg az elegykristály teljesen szétbomlik cementitre és ferritre, melyek eutektikumát *perlit* néven ismerik. A vas-szén ötvözetek ily hűtése esetén, ha az eredeti olvadékuk 0·85<sup>o</sup>/o-nál kevesebb szént tartalmazott, ferritből ( $\alpha$  vas) és perlitből, ha 0·85<sup>o</sup>/o szént tartalmaznak, csak perlitből, ennél nagyobb széntartalom esetén perlitből és *cementit*-ből áll.



14. rajz.

Elég gyors hűtés esetén mindezen átalakulások elmaradnak és a még kevésbé állékony elsődleges módosulatok rögzítődnek.

Ugyancsak HEYN figyelmeztette a búvárokat, hogy 4·2<sup>o</sup>/o-nál több szént tartalmazó ötvözetekben kihülésük után, nemcsak szén, hanem grafit is van, még pedig annál nagyobb mennyiségben, mennél lassúbb volt a hűtés; azt is emlékeztetükbe idézte, hogyha a vas-szénötvözetet elég hosszú ideig (néhány napig) magasabb, a vörös izzás hőmérsékletén tartjuk, akkor lehülés után, legalább részben vasból és szénből áll, ezt az utóbbi szént temperáló-szénnek nevezik. Tehát nagyon lassú hűtés esetén a szénben dús olvadékokból nem cementit, hanem teljesen állékony grafit válik ki. Ily lassú hűtés esetén a teljesen állékony elemekből áll az ötvözet és az egyensúlyi viszonyokat a 15. rajzban láthatjuk.



15. rajz.

Az  $A—B$  ív mentén az olvadékból ebben az esetben is elegykristályok válnak ki, az eutektikus hőmérséklet 10—15<sup>o</sup>-kal magasabb, mintha a hülés gyors. Az eutektikumon túl, miként említettem, nem cementit, hanem grafit alakjában szén válik le, jeléül annak, hogy e koncentrációkon belül (7·8<sup>o</sup>/o-a) nincs teljesen állékony vas-szén vegyület.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> A magas széntartalmú ötvözetek egyensúlyi viszonyaira vonatkozó még jelenleg is folyó kísérletek és viták eredményeit mellőzöm.

A telített elegykristálnál ( $2\%$ -nál) több szén tartalmazó olvadékok eutektikuma az elegykristály mellett grafitot és cémentit tartalmaz. Az elegykristály bomlása lassú hűtés esetén a hőmérsékletcsökkenés arányában gyorsabb, mert már  $1000^\circ$ -on befejeződik. E bomlást jelző  $\alpha$ — $X$  iv mentén az elegykristályból nem cémentit, hanem grafit válik le, úgy hogy ily hűlési viszonyok mellett már  $1000^\circ$  alatt az ötvözet a  $\gamma$  vas- és grafitkristályokból áll. További hűlés folyamán a vas polimorf átalakulása, minthogy nincs benne oldott szén, mely az átalakulás hőmérsékletét csökkentené, a rendes  $890$ , illetve  $770^\circ$ -on történik.

Rendes hűlés esetén az elegykristálynak „ $\alpha X$ ” mentén történő bomlása elmarad, azonban ha az ily ötvözetet magas, de  $1000^\circ$  alá eső hőmérsékleten hosszabb ideig izzítjuk, akkor a kiválás kisebb-nagyobb mértékben megtörténik és a temperáló-szén keletkezésére nyújt módot. A vasiparban ezt a műveletet temperálásnak nevezik.

Az elmondottak után nyilvánvaló, hogy a vasszénötvözetek a hűtés módja szerint legváltozatosabb alkotó részekből állhatnak és minthogy e módosulatok tulajdonságai különbözők, módosítják a vasszénötvözet tulajdonságait. A vasszénötvözeteknek három csoportját különböztetjük meg a szerint, a mint a hűlés következtében az alkotó részek:

- I. teljesen állékony állapotban, vas (ferrit) és grafit;
- II. nem állékony állapotban a széntartalomtól függően:
  - a) ferrit és perlit,
  - b) perlit,
  - c) perlit és cémentit; végül
- III. legkevésbé állékony állapotban, a midőn nagyon gyors hűlés következtében az elegykristályok bomlása is (a GJE iv mentén) elmaradt
  - a) martensit, esetleg
  - b) martensit és cémentit alakjában vannak jelen.

Az a tény, hogy ugyanolyan széntartalmú ötvözetnek különböző állékonyaságú állapota lehet és az I., II., III. alatt felsorolt módosulatok egymás mellett különböző mennyiségben fordulhatnak elő és viszonylagos mennyiségüket a hűtés szabályozásával változtathatjuk, módot nyújt, hogy a vasszénötvözetek sajátosságait, százalékos összetételük változtatása nélkül is, tetszésünk szerint módosítsuk. Így a nyersvas, melyben  $1.8$ — $2$  százaléknál több szén van, gyors hűtés esetén fehér marad, mert cémentit és perlit, esetleg martensit alakjában van jelen a szén; lassú hűlés esetén szürke, mert a szén grafit alakjában váltott le.

Az acél és a kovácsolt vas széntartalma  $1.8$  százalékgig terjed. A nem teljesen állékony rendszer egyensúlygörbéje útmutatásul szolgál bizonyos sajátosságú ötvözet készítéséhez. Az ily összetételű ötvözet alkotó része lehet:

a ferrit ( $Fe\alpha$ ), a leglágabb alkotórész,

a cementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), a legkeményebb alkotórész,  
a perlit ( $\text{Fe}_3\text{C} + \text{Fe}$ ), a közepkemény,  
a martensit, a vas és cementit elegykristálya, a szénttartalomtól függő  
változó nagy keménységgel, a mely azonban kisebb, mint a cementit.

Ha tehát nagyon kemény vasra van szükségünk, akkor meg kell akadályoznunk a közepkemény perlit, vagy a még lágyabb ferrit keletkezését. Ezt pedig az egyensúlyi rajz tanúsága szerint oly módon érhetjük el, ha az ötvözetet gyorsan hűtjük oly hőmérsékletre, a melyen a martensit bomlási sebessége végtelen csekély. Tehát az ötvözetet a martensit területénél magasabb hőmérsékletről hirtelen hűtjük ez alá. E gyors hűtést *edzésnek* hívják. A meg-edzett acél azonban sok esetben nagyon kemény, úgy hogy lágyítani kell. E lágyítás, a megeresztés, nagyon egyszerű művelet. A kemény acélt különböző hőmérsékletre melegítjük. A magasabb hőmérsékleten a martensit bomlássebessége növekedik és így mennél magasabb hőmérsékleten, mennél hosszabb ideig tartjuk, annál több martensit bomlik el és az acél annál inkább meglágyul. A gyakorlatban a hőmérsékletet, a hevítés közben keletkező oxidréteg színéből (vastagságából), a futtatási színből itélik meg. E bomlás  $200^0$ -on már nagyon jelentékeny, tehát nem is annyira alaptalan állítás, hogy a borotva élét a meleg vízzel való mosás elronthatja.

A vasötvözetek gyártásánál nem elégedtek meg csak a szén hatásának tanulmányozásával, hanem a legkülönbözőbb fémekkel ötvözték a vasat és ily módon oly kiváló sajátságú készítményekhez jutottak, melyeket az ipar ma már nem is nélkülözhet. Csak a króm-, volfram-, nikkell-, mangán és vas-ötvözeteket említem.

Az ötvözetek egyensúlyi viszonyainak tanulmányozása nemcsak oly tapasztalatokkal gazdagítottak, a melyeket egyes feladatok megoldására nagyon jól tudunk hasznosítani, hanem lassankint már arra is gondolhatunk, hogy az ötvözetek tulajdonságai, összetételük és készítési módjuk között általánosabb érvényű összefüggést keressünk. Ily összefüggések megállapításának pedig nagy jelentőségük van, mert felvilágosíthatnak arról, hogy az egyes fémek tulajdonságait mily ötvözéssel, mily mértékben és mily irányban változtathatjuk meg. És akkor a fölfedező munkája mindinkább mentesül a terv nélküli tapogatódzás véletlen eredményeitől. Már az eddigi eredményeket is jól hasznosíthatja az okszerű fölfedező, mert az ötvözetek egyensúlyi viszonyai reá mutatnak a jelentős koncentráció-határookra, melyeken belül a különleges sajátságú elegykristályok, a vegyületek, vagy az eutektikumok keletkeznek. CHARPI ama vizsgálatai, a melyekkel a legjobb csapágyötvözetet kutatta, bizonyítja, hogy ily tervszerű munkától milyen feladatok megoldását várhatjuk.

A forgó mozgás okozta rezgéshullámok koptató hatását nem szüntetik meg teljesen a kenőanyagok, miért ennek csökkentésére a csapágyakban

különleges anyagot, a csapágyfémeket szokták alkalmazni. Jó csapágyfémektől megkivánjuk, hogy surlódási együtthatója csekély, tehát kemény, másrészt, hogy a hullámok rezgését is kövesse, tehát elég lágy, illetőleg elég plasztikus legyen. Ugyanattól az anyagtól tehát egyszerre a legellentétesebb tulajdonságokat követeljük. Ily követelményeket csak olyan ötvözet elégíthet ki, a melyben kemény szemecskéket lágy alapanyag vesz körül. CHARPI a réz, az ón, az antimon és az ólom kettős és hármas ötvözeteinek metallurgiai vizsgálatával meghatározta azokat a csoportosításokat és koncentráció-határokat, a melyeken belül használható csapágyötvözet keletkezik.

\* \* \*

A metallurgia legújabb korszakának eredményei jogossá teszik várakozásunkat, hogy elhárítja a kulturától a vasércztelepek kimerülésével fenyegető veszedelmeket. Ha a művelődés hosszú multján végigtekintünk, láthatjuk, hogy minden korszakban a kutatóknak egyik legfőbb vágya és törekvése az volt, hogy lehetőségig a természettől függetlenítsék magukat. A természet esélyeivel szemben mindig biztosítani akarták azokat a föltételeket, a melyek a haladást lehetővé teszik. Így a fémek felhasználásánál is felismerhetjük ezt a törekvést. Valamely anyag értékének felismerésekor a beszerzésnél a véletlen találás vitte a legnagyobb szerepet. A fogyasztás növekedése és a rendszeres termelés szüksége következtében megtanultak oly anyagforrásokat keresni fel, a melyekben a természet hosszú geológiai időszakokon át összegyűjtötte a valamely célra alkalmas nyersanyagokat. Még ma is az akkumulált készletek felhasználásának korát éljük. A készletek kimerülése küszöbön áll. Törvényhozási intézkedéseket kérnek, hogy az érczkészletek kivételét megakadályozzák, ennek megvan a maga gazdasági jelentősége, de csak annyit jelent, hogy egyik országban valamivel később merülnek ki a készletek, mint a másokban. Hasonlóak, vagy talán még rosszabbak a viszonyok a kőszén alakjában felhalmozott energia-készletünkre nézve. Hiszen hazánkban a már feltárt és a még remélhető készletek, a legújabb hitelt érdemlő becslés (PAPP K. 1912. november) szerint, csak 60 esztendeig fedezhetik a szükségletet, föltéve, hogy a fogyasztás nem növekedik. Semmiféle intézkedéssel sem lehet a készletek kimerülésének útját állni, hiszen a fogyasztás számokban ki sem fejezhető arányban nagyobb, mint az akkumulálás munkája. A helyzet orvoslása a műszaki tudományok feladata. Az emberiséget oly módszerekkel kell megajándékozni, a melyek lehetővé teszik, hogy energia- és anyag-szükségletét azokból az eredeti forrásokból láthassa el, a melyekből a mostani készletek is származnak.

A művelődés e magasabb fokán az erőforrás a Nap sugárzó energiája, az anyagforrás a Föld felszínének közei lesznek. Ha helyesnek fogadjuk el CLARKE-nek, sok ezer elemzés alapján végzett számításait, akkor a Föld

felszíni rétegeiben a bennünket közelebről nem érdeklő 50% oxigénen és 25% szilíciumon kívül 7-30% alumíniumot és 3-50% vasat találunk, míg a különbség a többi elemekre esik. Az alumínium már nagy mennyiségénél fogva is figyelmet érdemel, és mind saját, mind ötvözeteinek kiváló tulajdonságai határozottan a jövő fémének szánják e szép és könnyű fémét. Már nemcsak a műiparban értékelt, jól megmunkálható, gyönyörű aransárga színű és fényű alumíniumbronzot, a rubin ragyogású vörös arany- (22%Al + 78%Au) és a szép kék színű rézötvözetét (99%Al + 1%Cu) ismerjük, hanem azt is tudjuk, hogy a vas ötvöze (85%Fe + 15%Al) oly kemény, hogy nem reszelhető, ha pedig még mangánt is keverünk hozzá, még az üveget is vágja. De ismeretes már az is, hogy bizonyos összetételű alumíniumbronzok (Cu + Al) oly nagy szilárdságúak, a tengervíznek meg oly mértékben állanak ellen, hogy a legjobb hajóépítőanyagot adnák; magnéziummal alkotott ötvöze pedig nagy könnyűsége mellett oly szilárd és annyi egyéb jó tulajdonsága van, hogy a mostani magas alumíniumárak mellett is terjed alkalmazása.

*Dr. Balló Rezső.*

## A világító élőlényekről.

A nagy természetet az örök mozgató elv, az energia, hozza és tartja forgásban. Az élettelen anyagok és az élő szervezetek világa, sőt az ember társadalma is velejében energiát termelő, átalakító és felhasználó tényező. Az élettudomány a szervezetek valamennyi életjelenségét az energiaátalakulás folytonos körforgalmával magyarázza és az életjelenségek energiaforgalmának legvégső forrását a Napból sugárzó fényenergiában keresi. A Földünkre sugárzó fényenergia első felhasználói a zöld növények, melyek a levelek sejtjeiben rejtőző sajátságos anyag, a levélzöld (chlorophyll) segítségével a fényenergiát másféle energiákká alakítják át. A zöld levelek sejtjei parányi kémiai laboratóriumok, a melyekben bonyolódott kémiai folyamatok útján keletkeznek a levegő széndioxidjából, a gyökereken át felszívott vízből és a talaj szerves anyagából az első szerves vegyületek. Az első szerves vegyületeket termelő folyamatok éltetője a Nap fénye. A zöld levelekben ezen a módon keletkező szerves vegyületek szolgáltatják az élők egész világának a táplálkozás első forrását. Az a rengeteg energiakészlet, mely ezekben a szerves vegyületekben raktározódik, az állatok anyagforgalmában szabadul fel.

A táplálék alakjában felvett szerves anyagok az állatok testében bomlanak és a bomlás alkalmával felszabaduló kémiai energia szülője a mozgásnak, a növekedésnek, az idegrendszer és az érzékszervek tevékenységének, egyszóval az állat-élet valamennyi jelenségének. Az energiát adó szerves vegyületek bomlástermékeit az állatok teste kiküszöböli magából, a



gáznemű széndioxid a levegőbe, a nitrogéntartalmú bomlástermékek pedig a talajba kerülnek. Most ismét megkezdődik a zöld növények munkája: a levegő széndioxidjából és a talajból felszívott anyagokból a nappfény segítségével újból szerves vegyületeket készítenek.

A szerves vegyületek bomlásából felszabaduló energiakészlet az állatok energiaforgalmában rendkívül sokszoros és bonyolódott átalakulást szenved. Nagyobb részben hő- és mechanikai energiává alakul át, melyek az állatok életében legelső helyen érvényesülnek. Az állati szervezetben ismerünk azonban olyan berendezéseket is, melyek a kémiai energiát különleges energiaalakokká tudják átalakítani, ilyenek a ráják elektromos szervei, melyekben a kémiai energia elektromos energiává alakul át. Nem csodálkozhatunk, ha az újabb kutatások az állatok szervezetében számos olyan készüléket ismertek meg, a melyekben a kémiai energia visszatér első eredeti alakjába, a sugárzó fényenergiába. Az állatok energiakészletének csekély töredéke, a mely végső elemzésben a Nap fényéből származott, a világító élőlényekből ismét eredeti alakjában sugárzik a végtelen világtérbe vissza.

Nemcsak a tudomány, hanem a mindennapi tapasztalás is régóta ismer fénylő, foszforeszkáló élőlényeket, vagy bizonyos szerveket, melyek a felületükről sajátos fényt sugároznak. A ragadozó állatok szeme az éjsötétségében szikrázón világít, a mint ezt a macskán mindenki tapasztalhatja. A fény a szemgolyó belsejének bizonyos rétegéből, a szem színes kárpitjából (*tapetum lucidum*) ered. Ugyanezt a tüneményt figyelhetjük meg némely éjjeli lepkén is. A szakemberek körében nemrég nagy érdeklődést keltett, hogy egy Ausztráliában élő szövőpinty-faj (*Poëphila Gouldiae*) fiókaín, a csőrük tövében kékesszínű duzzanatokat fedeztek fel, melyek a sötétben élénken világítottak. Midőn a zacskóalakú fészek sötétjében ülő fiókák csőrüket tájtják táplálékot hozó anyjuk elé, mintha lámpást tartanának elébe, melynek fényénél a jó falatokat éhes torkukba rakhatja. Egy mohafaj, a *Schistostega osmundacea*, oly élénken fénylik, hogy a vele kipárnázott sziklaüreg az ezeregyéj bűvös barlangjaira emlékeztet. Némely tengeri moszaton is megfigyelhetjük ezt a tüneményt, mint a *Cystosirá*-n és a *Wrangeliá*-n. Az eddig ismertett tünemények fizikai alapja a külső fény-sugarak tükröző visszaverődése. A ragadozó állatok szemének színes kárpitja (*tapetum lucidum*), továbbá CHUN és mások vizsgálatai szerint a *Poëphilá*-k világító szemölcssei világosan bizonyítják, hogy a világító szervek belső szerkezete olyan, hogy a kívülről jövő fénysugarakat egyszerűen visszatükrözi, minek következtében a szerv sötétben fénylik. Ezeket a tüneményeket tehát nem sorolhatjuk a szervezetek igazi fénytermelésének, az aktív világításnak körébe. Azonban az újabb kutatások felderítették azokat a berendezéseket, melyeknek segítségével a szervezetek a bennük felhalmozott kémiai energia

átalakítása útján fényenergiát termelnek. A mint a vizsgálatok bizonyítják, a világítás az élő anyag általános tulajdonsága, csak bizonyos föltételek szükségesek, hogy az nyilvánuljon. A legalsóbbrendű élőlények körében találkozunk ezzel az érdekes tüneménnyel. Egy időben a napilapok is irtak az úgynevezett „baktérium-lámpások“-ról. Utóbbiak a fénytermelő baktériumok szintenyészetével töltött lombikok, melyeknek fényénél kellemesen lehet olvasni a legapróbb írást is. Világító baktériumok okozzák a romló hús világítását. Midőn a hús a bomlásnak bizonyos fokát elérte, más baktériumok munkája következtében, megjelennek rajta a világító baktériumok, melyek fertőzés útján továbbterjednek és a húscsarnokokat világítóvá tehetik. Mészárszézekben és különösen tengerihal-csarnokokban jól ismerik ezt a tüneményt.

Számos világító szervezetet találunk az egysejtű növények és állatok körében. Ilyenek a tengerben élő *Peridinea*-k, az Ostoros-véglények közé tartozó *Noctiluca* és a Sugárállatok (*Radiolaria*) több faja. A többsejtű állatok közt a madarakat és emlősöket nem tekintve, jóformán egy osztályban sem hiányzanak világító szervezetek.

A chemiai energia átalakítása útján fényt termelő tüneménynek, az úgynevezett chemolumineszcenciának székhelyét a világító szervezetek sejteiben kell keresnünk. A világító sejtek anyagforgalma olyan anyagokat termel, a melyek vagy maguktól, vagy bizonyos föltételeknek, hatásoknak alávetve, világítanak. A világító sejtek a többsejtű állatokban mirigyszerű világító szervekké csoportosulnak, melyekhez azután fénytörő, fényelnyelő és fényvisszaverő készülékek, úgymint lencse, sötét festőanyag és színes kárpit-szerű visszaverő szövetek (tapetum lucidum) csatlakoznak. A világító sejtek termelte világító anyag kétféleképpen viselkedik. Sok állat világító szervében a tüneménynek belső elválasztás jellege van: a fénytermelőanyag bennmarad a sejtek belsejében és ilyenkor maguk a sejtek világítanak, ez az úgynevezett sejten belül való (intracellularis) világítás. Más esetekben valószínűleg valóságos váladékot lehet megkülönböztetni, melyet a világító szervek termelnek és ürítenek ki. A levegőre jutott, vagy a vízbe ürített váladék az állati testen, tehát a sejteken kívül világít, ez a tünemény az úgynevezett sejten kívüli (extracellularis) világítás. Ilyen „világító nyálkát“ figyelhetünk meg sok tengeri gyűrűsférgen, apró evezőlábú-rákokon és kagylókon. A világítás két módja a világító élőlényekben nagyon különböző módon terjedt el, miként ezt néhány jellemző példán igyekezem bemutatni.

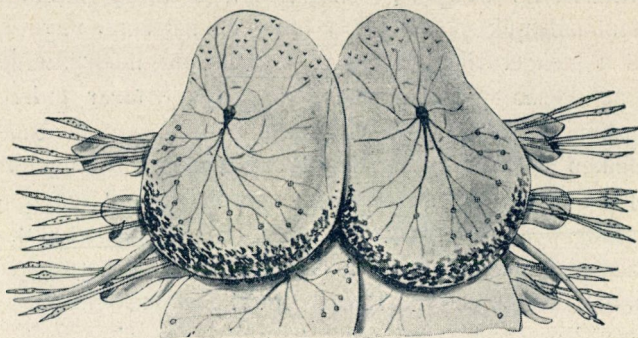
A tenger planktonjában lebegő parányi egysejtű szervezetek világában a fénytünemények pazar pompában nyilvánulnak meg. A lebegő szervezetek legnagyobb tömege az Ostoros-véglények egy csoportjához, a *Peridinea*-khoz tartozik. Ezek közt ismerünk egy különös alakú, lovagsisakhoz hasonló parányi élőlényt, a *Ceratium tripos*-t, mely testén három hosszú függelékkel és egy ostort visel. ZACHARIAS a *Ceratium*-okkal telt vizet tágas üvegbe öntötte és

a sötétben pazar, villanó tűzijátékot figyelt meg benne, mely a nagy összevisszaságban kavargó apró lények egymáshoz ütközéséből származott. A planktonban óriási tömegben él egy másik ostoros véglény, a gömbalakú *Noctiluca miliaris*. Ez a véglény oly nagyra megnő, hogy gömböcskéit szabad szemmel is jól láthatjuk. A ki éjjel a tengeren hajózott, vagy csónakázott, jól ismerheti a „tenger világítását“, azt a sajátságos, lidércszerűen felvillanó fényt, mely az evezőcsapások nyomán, vagy a hajócsavar fodrában támad. Ezt nagyrészen a *Noctilucá*-k világítása okozza. WEITLANER hajóorvos naplójegyzeteiben gyönyörűen írja le ezt a tüneményt. A tenger világításában három különböző típust figyelt meg. Az egyiket tejszerű fénylésnek nevezi; ekkor a csendes tükrön nagyobb, tejfehér világító foltok terjednek, melyek tölcészerűen nyúlnak alá a mélybe. Az evezőcsapások és a hajócsavar fodrának fénylését WEITLANER pontfénylésnek nevezi; olyan ez, mintha a sötét fodrokban szikrázó gyémántok fénye villanna fel. A csendes víztükrön is látott nagyobb, szétterjedő szikrákat felvillanni és ezt a tüneményt szikrázó fénylésnek nevezi, melyet a Vörös-tengeren különösen februáriusban, a Földközi tengeren pedig márczius és áprilisban figyelt meg.

A plankton többsejtű szervezetei közt nagyon sok fénytermelő állatot ismerünk. Ilyenek első sorban a medúzák, például a *Pelagia noctiluca*, az *Oceania scintillans* és a *Phyllirhoë bucephalum*. Nevezetes, hogy a medúzák petefészkeinek sejtjei is világítanak. A magasabbrendű lebegő szervezetek közt nagymértékű és rendkívül szép fénytermelést figyeltek meg számos apró Evezőlábú-rákfajon és a Zsákállatokhoz tartozó *Pyrosomá*-kon, melyek gyönyörű, változatos, rózsá-, narancs-, piros és ultramarinkék színű fényben pompáznak.

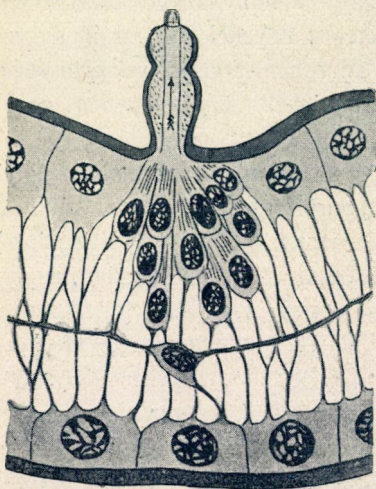
A férgek nagy kiterjedésű és változatos törzsében is vannak világító állatok. Több lebegő életmódot folytató gyűrűsférget ismerünk, mint a *Tomopteris*-eket és egyéb fajokat, melyek csonka lábaikon (parapodium) rozettaalakú világítószerveket viselnek. KUTSCHERA vizsgálatai szerint nagyon szépen világít az *Acholoë astericola* nevű kicsiny, sörtelábú gyűrűsféreg, mely egy tengeri csillag (*Astropecten*) ambulacral-üregeiben rejtőzve, térbitoló életmódot folytat. A féreg hátát bunkós nyélen ülő, cserépszindelyszerű lemezek (1. rajz), az úgynevezett elytrá-k borítják, melyek különböző ingerekre, nevezetesen mechanikai, vagy elektromos ingerlésre, erős zöldes fényben világítanak. A fény az elytrák hámrétegéből kiemelkedő körte- vagy telegráf-szigetelő alakú világító szervekből ered, melyeknek belsejében a világító váladékot termelő mirigysejtek rejtőznek (2. rajz). A világító szervek váladékukat a tengervízbe ürítik és a mint ez a vízben finoman eloszolva oxidálódik, élénken világítani kezd. KUTSCHERA megfigyelte kísérletei alkalmával azt is, hogy a világítás tüneménye idegingerektől függ. Egyéb állatokon is megállapították, hogy a világító szervek működését az idegrendszer kormányozza. Az *Acholoë*

*astericola* elytráiban egész ideghálózat látható, melynek közepében egy nagy idegdúc foglal helyet, melyből minden irányban idegrostok ágaznak széjjel és az elytra lemezét beidegzik. Ezeken az idegtörzseken ülnek az említett



1. rajz. Az *Acholoë astericola* két elytrája, a világító szervekkel és idegekkel. KUTSCHERA szerint.

körtealakú világító szervek, a bennük levő mirigysejtek pedig finom idegrostokkal állanak összeköttetésben. KUTSCHERA megfigyelése szerint a különböző ingerekre hirtelen felvillanó fény a férget megtámadó ellenség megijesztésére való. Midőn például egy rák kettéharapja a tengeri csillagból előbujó férget, ennek a leharapott farka vége hirtelen felvillan, mire a rák megijed és zsákmányát elereszti. Az *Acholoë*, mint minden gyűrűsféreg, levágott, vagy leharapott testrészeit regeneráció útján vissza tudja pótolni, a világító tehetség tehát, a nagy visszaszerző erővel egyesülve, hatalmas biztosítéka az állat fennmaradásának.



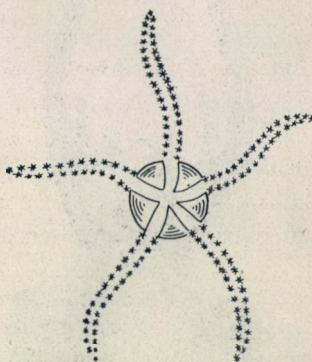
2. rajz. Az *Acholoë astericola* világító szerve. KUTSCHERA szerint.

Régi kutatók ismerték már, hogy a tengerben élő Tüskésbőrűek közül a kígyókarú tengeri csillagoknak (*Ophiuroidea*) némely faja világít. Ezeknek az állatoknak korongalakú testéből öt, rendkívül mozgékony, törékeny kar nyúlik ki, melyeknek külső váza finom mészlemezékből áll. A lemezeket mozgékony tüskék borítják, hasoldalukon pedig apró nyílások vannak, ezeken át az állat kidugja finom, lágy, féregszerű ambulacral-lábacskáit, melyeknek segítségével odaszívja magát a talajhoz és ide-oda mászkál. Az újabb kutatók egy része az ambulacral-

lábacskák végén keresi a mirigyszerű világító szerveket. Az *Amphiura squamata* nevű kicsiny tengeri csillagban (3. rajz), melynek fénylését VIVIANI már 1805-ben ismerte, újabban STERZINGER meg is találta az ambulacrál-lábacskák végén a nyálkasejtekhez hasonló világító mirigysejteket. SOKOLOW szerint az *Ophiacantha bidentata*, MANGOLD szerint pedig az *Ophiopsila annulosa* tüskéi és a karok oldalsó lemezei világítanak. A kígyókarú tengeri csillagok közt az eddig említettekén kívül sok más világító fajt ismerünk, míg a Tüskésbőrűek más osztályaiban csak a *Brisinga* és a *Diadema setosum* nevű tengeri sünök világítanak. Az újabb kísérletek szerint a kígyókarú tengeri csillagok önként nem világítanak, zöldes fényük csak bizonyos ingerek hatására, például mechanikai ingerekre, vagy alkohollal és híg savakkal való izgatásra villan fel. THOMSON WYWILLE azt is megfigyelte, hogy a 40—80 m mélységben élő fiatal tengeri csillagok sokkal erősebben világítanak, mint az ugyanahhoz a fajhoz tartozó, de a tenger felszínéhez közel élő idős állatok.

A Puhatestűek körében egy meglehetősen gyakori tengeri fúrókagyló, a *Pholas dactylus*, talán nem is annyira világításának pompájával, mint inkább azzal érdemelte meg figyelmünket, hogy DUBOIS ezen a fúrókagylón végezte számottevő vizsgálatait, melyekkel a világító életfolyamatok általános élettani és kémiai okát derítette föl. A *Pholas* köpenyének csőszerű nyúlványa, az úgynevezett szifó, választja el a világító nyálkát. A csigák és a kagylók közt ezenkívül nem is igen ismerünk világító állatokat, annál gyakoribb a világító képesség a

Puhatestűek más osztályában, a Lábasfejűek (*Cephalopoda*) közt. Ezek az állatok valóságos lámpásokat viselnek testük különböző részein, főleg a végbélnyílás, vagy a szemek körül, fejük és törzsük különböző tájain. CHUN kutatásaiból tudjuk, hogy ezek a világító szervek nem termelnek váladékot, hanem a világító anyag bennmarad a sejtekben, a Lábasfejűeken tehát a sejtenbeli világítás módja a gyakori. Világító szerveik már jóval tökéletesebb szerkezetűek, mint az eddig megismertek s megközelítik a mélytengeri halak világító szerveit. Nemcsak pusztán világító sejteket, hanem a termelt fényt összegyűjtő és bizonyos irányba terelő lencsét és sötét, vagy szivárványszerűen csillogó fényvisszaverő réteget is találunk bennük. Ilyen magas fokban fejlett világító szerveket írt le JOUBIN a *Leachia cyclura* nevű tintahalfajon. Ezt a ritka fajt a monakói fejedelem gyűjtőutazásain a Kanári- és Azori-szigetek vizeiben a tenger felszínén fogták. Ezüstösen csillogó, gömbölyded

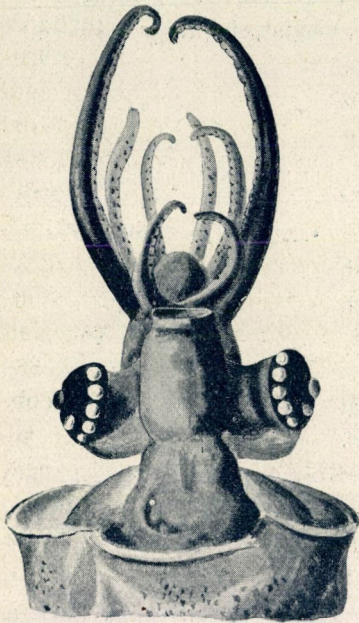


3. rajz.

Az *Amphiura squamata* világító szervei vázlatosan. A világító szervek helyét csillagok jelölik. STERZINGER szerint.

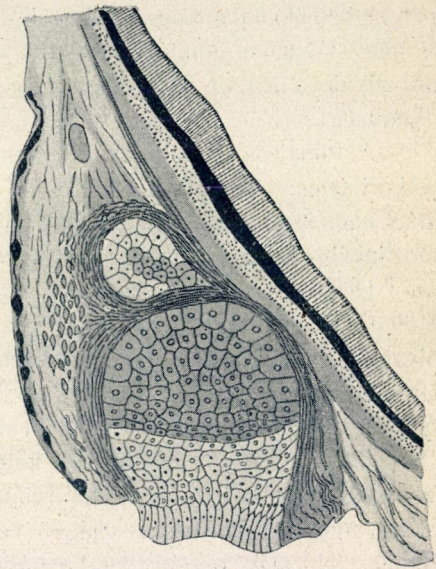
világító szervei a szemeken helyezkednek el (4. rajz). Őt ilyen szerv van a szem területén, egy pedig a szemlencse alatt, ezek alakjukban és szerkezetükben mind különbözők. A mirigyszerű világító szervet rostos, lemezes kötőszövet-burok takarja, melynek belső lemezei tükröző réteggé alakultak, a szerv belsejét pedig nagy, szabálytalan alakú világító mirigysejtek töltik ki (5. rajz). A szerv fölületén átlátszó sejtek fénytörő lencsét formálnak, míg a szem felől sötét festőanyagot sejtek határolják, melyek megóvják a szemet attól, hogy a világító szerv fénysugarai belejussanak.

CHUN vizsgálataitól eltérően, melyek szerint a Lábassejűek világító szervei nem termelnek váladékot, MEYER figyelte meg azt az érdekes esetet,



4. rajz.

A *Leachia cyclura* feje, a világító szervekkel. JOUBIN szerint.



5. rajz.

A *Leachia cyclura* világító szervének szerkezete. JOUBIN szerint.

hogy a *Heteroteuthis dispar* nevű tintahal a tölcséréből világító váladékot lövelt ki, mikor nyugalomban megzavarta. Ez az állat tehát világítóváladék kiürítése segítségével világít. Világító szervei a végbélnyílás tájékán élénken keresztülsillannak a bőrön s váladékuk pompásan fénylik. Hasonló módon világít a *Sepiolák* több faja is.

A sejteken kívül végbemenő (extracellularis) világítás érdekes példáját észlelte GIESBRECHT a tenger mikroszkópi kicsinyességű Evezőlábú-rákjain (*Copepoda*). A *Centropagidák* fajai, mint a *Pleuromma abdominale*, a

*Leuckartia flavicornis*, továbbá az *Oncaea* nevű Evezőlábú-rákok testük különböző tájain zöldessárga mirigyeket viselnek, melyek bizonyos ingerekre világító váladékukat oly erővel lökik ki, hogy ez az állattól nagyobb távolságban is világít. GIESBRECHT a rákokból álló üledéket gázsűrőn bocsátotta keresztül, a mint a víz lefolyt az állatokról, azok oly élénken kezdtek világítani, hogy zöldes szikráikat még nappal is meg lehetett látni. Mikroszkóp alatt a rákok a fedőlemez gyenge nyomásával, a víz elpárolgásával, vagy pedig desztillált vízzel, ammoniával, formollal, szublimáttal, alkohollal vagy gliczerinnel ingerelve, világítottak. A világító váladék átlátszó zöldessárga cseppek alakjában ürült ki s az állat holta után is világított; ha a váladékot összegyűjtötte és a nedvesség hatásától megóvta, sokáig megőrizte világítóképeségét. A világítás egyedüli föltétele, hogy a váladék a vízbe ürüljön és abban finoman eloszoljék, a mit GIESBRECHT azzal a kísérlettel is bizonyított, hogy a gliczerinben vizsgált váladék nem világított, azonban, a mint vizet elegyített hozzá, élénken világítani kezdett. GIESBRECHT vizsgálatai szerint az Evezőlábú-rákok világítása az élő sejteknek nem közvetlen működése, hanem csak a sejtek holt váladékának változásait kísérő jelenség. A világítás tüneményében közvetlen élettani folyamatok csak annyiban vesznek részt, hogy a világító anyagot termelik, maga a világítás a váladékban végbemenő kémiai változások eredménye. A sejtek működése, tudniillik a világítóváladék-termelés, természetesen az idegrendszer hatása alatt áll és ezért bizonyos külső ingerekre maga a világítás is élénkebb. GIESBRECHT megfigyelte, hogy a világító rákok szeme vagy hiányzik, vagy kisebb, mint nem világító rokonaiké, továbbá, midőn a rákok váladékukat kilövelték, elsiettek előbbi helyükből. A megfigyelések alapján tehát nem következtethetünk arra, hogy a világítóképeség a látás szolgálatában áll, hanem inkább az ellenség megijesztésére, vagy megtévesztésére való. Midőn az apró rákokat legnagyobb pusztítók, a halak, megtámadják, hirtelen kilökik világító váladékukat. A támadó hal figyelmét leköti a felvillanó szikrázás, a rákocska pedig felhasználja az ellenség zavarát és elmenekül.

A rovarok csodásan változatos világa költői szépségben tárja elénk a világítás tüneményét. A szerelem havában, csendes májusi estéken sötét ligetekben sétálók sokat gyönyörködhetnek a fűben, a bokrok alján felvillanó fehéres-zöldes sziporkákban. Ezek a kicsi lámpások a szentjánosbogárkák. Fényük mintha szerelmi játékok tüze lenne. És az valóban a szerelem szolgálatában áll. A biológusok ugyanis abban találják a fűben rejtőzködő nősténybogár világításának szükségét, hogy az ide-oda röpködő hímek rátalálhassanak. Nálunk több fajt ismerünk ezekből a világító bogárkákból, legközségesebb köztük a *Lampyris splendidula*, előfordul továbbá a *Lampyris noctiluca*, ritkábban találhatjuk a *Phosphaenus hemipterus*-t és Herkulesfürdő környékén a *Luciola mehadiensis*-t. Világító szerveikkel, melyek

a potroh-szelvényeken helyezkednek el, már régóta foglalkoznak a kutatók. 1782-ben FORSTER azt hitte, hogy az állati folyadékokban feloldott foszfor okozza a világítást. 1858-ban KÖLLIKER, a nagy szövetbúvár, tüzetesen vizsgálta a szentjánosbogár világító szervét. Egy átlátszó és egy átlátszatlan réteget talált benne, mely utóbbi tele van hűgysavas ammonium-kristályokkal. A világítást a fehérje-vegyületek oxidálódásával magyarázta, ennek az eredményei az említett kristályok, kísérő jelensége pedig a világítás. A világító szerv működését az idegrendszer kormányozza. KÖLLIKER ezt az idegkészüléket hasonlónak mondja a ráják elektromos szervéhez. Újabban BONGARDT és WIELOWIEJSKI kutatásaiból pontosan ismerjük a világító szerv beidegzését, tudjuk, hogy a világítás teljesen az idegingerek hatása alatt áll. A kormányzó idegek legfinomabb ágai egész a világító sejtekig követhetők. VERWORN az olaszországi *Luciola*-kon tapasztalta, hogy fényük az idegingerektől szabályozva, percenkint 60—80-szor villan fel. Ha a bogarat lefejezte és ezáltal idegrendszerének középpontjától megfosztotta, a világítás megszűnt, ha azonban a sérült felületet valamivel izgatta, a fény újra felvillant. Újabb kutatók kísérletekkel is bebizonyították, hogy a szentjánosbogarak világításához oxigén szükséges.

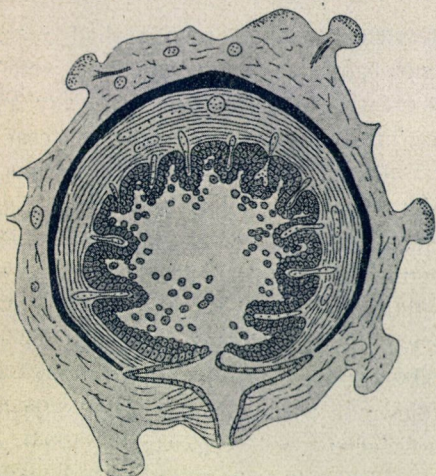
A trópusok színpompás, bújá táján a világító bogarak ragyogása is mesés arányokat ölt. A mi szerény, inkább valami lárvához hasonló szentjánosbogarunk fénye pislogó mécses a braziliai és a jávai őserdők világító bogarainak ragyogása mellett. Ezek a nagy világító bogarak is a *Lampyris*-félékhez tartoznak. Fényük, mely a potroh hát-oldalát kitöltő idegekkel és lélekzőcsövekkel (tracheákkal) átszőtt, laza, zsírnemű szövetből, az úgynevezett zsírtest sejtjeiből ered, a karbunkulusával versenyez és nem folytonosan, hanem időnkint villan fel. A mi pattanó-bogaraink (*Elateridae*) rokonai, a Braziliában élő *Pyrophorus*-ok, toruk hátsó sarkában viselnek élénken világító foltokat.

Az Izeltlábú állatok (Arthropoda) más osztályaiból ismerünk egy világító százlábút, a *Geophilus electricus*-t. Törzsének oldalán, a lélekzőcsövek nyílásai (stigmák) mentén, szimmetriásan találjuk a világító váladékot termelő mirigyeket. Az Izeltlábúak törzsének egyéb osztályaiban, mint a pókok és a skorpiók közt, világító állatokat nem ismerünk.

A tenger mélységeit kutató expedíciók már régebben felderítették azt az érdekes tényt, hogy a nagy mélységek sötétségét a világító állatok, nagyrésztben a világító halak termelte fény élénkíti föl. Az expedíciók anyagának feldolgozói számos világító halat írtak le, újabban pedig BRAUER, a ki a „Valdivia“ hajó által gyűjtött gazdag anyagot tanulmányozta, a halak világító szerveinek rendszeres megismertetésével ajándékozta meg a tudományt. A halak világító szerveiben szép átmenetet látunk a nyílt, mirigyszerű szervektől a zárt szervekhez, melyek nem ürítik ki termékeiket, az előbbiektől tehát

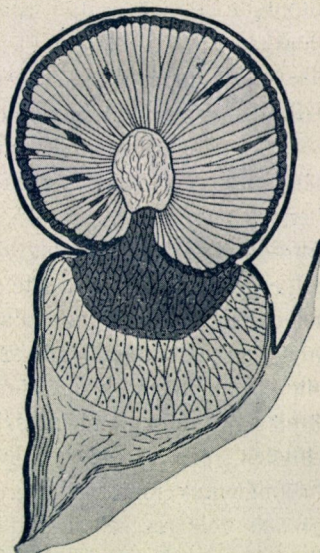


a sejtenkívüli, az utóbbiak pedig a sejtenbelüli világításnak jó példái. A bonyolódott szerkezetű világító szervekben a világító anyagot termelő sejteken kívül járulékos alkotórészeket is találunk, melyek a világító szerveket a tökéletes optikai eszköz minden kellékével felruházzák. A sejtek egy része átlátszó fénytörő közeg gyanánt működik és a szerv szabad felületén elhelyezkedve, lencse módjára a termelt fénysugarakat bizonyos meghatározott irányban gyűjti össze. A világító szerveket réteges szerkezetű, különböző élénk színekben fénylő reflektor burkolja, mely visszaverődés útján növeli a fénysugarak erejét, végül sötét festőanyagot tartalmazó burkot (diaphragmát) is találunk rajtuk, mely a fénysugarakat csak bizonyos irányban engedi a



6. rajz.

A *Gigantactis* világító szervének szerkezete. BRAUER szerint.



7. rajz.

A *Chauliodus* világító szervének szerkezete. BRAUER szerint.

szervből kisugárzani. Némely hal nyélen ülő világító szervét külön izmok segítségével forgatni is tudja, végül a legtöbb világító szervet gazdag ér- és ideghálózat borítja.

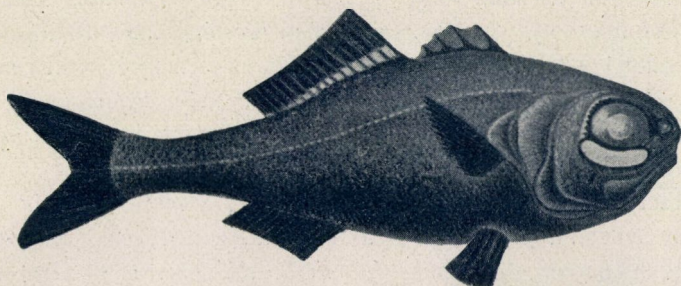
BRAUER első helyen említi a *Ceratiüda*-knak és az *Onchocephalida*-knak úgynevezett tapogatószerű szerveit. Ezek a hosszú tapogatók a hátúszók módosult sugarai, a melyek a homlokokon vagy az orrcsúcson helyezkednek el. A hal úszás közben előre nyújtja őket. Végükön tapintó szőröket és szemölcsöket viselnek, belsejükben rejlik a szabadba nyíló, gömbölyded zacskó, melyet a világító váladékot termelő mirigysejtek bélelnek ki. Ilyen a *Gigantactis* nevű hal világító szerve (6. rajz). A világító szervek alakulásában

a magasabb fokozatokat a *Stomiatidá*-k családjában találjuk, a *Stomias*, *Chauliodus* és más nemekbe tartozó halakon. Az úszók tövében, a kopolyúfedőkön, vagy a szem táján levő világító mirigyek kivezető csöve lassankint elveszti működését, bezárul és a váladék nem jut ki a mirigyből (7. rajz). Némely fajban ugyan megtaláljuk még a világító szerv középponti üregét, BRAUER tapasztalatai szerint legalább is a fiatal halakban, az idősebbek világító szervét azonban teljesen kitöltik a mirigysejtek, melyek kocsonyaszerű, fénytörő belső testté alakulnak, egy részük pedig a mirigy felületén a lencse szerepét veszi át. BRAUER azt tapasztalta, hogy a fénytermelés folytonosságát az idegrendszer nem kormányozza. A világító szervekben különben is csak szabálytalanul behatoló bőridegeket talált, melyeket nem tekinthet sajátos világító idegeknek. A mikor tehát az állat a fényt saját akaratóból hatástalanná teszi, akkor világító szervét elforgatja, némelyik szemhéjszerű ernyőt húz föléje, a fénytermelés azonban nem szakad meg.

A világító szervek biológiai jelentőségéről az a legerterjedtebb vélemény, hogy fényük a zsákmány felismerésére, odacsalogatására, vagy az ellenség megijesztésére való. BRAUER szerint azonban ez a vélemény sok esetben nem találó, mert a legtöbb halfajon a világító szervek a törzsön vannak, melyek fényüket oldalt, lefelé vagy hátrafelé vetik, tehát oly irányokba, melyek nem esnek az állat látómezejébe. Ezek a szervek nem egyszínű fényt, hanem különböző színű fényt termelnek, a sokszínűséget mintegy a színbeli mustrázat kifejezőjének tekinthetjük. Ez pótolná a tenger sötét mélységeit lakó állatoknál a színruha hiányát. A mélytengeri hal tehát nem színtelen, ellenkezőleg, ragyogó színekben pompázik. BRAUER ennek a körülménynek fontosságát a fajtársak kölcsönös felismerésében, a különböző neműek fölkeresésében látja és ezt a nézetét azzal is támogatja, hogy a világító szervek elhelyezkedése kimutatható szabályosságot tüntet fel, mely a különböző fajokat mint állandó bélyeg jellemzi.

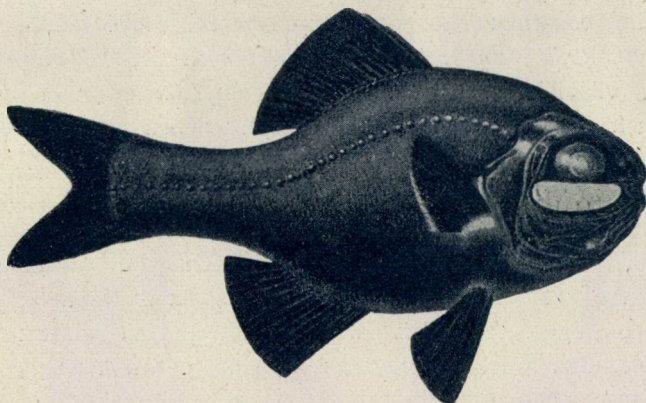
A világító szervek biológiai megítélésében fontos az a körülmény, hogy a világító halak csupán a nagy mélység lakói-e, vagy pedig a felszínhez közel is rájuk akadhatunk? Két felszínlakó világító halfajt ismertetett STECHE. A nevük: *Anomalops katoptron* és *Photoblepharon palpebratus* (8. és 9. rajz); mindkettő a maláji szigetek vizeiben él. A maláji horgászok csalinak használják őket: világító szervüket kivágják, mely így is világít egy egész éjszakán át és megerősítik a horgon az igazi csali fölött, ez azután odacsalja fényével a halakat. Az *Anomalops* úszás közben szórja zöldesfehér fényét, világításában 10 percnyi fénylés ötperces szünetekkel váltakozik. Világító szervét porczogós nyélen, izmok segítségével forgatni tudja és ezáltal fényét elzárhatja. A *Photoblepharon* esténként mozdulatlanul les a korallok közt, melyek ilyenkor mintha izzólámpákkal lennének kivilágítva. Világító szerve elé szemhéjszerű ernyőt húzhat, melylyel azt el tudja takarni. Mind a két faj világító szerve jókora nagy,

több mint 1 cm átmérőjű s a szem alatt, mély gödörben fekszik. A fény-sugarat előrefelé vetik, és hogy ez a szemet ne érje, a szervnek, a szem felé néző oldalába fekete festőanyag rakódott. Reflektoruk is van. A szervek egyébként mirigyes szerkezetűek, sejtjeik átlátszó, folyékony váladékot termelnek s ez már benn a sejtekben is világít. Világításuk állandóan, önként



8. rajz. Az *Anomalops katoptron* nevű világító hal. STECHE szerint.

működik, az ingerek nem változtatják erősségét, a miként STECHE ezt fogságban tartott állatokon tapasztalta. STECHE mind a két fajt nemcsak életmódjában, hanem szervezetében is jellemző felszínlakónak mondja; se csontvázuk, se szemük, se pedig agyvelejük szerkezetében nem találta meg



9. rajz. A *Photoblepharon palpebratus* nevű világító hal. STECHE szerint.

a mélységlakáshoz való alkalmazkodás nyomait, csupán a szemük nagyobb, mivel éjjeli életet élnek.

Végighaladtunk az állatország törzsfáján, addig az elágazásig, a hol még az aktív fénytermelés tüneményével találkozhatunk. A tények ismerete után le kell szűrniük azokat az általános élettani következtetéseket, a melyek az állati sejt titokzatos műhelyébe világítanak. Megismertük a világító

szervek berendezését magukon az állatokon, azonban belső működésükkel és magának a fénytermelésnek mibenlétével, azokkal a kémiai és élettani folyamatokkal, a melyek ezt az energiaátalakulást előidézik, még nem foglalkoztunk. Azt sem tudjuk, hogy beilleszthetjük-e az állatok világításának tünetnyét a szervetlen természetben is uralkodó, ismert fizikai és kémiai törvényszerűségek sorába, vagy pedig a világítás valamely titokzatosan működő, külön erő nyilvánulása, és az állati fénylés, miként PFLÜGER mondá, mintegy mutatja azt a helyet, a hol a fáklya ég, a melyet életnek nevezünk?

Az állatok termelte fényben keresnünk kell ugyanazokat a fizikai tulajdonságokat, a melyek a holt természetben ismert, az égéssel kapcsolatos fénytünetnyek sajátosságai. Az állatok fénye azonban nincs összekötve hőtermeléssel és hőemelkedéssel; az a hőfok, a melyen az állatok világítanak, nem lehet magasabb annál a hőfoknál, a mely élő szervezetek belsőjében egyáltalában lehetséges. Mi több, a fénytermelő állatok, miként láttuk, kivétel nélkül, alacsony hőmérsékletű (poikilotherm) szervezetek. Az élőlények termelte fény tehát „hideg fény“. Egyéb fizikai tulajdonságai sorában az állati fény erősségét (intenzitását) LODE nagyon csekélynek találta; a *Vibrio Rumpel* nevű világító baktérium 1 mm<sup>3</sup>-nyi telepének intenzitása csak 0.000 000 000 785 gyertyafény volt, úgy hogy körülbelül 2000 m<sup>2</sup> világító fölületre volna szükség, hogy a telep világítása egy normál gyertya fényével versenyezhesen. Más megfigyelők szerint a *Pyrophorus* nevű világító bogárnak <sup>1</sup>/<sub>150</sub> normálgyertyaerőjű fénye van, a szentjánosbogarat pedig 150—200 méternyi távolságból fel lehet ismerni. SIMROTH szerint egy világító toll-korall (*Pennatula*) fényénél még 6 m távolságban olvasni lehet. Az állati fény színének megítélésében fontos, hogy a megfigyelő pihent vagy fáradt szemmel látja-e a jelenséget. A *Bacterium phosphoreum* fényét például a pihent szem sárgásfehérnek, míg a fáradt szem smaragd-zöldszínűnek látja. A legtöbb világító állat fénye zöldes, vagy kékes színű, némelyek, mint a *Pyrosomá*-k, nagyon változatos színben ragyognak. Az állati fény színekepe folytonos, az ibolyántúli sugarait még nem ismerik eléggé. A fotografuslemezre ugyanolyan hatású, mint a Nap fénye; átlátszatlan testeken nem hatol át, tehát ebben a tekintetben a napfény tulajdonságaiban osztozik.

Foglalkoznunk kell még azzal, hogy a világítás folyamatában az életműködések mennyiben vesznek részt? Olyan életfolyamat-e ez, mint például az izmok összehúzódása, vagy pedig az életműködések csak előkészítik a tünetnyet annyiban, hogy a világító váladékot termelik és maga a világítás csak ez utóbbi kémiai változásainak kísérő jelensége? Az újabb kutatások az állati világítás „vitalitásának“ kérdésében határozottan bebizonyították, hogy nem maga az élő anyag világít, hogy ez a tünetny épp oly kevésbé életjelenség, mint például az emésztés alatt valamely szén-

hidrát felbontása, melyet ugyanolyan enzim végez, a melyet az élő anyag termelt, hatását azonban tisztán fizikai és chemiai szempontok szerint kell megítélni.

Az állati világítás vitalitásának vizsgálatában keresnünk kell a kapcsolatot a világítás föltételei és a szervezetek általános életföltételei közt. Az élet megszüntével ugyan, mint minden energiatermelés, megszűnik a világító anyag termelése is, a termelt világító anyag azonban az állat halála után is tovább világíthat, miként ezt többek közt GIESBRECHT a gliczerinben megőrzött és beszárított rákokon tapasztalta, vagy az *Anomalops* és *Photoblepharon* nevű halak kivágott és horgász-csalinak használt világító szervéről tudjuk. Hogy az életföltételek és a világítás föltételei közt nincs közvetlen okbeli kapcsolat, abból tudjuk, hogy a világító baktériumok bizonyos talajon tenyésztve, elvesztik világító tehetségüket, ez azonban életfolyamataikra más tekintetben nincs hatással. Mint minden életjelenséghez és anyagforgalmi változáshoz, a világításhoz is szükséges az oxigén jelenléte, melyet sok esetben határozottan tudunk bizonyítani, nevezetesen a világító szervek nagy vérbőségével, vagy mint BEIJERINCK tette: a világító baktériumtenyészet megszüntette fénylését, erre chlorophyllt tett hozzá és ekkor elég volt egy gyújtót meggyújtani, hogy az oxigén, melyet a chlorophyll fény hatására felszabadított, előidézze a tenyészet világítását. DUBOIS szerint a szentjános-bogár világító szervében chemiai reakcióval is ki lehet mutatni az oxigén jelenlétét. Ellenben ismerünk olyan világító szerveket is, melyek oxigén nélkül is világítanak, például némely hal világító szervében teljesen hiányzanak a vérerek és így az oxigén hozzájárása ki van zárva. A világítás egyéb föltételei közül megállapították, hogy azt az alacsony hőfok nem gátolja; baktériumoknál még  $-80\text{ C}^0$  sem szünteti meg a világítást. A baktériumok fénylése függ a tápláló talaj sótartalmától is. Így például, ha a tápláló talajban 3% konyhasót, káliumsalétromot vagy káliumkloridot oldunk, ezek a sók nagyon kedvezően mozdítják elő a tenyészet világítását, a magnézium-szulfát ellenben gyengíti. Kedveznek a világításnak bizonyos szerves anyagok is, pl. a gliczerin és a különböző cukorfajták, egyéb szerves anyagok ellenben hatástalanok.

A világító szervezetek életműködése, miként az előbbiekben láttuk, bizonyos váladékot termel. Ezt a váladéktermelést, mint minden életjelenséget, az idegrendszer ingerei kormányozzák és mind azok a külső ingerek is hatással vannak rá, melyek általában visszahatást keltenek a szervezetekben. Maga a világítás tüneténye az élő sejtek holt váladékában megy végbe. Ebben a váladékban vannak azok a chemiai anyagok, a melyeknek átváltozását, és pedig valószínűleg oxidálódását, fénytünetények kísérik. MOLISCH ezeket az anyagokat a „photogen“, azaz „fénytermelő“ általános elnevezéssel jelöli, chemiai természetükről azonban egyelőre még semmi biztosat

nem tudunk. Az élettelen világból is ismerünk olyan tünetenyeket, hogy bizonyos vegyületek oxidációja útján fény fejlődik. RADZISZEWSKI kísérleteiben sok szerves vegyület fényfejlődés közben aktív oxigénnel oxidálódott, és pedig olyan vegyületek, melyek az élőlényekben is nagyon el vannak terjedve, mint a lecithin, zsirok, cholesterin, illanó olajok stb. RADZISZEWSKI arra gondol, hogy talán éppen ezek a vegyületek szerepelnek az élőlények világításában, ezek volnának a MOLISCH fotogénjei. A fotogének chemiai természetéről azonban, miként föntebb mondtam, egyelőre biztosan nem nyilatkozhatunk. Honnét kerül azonban a fotogének oxidálódásához szükséges aktív oxigén, holott PFEFFER vizsgálataiból tudjuk, az élő sejtekben aktív oxigén nincs? Erre a kérdésre az enzimek, az ú. n. oxidázok adják meg a feleletet, vagyis olyan anyagok, a melyek az inaktív oxigént átviszik a szerves vegyületekre. Ha tehát a világító váladékban valamely enzimet tudunk kimutatni, akkor megértjük a világítás egész mibenlétét: ez olyan folyamat, a mely „in vitro“ csak aktív oxigén jelenlétében mehet végbe, a szerves váladékban azonban az inaktív oxigén is előidézheti az oxidázok közvetítésével. DUBOIS találta meg ezt az oxidázt a világító fűrókagyló szifójában. Ebből a szervből két különböző anyagot tudott kivonni, egyet alkohollal, a másikat pedig kloroformmal, ezek magukban nem világítottak, hanem ha összekeverte őket, a keverék élénken foszforeszkált. DUBOIS az egyik anyagot lucziferinnek, a másikat lucziferáznak nevezi; az utóbbi volna az az enzim, a melynek oxigénközvetítő hatására a másik anyag világítani kezd.

Az élőlények világítása a természet általános fizikai törvényein alapszik. Nem egyéb ez, mint chemiai lumineszcencia, mely az élő sejtek bizonyos váladékában megy végbe. Azt az anyagot, a melynek chemiai változása a világítást előidézi, MOLISCH-sal fotogénnek nevezhetjük, a nélkül azonban, hogy ezzel a pusztá elnevezéssel ennek az anyagnak chemiai természetéről valami pontosat mondanánk. Az élő sejtek a világítás tünetenyéhez csak a föltételeket teremtik meg, maga a világítás az élő anyagtól térbelileg is elkülönítve, a termelt váladékban történik. A fénytermelő chemiai folyamat a fotogének oxidálódásában áll, mely minden valószínűség szerint oxidáló enzim közvetítésével megy végbe.

*Dr. Szüts Andor.*

---

## A mohokról származástani és fejlődéstani szempontból.

Az alsóbbrendű növények között tudvalevőleg a Mohok foglalják el fejlettség dolgában az első helyet. Az eddigelé megállapított fejlődési sorrend szerint az Archegoniatae alosztályban a Mohok (*Bryophyta*) csoportjában a Májmhok (*Hepaticae*) mint *alsóbb-*, a Lombosmohok (*Musci v. Musci frondosi*) pedig mint *magasabbrendű* szervezetek szerepeltek s azután már a

Harasztfélék (*Pteridophyta*) csoportja következett. Ez volt még nem is régen, mindössze néhány évvel ezelőtt, a tudomány álláspontja.

Az újabb származástani és fejlődéstani kutatások azonban ezt a felfogást lényegesen megváltoztatták. Az eddig belénk gyökeresedett nézettel immár szakítanunk kell s el kell ismernünk az újabb kutatások eredményét, mely szerint nagyon szokatlanul éppen a Májmohokat kell magasabb-, és a Lombosmohokat alsóbbrendűeknek tekinteni a fejlődés sorozatában.

Mielőtt ezt az ügyet megvilágítanám, röviden általánosságban jellemezem a Mohokat:

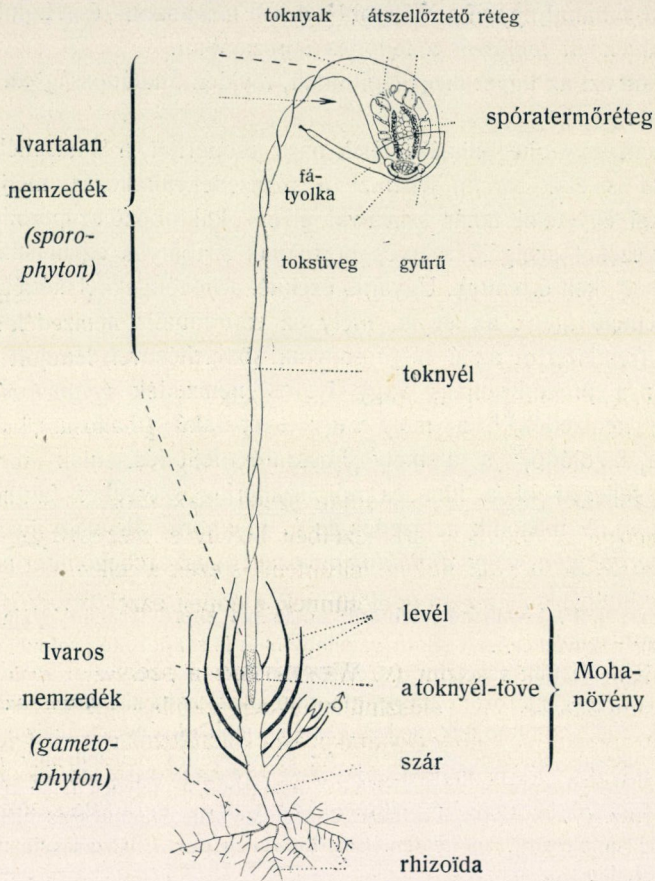
Miként az Archegoniaták másik nagy csoportját, a Harasztféléket, úgy a Mohokat is első sorban jellemzi a nemzedékváltakozás, melyen WETTSTEIN bécsi egyetemi tanár szavaival élve: „különböző szaporodási módoknak és az ezeket szolgáló szervcsoportoknak szabályos egymásutánban való következését“ kell értenünk. Ugyanis ezeknél a növényeknél kétféle nemzedék különböztethető meg: az egyik, mely az embrionális nemzedék spórája csírázásából (rendszerint az ú. n. protonema közvetítésével) létrejött közvetlen eredmény: a proembrionális vagy ivaros nemzedék (*gametophyton*, vagy *haploidon* nemzedék),<sup>1</sup> a mely vagy telepalakú (thallosus),<sup>2</sup> vagy szárra és levélre tagolódó,<sup>3</sup> s a mely hosszabb fejlődés után meghatározott pontokon fejleszti ki a hím és női szaporító szerveket (antheridium és archegonium). A második nemzedék, az ú. n. embrionális vagy ivartalan nemzedék (*sporophyton*, vagy *diploidon* nemzedék), az archegonium petesejtjének

<sup>1</sup> Lorsy J. P. kiváló németalföldi botanikus eltérő terminológiája e részekre vonatkozólag a következő. A spóra vegetatív uton is szaporodó protonemává csírázik ki s ez az X-nemzedék vegetatív része. Az X-nemzedék, ha ivarszervek fejlesztésére készül, akkor meghatározott „gametophoron“-okat hajt, melyeken az ivarszervek ülnek. Ezek a gametophoronok a hétköznapi „mohanövények“, melyek tehát csak egy részét alkotják az X-nemzedéknek. Az archegonium petesejtjének megtermékenyítése után létesült embrióból fejlődik a 2 X-nemzedék, a melynek felső része (a tok) a termékeny rész. (V. ö. Lorsy, Vorträge über botanische Stammesgeschichte, gehalten an der Reichsuniversität zu Leiden. Ein Lehrbuch der Pflanzensystematik, II. köt., Jena, 1909, 7. lap.)

<sup>2</sup> A Májmohokra jellemző, hogy protonemájuk kicsi és hamarosan tönkre megy. Ivaros nemzedékükön felső- és alsó felszint (dorsiventrális szerkezet) lehet megkülönböztetni, és vagy telepesek, vagy szárasak, utóbbi esetben a levelek vezetőér nélkül fejlődnek ki. A sporogonium bezárva marad az epigoniumban, vagy azt tetején áttöri.

<sup>3</sup> A Lombosmohokra jellemző a többnyire conferva-szerű protonema, mely néhány kivételes esetben lapos, lemezes (pl. a vizes helyen csírázó *Sphagnum* spóráé, a *Georgiaceák*-é *Diphyscium*-é stb.), rendszerint tönkre megy, csak néha marad fenn (pl. *Ephemerum*, *Sporledera*). A proembrionális-nemzedék száras. A sporogonium fejlődésekor az epigonium felszakad s felső részét mint fátyolkát (calyptra) a fejlődő sporogonium felemeli a magasba. A sporogoniumban nagyon hamar elkülönül az amphi- és endothecium.

megtermékenyítése után az embrióból fejlődik az ivaros nemzedéken, abból élőködik, s tokra meg toknyélre (seta) tagolódik és tokja mindig csak egyféle spórát (isospora) fejleszt. A kétféle nemzedék egymáshoz való viszonya világos; megértésére szolgáljon a mellékelt vázlat (1. rajz), a melyhez külön magyarázó szöveget igazán fölösleges írni.<sup>1</sup>



1. rajz. Egy lombosmoh vázlatos képe, nagyítva.

Lássuk röviden a Mohok törzsfajlására vonatkozó újabb felfogást. E tekintetben egészen új nyomokon halad v. WETTSTEIN és iskolája, pl. PORSCH O.

<sup>1</sup> A két nemzedékre vonatkozó, többféle elnevezés zavarba hozhatja hirtelen az embert; így történhetett meg, hogy az oly kiváló és igazán pótolhatatlan munkában, mint a minő az „Illustriertes Handwörterbuch der Botanik“ (Herausgegeben von CAMILLO KARL SCHNEIDER, Leipzig, 1905), a 189. lapon az „embryonale Generation“ czímen a 4. sorban „ivartalan“ nemzedéket mond *ivaros* helyett! Különben eme megbecsülhetetlen szótár egynéhány hiányára annak idején felhívtam volt a mohás rész érdemes és kiváló szerzőjének figyelmét.



PORSCH O. nagyon becses művének<sup>1</sup> bennünket érdeklő része röviden összefoglalva a következő:

Az új n. anatómiai módszernek mint a törzsfajlódástani rendszertan nagyon fontos segédtudományának segítségével éles szembeállításba kerültek a szerkezeti (*phyleticus* vagy *taxonomicus*) bélyegek, melyek legtöbbször semmi nemű egyenes vonatkozásban nincsenek az időszerű külső tényezőkkel, az új n. alkalmazkodásbeli bélyegekkel, melyek egy meghatározott, időszerű, ható életkörülményhez való alkalmazkodásnak kimutatható következményei.<sup>2</sup> A szerkezeti jellemvonások egyik legfontosabbika<sup>3</sup> a lélekzõnyílások (stomata) kifejlődése. A lélekzõnyílások a növények életháztartásában vitt fontos szerepükhöz képest nagyfokú alkalmazkodást tüntetnek fel, de ezeknek törzsfajlódási és élettani értékét megítélni csak abban az esetben tudjuk, ha valamely rokonságilag összetartozó csoportnak lehetőleg bő anyagán végeztük vizsgálatainkat s megállapítottuk finomabb szövettani szerkezetüket és elterjedési körüket. A lélekzõnyílásoknak nagyfokú örökölt alkalmazkodó tehetségére nagy hatással van az a tény is, hogy a növény az egyszer megszerzett tulajdonságot lehetőleg megtartani igyekszik.

Természetesen az ily szervnek kifejlődése, mely a növény belseje kialakulásának mikéntjéhez simul, nem egyszerre történik, hanem a növény lassan, hosszas alkalmazkodásbeli múlt alapján szerzi csak meg. Az alkalmazkodás kész eredményei a finomabb szerkezetben bizonyos megegyezéseket fognak a rokon, összetartozó csoportokon feltüntetni, s ezek a jellemvonások a külső tényezők különbözősége esetén is előtűnnek s éppen ezzel bizonyítják szerkezeti jellemvonásukat.

Az újabb felfogás szerint (V. WETTSTEIN) a szerkezeti jellegek, törzsfajlódásuk tanúsága szerint, valószínűleg alkalmazkodási jellegekből keletkeztek s e felfogás éppen a nemzedékváltakozásra vonatkozólag ad nagyon mélyreható magyarázatot, a mennyiben azt, mint egy nagy történelmi alkalmazkodásnak szükségyszerű eredményét állítja oda.<sup>4</sup> És így a törzsfajlódási bélyegek azok, a melyek, mint egy történelmi alkalmazkodás eredményei, örökölhető rögzítés útján alkotó bélyegekké váltak, ezzel ellentétben az alkalmazkodási bélyegeknek kimutatható keletkezési oka az időszerű alkalmazkodás. Hogy a lélekzõnyílások, mint becses szerkezeti bélyegek, éles megvilágításba kerül-

<sup>1</sup> PORSCH, Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena, 1905, XV, 196. lap.

<sup>2</sup> V. Ö. VESQUE in Ann. d. sc. natur., sér. VI, T. XIII, 1882, 9. lap; VON WETTSTEIN, Handbuch der systematischen Botanik, I. köt., 1902, 33. lap.

<sup>3</sup> SOLEREDER H., Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899, (Bevezetés, 7. lap).

<sup>4</sup> V. WETTSTEIN, Handb. d. syst. Botan., II. köt., I. rész 1903, 13—16. lap, I. köt., 37—38. lap.

jenek, PORSCH O. három típust ismertet, nevezetesen a Nyitvatermők, a Fűfélék és a Mohok típusát. Bennünket ez alkalommal a Mohok típusa érdekel. A Mohok azért is fölötte fontosak, mert a törzsfjlődést tekintve ezek az első növények, melyeknek valódi lélekzõnyílásuk van, melyek mintegy a szükséglet igényeit a legkezdetlegesebben kielégítő berendezkedést mutatják és a melyek a Mohoknál is a rokonsági kapcsolatoknak kifejezői. Tekintetbe jöhetnek a fenti cél érdekében a Lombosmohok és a Májmohoknak Anthocerotales nevű családja, melynek ivartalan nemzedékén valódi lélekzõnyílások fejlődnek. Minthogy a Mohok több nagy csoportra, ezek ismét számos családra tagolódnak, több lélekzõnyílás-típus előfordulását várja az ember; de viszont a lélekzõnyílások kialakulásánál mutatkozó egységes terv megint közös vonásokra mutat rá. A Lombosmohok törzsfjlődésének szálai összekuszálódva, a közös jellegek nincsenek egyenletesen elosztva több nemzetségre; s éppen az átszellõztető rendszer és ezzel együtt a lélekzõnyílások azok, a melyek mint legérzékenyebb szervek akkor, a mikor a földi, a levegõben való élethez alkalmazkodtak, nagy átalakulásnak voltak kitéve és ennek következtében őseredeti típusuktól lényegesen eltértek. Mindamelllett az alakokban gazdag Lombosmohok lélekzõnyílásai egységes, és néhány kivételt nem tekintve, jellemző típust mutatnak s ezzel bizonyítják nagyon fontos törzsfjlődési jelentőségüket. A lélekzõnyílások „moha típusa“ csak gyűjtő név, ismereteink a részletek ki nem kutatása miatt eddigelé még hiányosak. E típusból eddig csak a *Polytrichaceae*-típust ismerjük eléggé tisztán.<sup>1</sup>

Más növénycsaládtól eltérően, jellemző a Mohokra az is, hogy több olyan nemzetségük van, a melyeknek lélekzõnyílása egysejtű,<sup>2</sup> illetõleg 3—4 sejtõl összetett<sup>3</sup>; továbbá, hogy a zárósejtek elõ és hátsó udvarának kutikuláris léczei nagyon kevés kivétellel nem érvényesülnek. Igen sajátosságos a *Polytrichaceae*ák lélekzõnyílásának keresztmetszeti képe, a hol tudvalevõleg a nyílás nem különül el elõudvarra, középponti hasítékra és hátsó udvarra, hanem éppen középmagasságban a legszélesebb, ezért nevezte el HABER-

<sup>1</sup> A következõ szerzõk kutatása alapján: W. P. SCHIMPER, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les mousses*. Strasbourg, 1848, 65. lap. Tab. VIII, Fig. 22—23, 24; J. R. VAIZEY, *On the Anatomy and Development of the Sporogonium of the Mosses*. Journal of the Linn. Soc., London, Vol. XXIV, 1888, 265. és köv. lap. Plate X, Fig. 17—18, 20—23; G. HABERLANDT, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose*. Berlin, 1886, különnyomat a *Jahrb. für wiss. Botan.* XVII. köt., 3. füzet, 459. és köv. lap, XXVI. tábla, 17—19. ábra; E. BÜNGER, *Beiträge zur Anatomie der Laubmooskapsel*. Inaug.-Diss. Cassel, 1890, különnyomat, *Bot. Centralblatt*, 1890, XLII. köt., 20—25. sz., 1—30. lap, 1. ábra, 16—18. lap.

<sup>2</sup> Így a *Physcomitrella*, *Physcomitrium*, *Pyramidula*, *Enthostodon* és *Funaria* nemzetségeknél.

<sup>3</sup> Így pl. a *Polytrichum juniperinum*, *P. commune* és a *Brachythecium rutabulum*-nál.

LANDT G. „középponti hasítéknélküli lélekzönyilások“ típusának (id. hely, 465. lap). És bár van variálás, a szerint, hogy az illető faj milyen (száraz vagy vizes) talajon él és hogy a fátyolka meddig takarja a tokot, a morfológiai típus mégis állandó. Úgyszintén megtartja a jellemző típust például a *Buxbaumia* nemzetség mindkét tagja, a *Buxbaumia aphylla* és *viridis*, pedig az előbbin a zárósejtek egybeolvadtak.

Felette érdekes alakulása a Tőzegmohok (*Sphagnaceae*) légrésnélküli lélekzönyilása. Itt csak vékony választófal különíti el a két zárósejtet, melynek keresztmetszeti képén a középső választófal vagy egyenlő magasságú a zárósejtek sejtfalával<sup>1</sup>, vagy csak fele a környező sejtfalak magasságának<sup>2</sup>; néha meg a zárósejtek mélyen le elválnak egymástól<sup>3</sup>. A lélekzönyilások alatt belső légudvar nincs.

Rendesen működő lélekzönyilása van a Májmohok közt az *Anthoceros*<sup>4</sup> nemzetség fajainak, a melyek szövettani szempontból a Mohok (*Bryophyta*) közt a legmagasabb fokon állanak.

A lélekzönyilások tehát fölötté fontos szervezeti bélyegek és minthogy alakulásuk öröklődik, bizonyos tekintetben mindig feltűntetik a rokonsági kapcsolatot, habár a rokonsági kapcsolat a külvilághoz való benső vonatkozása mellett a rendszertani tagolódásnak fejlődés módjával természetesen teljesen párvonalasan nem haladhat.

A lélekzönyilásoknak fölötté fontos szerep jut a Mohok s általában a Cormophyták nemzedékváltozásának magyarázásánál. A nemzedékek szabályos váltakozását, egymásután való következését HOFMEISTER fejtette ki legelőször<sup>5</sup> a reproduktív szervek összehasonlító tanulmányozása és a fejlődéstan alapján. De nem adta meg e tüneménynek okozati magyarázatát. A nemzedékváltozásnak okozati magyarázatát v. WETTSTEIN adta. Szerinte a nemzedékváltozás és mindkét nemzedéknek a mostani kifejlődése az életfeltételekhez, nevezetesen két különböző nedvességű környezethez való alkalmazkodásnak szükségszerű következménye.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> *Sphagnum acutifolium*-nál, l. HABERLANDT id. helyen, XXVI. tábla, 21—22. rajz.

<sup>2</sup> *Sphagn. cymbifolium*-nál, l. HABERLANDT id. helyen, XXVI. tábla, 23. rajz.

<sup>3</sup> *Sphagn. squarrosum*-nál, v. ö. S. NAWASCHIN: Ueber die Sporenausschleudung bei den Torfmoosen. Flora od. Allgem. Botan. Zeitung, 83. köt., 1897, IV. tábla, 6. rajz.

<sup>4</sup> E nemzetség egyik faján, az *Anth. dichotomus*-on LAMPA EMMA asszony figyelte meg újabban, a rendes endogén antheridium-fejlődés helyett, egymásik példán az antheridium fejlődésének *exogén* keletkezési módját (Oesterr. Botan. Zeitschrift, 1903, 11. sz., 1—3. lap, 1—5. rajz).

<sup>5</sup> HOFMEISTER, Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und die Samenbildung der Coniferen. Leipzig, 1851, 187 lap, 33 táblával.

<sup>6</sup> v. WETTSTEIN, Handb. der system. Botanik, II. köt., 1903, 13. és köv. lap.

Ezek alapján biológiailag szólva az ivaros nemzedék (*gametophyton*) törzsejlődésileg mint „vizi nemzedék“, az ivartalan nemzedék (*sporophyton*) pedig mint „légbéli nemzedék“ jelenik meg.

Ugy a „vizi nemzedék“-nek fokozatos visszafejlesztése, mint a „légbéli nemzedék“-nek erős igénybevétele, okozatilag feltételezett tünemény-sorozat történetileg könnyen megérthető láncolatának alkotója.

PÖRSCH O. munkájában ennek az alkalmazkodásbeli szükségességnek csak a határozott vegetatív szöveteket érő változásait tárgyalja, mert a reproduktív szervcsoportokét már CAMPBELL DOUGL.,<sup>1</sup> GOEBEL K.<sup>2</sup> és v. WETTSTEIN tárgyalták és ismertették.

Ha az ivartalan nemzedék (*sporophyton*) morfológiai fejlődését annak köszöni, hogy egyrészt mindinkább függetlenítette magát a víz folyékony közegétől és másrészt a reá nézve új közeghez, a levegőhöz, mindinkább alkalmazkodott: akkor természetesen legérzékenyebben és legelső sorban a kiszáradás veszélyének volt kitéve, s így az asszimiláló tevékenység fontosságánál fogva az összes szövetnemek közül az volt leginkább érdekelve, a melynek munkakörébe tartozik az átszellőztetés, a gázkicserélődés, szóval az átszellőztető rendszer, első sorban tehát az átszellőztető rendszer kivezető nyílásaira, vagyis a lélegzőnyílásokra kellett a levegőhöz való alkalmazkodásnak hatni. És így jogosan várjuk, hogy az ivartalan nemzedéknek fokozatos eltávozása a vízből és annak vegetatív kiképződése a Száras növények (Cormophyta) főcsoportjainál, a lélekzőnyílásoknak bizonyos meg egyező vonásaiban nyomot hagyott hátra. Csakhogy ezeket a nyomokat most már helyesen meg- és felismerni nagyon nehéz feladat, részben mert az alsóbbrendű Szárasnövényeknek (Cormophyta) régi hatalmas törzséből csak szórványos és módosult maradék van, részben azért, mert az időszerű alkalmazkodás nagyon sok eredeti vonást eltörült.

A ma élő Szárasnövények (Cormophyta) között a legelső csoport a Lombosmohok csoportja, a melynek sporogoniumán lélekzőnyílások fejlődnek ki, melyeknél tehát v. WETTSTEIN szavaival élve<sup>3</sup>: a növény életében a most említett kettéosztódásnak kísérletével először találkozunk.

Az ivartalan nemzedéknek a vízből való eltávozása eleinte bizonyára csak időszakos volt s az új közeghez, a levegőhöz való kezdetleges alkalmazkodás mellett bizonyára benedvesítésnek és vízalámerülésnek többször ki volt téve. Ehhez képest a lélekzőnyílások filogenetikai fejlődése is lassan történt, s még ma is aránylagosan nagyon kezdetleges a Lombosmohok legfejlettebb lélekzőnyílása is. Magától értetődő, hogy ezeken az ősi

<sup>1</sup> CAMPBELL DOUGLAS, The structure and development of the Mosses and Farns. London, 1895.

<sup>2</sup> GOEBEL, K. Organographie der Pflanzen. Jena, 1898—1901.

<sup>3</sup> v. WETTSTEIN, Handb. d. syst. Botan., II. köt., 14. lap.

alakokon a fokozottabb kilélekzés szabályozása csak a szárazföldi élethez tartozó nemzedékre, az ivartalan nemzedékre (*sporophyton*) vált szükségessé, továbbá az is, hogy csak ez a nemzedék (t. i. a *sporophyton*) jutott a törzsfejlődés során folytonosan erre törekedve valódi lélekzőnyílások birtokába; a Lombosmohok ivaros nemzedékei (*gametophyton*), mint historailag vízi élethez tartozó nemzedékek, magasabban szervezett transzspirációs szabályozókat lélekzőnyílások alakjában természetesen nem létesíthettek.

Kérdés már most, hogy a Mohok mindkét osztályának melyik csoportjában kell keresnünk a lélekzőnyílásoknak másodlagos, legkevésbé változó fejlődési fokozatát?

Nem is régen, sőt még a jelenben is,<sup>1</sup> az volt az általános meggyőződés, hogy a Májmoshok képviselik az ősbibb, alacsonyabb, a Lombosmohok pedig a fejlettebb típust. PORSCH hivatkozik LINDBERG S. O. egyik művére,<sup>2</sup> melyben már rámutatott röviden arra, a mit aztán v. WETTSTEIN<sup>3</sup> legújabban világosan kimutatott, hogy ennek éppen a fordítottja igaz, t. i. a Lombosmohok az ősbibb, a Májmoshok pedig a magasabb fejlettségű szervezetek.<sup>4</sup> Így természetesen, mivel törzsfejlődésileg szólva, éppen a Lombosmohok csoportja az, miként ivartalan nemzedékük fejlődése mutatja, mely a vízi élet alól való függetlenítődésnek és a szárazföldi élethez való alkalmazkodásnak rövidebb multjára tekinthet vissza, e csoporton kell keresni a lélekzőnyílások ősbibb fejlődési alakját s ezt PORSCH O. valóban meg is állapította.

A transzspiráció szabályozására és egyben a széndioxid felvevésére való készülékek elkülönülésének legősibb állapota az volt, hogy bármelyik, egymással határos epidermissejt közt sejtközötti (*intercellularis*) üreg jelent meg, a mely eleintén a legnagyobb valószínűség szerint nem választotta el tökéletesen az epidermis sejtjeit, hanem csak az elválasztó sejttel egy része helyén volt, s például a harántfal alsó harmadán még össze volt növe s alatta volt rögtön az áthasonító szövet, melynek munkájában az epidermis is részt vett volt. Így a kihatóló vízpárának s a behatóló széndioxidnak útja nagyon rövid volt. S minthogy az epidermis maga is áthasonító tevékenységet fejtett ki, a sejtközötti üreg által egymástól részben elválasztott

<sup>1</sup> Például LOTSY J. P. kiváló hollandi botanikus is nagyjelentőségű munkájában (Vorträge über botan. Stammesgeschichte, II. kötet) a Májmoshokat tartja alsóbbbrangúaknak. Ez alapon a törzsfejlődési összefüggés a Nyitvatermőkkel (Gymnospermae) meg nem magyarázható, (V. ö. Ö. B. Z., LX. évf., 1910, 10. sz., 403. lap).

<sup>2</sup> S. O. LINDBERG, On Zoopsis. Journal of the Linnean Society, Botany, Vol. XIII, 1872, 188–203. lap. Én e munkát nem ismerem.

<sup>3</sup> Handb. der syst. Botan., II, 1, 1903, 25–26. lap.

<sup>4</sup> Esetleges félreértésre adhat alkalmat, hogy PORSCH O. élvezetes és tanulságos művében a 140. lapon, felülről a 14. és 15. sorban két szó fel van cserélve; a 14. sorban a „Laubmoose“ helyett: Lebermoose, s a 15. sorban „Lebermoose“ helyett: Laubmoose irandó!



„ős-zárósejtek“-nek is megmaradt a tehetsége ozmotikusan ható anyagok fejlesztésével csökevényes összezáródásra, így az új közegnek, a levegőnek nedvessége iránt bizonyosfokú érzékenységgel rendelkezett. Az ivartalan nemzedék további elkülönülődésének jele az áthasonító és ezzel kapcsolatosan a belső átszellőztető szövetnek kialakulásában, továbbfejlődésében ismerhető fel, a mi abban nyilvánult, hogy az epidermis-sejtek közötti sejtközötti üregek is ezekhez a belső kezdetleges átszellőztető szövetekhez szegődtek. Tehát az epidermisnek e munkafelosztásában tett első lépése az epidermis pórusainak a belső átszellőztető rendszerhez való topografikus illeszkedése lehetett, mely alkalommal már nyílt összeköttetés létesült a környező közeg s a belső kezdetleges sejtközötti üregek között.

A lélekHzónnyilásoknak legősibb alakját a Tőzegmohok (*Sphagnales*) körében találjuk. A tőzegmohok (*Sphagnum*) tokján, annak felső harmadáig, elszórtan, nagyszámú lélekHzónnyilás található. Ezek jellemző alakjuknál fogva (5. rajz<sup>1</sup>) nagyon szembetűnők; rögtön feltűnő, nevezetes tulajdonságuk, hogy a két zárósejt között hasítékot nem látunk, a sejtek össze vannak nőve egymással. Medián keresztmetszetben is mindjárt megismerhető a lélekHzónnyilás két sejtje (2. rajz), mert egyrészt jóval keskenyebb a szomszédos epidermis-sejteknél, másrészt pedig lefelé fokozatosan összezeskenyedik. Alattuk belső légudvarnak<sup>2</sup> nyoma sincs (2. rajz.) Ezekenkívül vizsgálataim alapján még a következő pótlásokat közölhetem a *Sphagnumok* lélekHzónnyilásának ismeretére vonatkozólag, a melyről HABERLANDT G. művében<sup>3</sup> nem emlékezik meg.

Úgy a *Sphagnum acutifolium* EHRH. var. *viridis* WARNST., mint a *Sphagn. recurvum* P. B. var. *mucronata* (Russ.) WARNST.<sup>4</sup> példányai tokfalán meg-

<sup>1</sup> A vizsgálati anyagot magam gyűjtöttem és a helyszínén alkoholban konzerváltam; lelőhely: Magas-Tátra, Javorina, „Do Boru“ tőzeges, 1907. júl. 29.

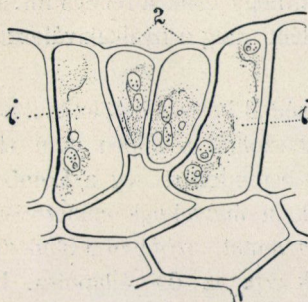
Vizsgálati anyagomban, az annak idején oly híressé vált gombák, a *Tilletia Sphagni* miczélium fonalait bőven megtaláltam a tokfal epidermisében s a többi szövetben. E gombát NAWASCHIN S. fedezte fel (Ueber die Brandkrankheit der Torfmoose, Mélanges biologiques. Tirés du Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. Tome XIII., livr. 3, 1893, pag. 349—358.)

<sup>2</sup> Nagyon sajtáságos, hogy a *Sphagnum*-ok lélekHzónnyilására vonatkozó adatokat, a melyeknek tulajdonságait SCHIMPER W. P. (Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Torfmoose 1858. Taf. XI. Fig. 27—29), HABERLANDT G. (Beitr. zur Phys. u. Anat. der Laubm., Tafel XXVI., Fig. 21—23) és NAWASCHIN S. (in Flora od. Allg. Bot. Zeit., 83. köt., 1897, Taf. IV., Fig. 6—8) vizsgálataiból ismerjük, egyik fontos nagy flóramunka sem említi (LIMPRICHT K. G. és DR. ROTH G. ismert műve), sőt ROTH G.-nak specziálisan a Tőzegmohokkal foglalkozó könyve sem (Die europ. Torfmoose, Leipzig, 1906).

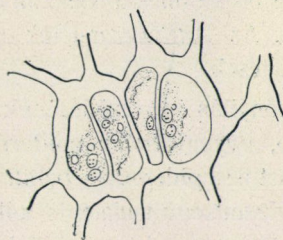
<sup>3</sup> G. HABERLANDT Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot.-ban (XVII. köt., 3. füzet, 1886, 474—475. lap).

<sup>4</sup> Meghatározta WARNSTORF C. úr (Schöneberg-Friedenau). (V. ö. Magy. Bot. Lapok, VII, 1909, 222. lap).

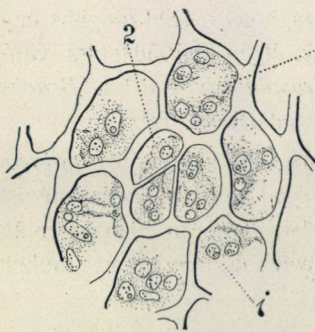
figyeltem olyan, ősi állapotot mutató lélekzönyilást, mely három zárósejtből állott, t. i. az egyik zárósejt helyén utólagos osztódás útján két sejt volt (4. rajz) és azonkívül ú. n. iker-lélekzönyilást, egymás mellett levő, egymással szomszédos stomát (3. rajz). Mindkét eset ismeretlen eddigé az irodalomban.



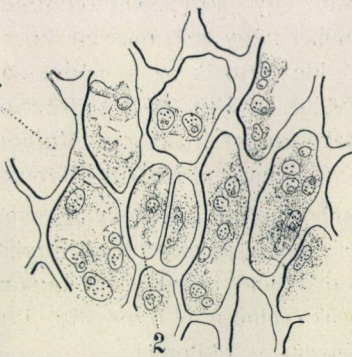
2. rajz.



3. rajz.



4. rajz.



5. rajz.

2. rajz. *Sphagnum recurvum* var. *mucronata* tokfalán nagy számmal kifejlődött, csökevényes lélekzönyilásának keresztmetszete; 1 = tokfalát kívül borító epidermis sejt; 2 = zárósejtek, melyek között középponti hasitéknak s alattuk „belső légudvar“-nak nyoma sincsen. — 3. rajz. *Sphagnum acutifolium* var. *viridis* egy iker-lélekzönyilása. felülről nézve. — 4. rajz. *Sphagnum acutif.* var. *viridis* lélekzönyilása, felülről tekintve; 1 = epidermis, 2 = lélekzönyilás, melynek egyik zárósejtje (2-vel jelzett) utólagosan oszlott, így a lélekzönyilás három zárósejtből áll, ősi állapotot tüntetve fél. — 5. rajz. *Sphagnum acutif.* var. *viridis* rendes lélegzönyilása középponti hasiték nélkül. (Mindannyi alkoholban konzervált anyagból készített metszetekről készült eredeti rajz, 270-szeres nagyításban.)

HABERLANDT G. erősen hangsúlyozza a *Sphagnum* lélekzönyilásának visszafejlődött (redukált) voltát.<sup>1</sup> PORSCH O.<sup>2</sup> ellenben éppen a fentebb előadottak alapján csökevényesnek tartja.

<sup>1</sup> G. HABERLANDT, Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot.-ban (XVII. köt., 3. füzet, 1886, 474—475. lap).

<sup>2</sup> PORSCH O., id. helyen, 143—145. lap.

A lélekzõnyílásnak szintén egyik õsi fejlõdésbeli állapota látható az *Anthoceros* nemzetségen, a melynél LEITGEB H. vizsgálatai szerint a rendes lélekzõnyílásokon kívül olyanok is vannak, a melyeknél a zárósejtek közti üreget egy epidermisalatti sejt zárja el,<sup>1</sup> ezért belsõ levegõudvara nincsen; annyira rögzítve még nem öröklõdnek a lélekzõnyílások, hogy csak a rendes kifejlõdésük fejlõdjenek ki. Az *Anthoceros*-félék egyébként még a nyálkakiválasztás módjáról is nevezetesek.<sup>2</sup>

A lélekzõnyílás szervezõdésének õsi módját képviseli az az eset is, a mikor e célra több, egyenlõértékû epidermisajt szolgál s éppen nem tételez fel munkafelosztást az epidermisen belül. Ilyen berendezést még a Lombosmohok legmagasabb fejlettségû tagjain is lehetünk, a melyeknek epidermise egyébként már nagyon nagyfokú munkafelosztást mutat, azonban a lélekzõnyílások még ma is elég gyakorta visszasüllyednek erre az õsi állapotra. Ismeretes ugyanis a *Polytrichum*-féléknél olyan eset, a hol egy lélekzõnyílásnak négy zárósejtje van egy középponti (centralis) hasítékkal<sup>3</sup>; illetõleg még õsibb állapot, a mikor négy epidermisajt közt  $\perp$  alakúlag négy középponti hasíték fejlõdik ki.<sup>4</sup> Ide tartozik az a módosulás is, hogy a lélekzõnyílás egyik, vagy másik zárósejtje tovább 2—3 sejtre oszlik. Ilyen õsi állapotra való visszasüllyedést (atavizmus) irtak le a *Mnium cuspidatum*-nál,<sup>5</sup> a *Brachythecium rutabulum*-nál<sup>6</sup>; ugyanilyen õsi állapotot mutat a 4. rajz is.

A Lombosmohok bár aránylagosan magasan szervezett, határozott mozgási mechanizmussal jellegzett lélekzõnyílásokkal vannak ellátva, mégis a tulajdonságok örökölhetõ rögzítésében nagyon õsi állapotban állanak, miként ezt a Polytrichaceák családja jól bizonyítja, a melynek tagjain egymás mellett háromféle lélekzõnyílás is elfordul.<sup>7</sup>

<sup>1</sup> H. LEITGEB, Untersuchungen über die Lebermoose, V, 1879, I. tábla, 2. ábra. és Die natürl. Pflanzenfam., I. T., 3. Abt., I. Hälfte Anthocerotaceae, p. 136, Fig. 71. B.

<sup>2</sup> Ezekre a nyálkakiválasztó résekre („Schleimspalten“) vonatkozólag I. LEITGEB és WALDNER, Untersuchungen über die Lebermoose, V. H. Die Anthoceroteen, 1879, Taf. I., Fig. 14, 24; H. LEITGEB, in Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., LXXVII., 1878; K. GOEBEL, Organographie d. Pfln., 254. lap.

<sup>3</sup> Pl. *Polytrichum commune*-n, I. SCHIMPER W. P., Rech. anat. et phys., Tab. VIII., Fig. 22, a bal, felsõ stoma; *Polytrichum juniperinum*-nál, I. HABERLANDT, Beitr., Taf. XXVI, Fig. 18.

<sup>4</sup> Pl. *Polytrichum juniperinum*-nál, I. BÜNGER E. in Botan. Centralbl., 1890, XLII. köt., 20—25. szám, 18. ábra.

<sup>5</sup> HABERLANDT G., id. helyen, 472—473. lap, XXVI, tábla, 4—5. ábra.

<sup>6</sup> BÜNGER E., id. helyen, 7. lap, táblán a 14—15. ábra.

<sup>7</sup> És pedig: 1. rendes, kétsejtû; 2. egybeolvadt zárósejtekkel ellátott és 3. megosztott, több zárósejttel ellátott.



A fentiekből tehát világosan kitéjük v. WETTSTEIN-nak a nemzedékváltozásra vonatkozó magyarázatával teljesen összhangzásban, hogy a Lombosmohoknál csak az ivartalan nemzedéknek van lélekzõnyílása, mert ez a nemzedék a vízi élettõl függetlenítette magát s ezért a szárazföldi élethez alkalmazkodva, ennek volt legelsõ sorban sürgõsen szüksége transzspirációt szabályozó szervre. Ennek az egész szerkezetében, vegetatív tagolódása dolgában õsi fokon megmaradó nemzedéknek lélekzõnyílása fejlõdésével és szervezettségi fokával összhangzásban még szövettani szerkezete legmagasabb fokán is, nagyon õsi fokozaton áll. Egyik-másik tagján a törzspejlõdésileg legrégibb állapot még most is feltalálható. Az epidermis õsi, csekély munkafelosztásánál akárhány epidermissejt közt szabályszerûlenül fejlõdött sejtközötti üreg van, minek következtében a lélekzõkészülék mûködésében nagyobb-számú sejtcsoport volt érdekelve s ez az irányzatosság még mai napig is különbözõ Lombosmoha-családnál jobban megmaradt, mint kétsejtû, több, mint egy hasitékkal elválasztott stomát alkotni. Ez a tény világos kifejezõje annak, hogy az ivartalan nemzedék epidermisén belül levõ, rendes kétsejtû lélekzõnyílást feltételezõ munkafelosztás öröklés útján csekély fokban rögzítõdik s ez a tény az ivartalan nemzedéknek csekélyfokú összfejlõdésével és élettani önállóságával teljes összhangzásban van.

A Májmohok körében a transzspiráció szabályozására való készülékek, az ú. n. „levegõnyílás“-ok, a *Riccieae* és *Marchantiaceae* nevû családok körében korántsem egyértékûek a stomákkal, ezek nem lélekzõnyílások, hanem az ivaros nemzedéknek olyan szervei, a melyeknek hivatása a stomákat élettanilag pótolni. És míg a Lombosmohok ivaros nemzedékén lélekzõnyílás még abban az esetben sincs, ha szárazföldi életet is él, a Májmohok ivaros nemzedéke, s ezt törzspejlõdési szempontból igen erõsen kell hangsúlyoznom, kilélekzést szabályozó készülékekkel el van látva. S az a tény, hogy a *Marchantiales* névvel jelölt májmoh-sorozat fajainak ivaros nemzedékei ilyen készülékekkel vannak ellátva, világosan bizonyítja, hogy szárazföldi életük törzspejlõdésileg jóval tovább nyúlik vissza, vagyis jobban, erõsebben leszármazott alakok. Az ivaros nemzedékek eme készülékeinél különösen két dolog szembe-tûnõ: 1. az, hogy nagyobb-számú epidermissejt vonódik be a készülék mûködése körébe és 2. az, hogy egyetlen egy sejtközötti üregen osztoznak mindannyian. Miként már említettük, az epidermis ilyenmû munkafelosztása õsi állapotra vall. A *Marchantiaceae* készülékének szerkezetére nagyon jellemzõ sajátosság az is, hogy mûködése nagyon csekély; a készülék rendszerint nem szokott összecsukódni, úgy hogy csak néhány kivételt ismerünk ez alól,<sup>1</sup> de ott is, a hol ilyen záró képességrõl beszélhetünk, a tonna-alakú „levegõnyílás“-nak csak az alsó sejtjei, alsó gyûrûje („Schliessring“

<sup>1</sup> *Fimbriaria Stahliana*.

KAMERLING)<sup>1</sup> csukódik, még pedig nemcsak a nedves helyeken élő Májmohoknál, hanem a xerophytáknál is.<sup>2</sup>

A *Marchantiales* sorozatba sorozott májmoha-fajok „levegőnyílásai“ élettanilag tehát a valódi lélekzőnyílásokat (stomata) helyettesítik, a melyeknek bonyolódott volta ennek a csoportnak össz-szerkezetével teljes összhangzásban van a melyeknek csekély élettani teljesítő képességét részben az életviszonyokban kell keresni, részben pedig abban a fő okban, hogy az ivaros nemzedéknek nincs meg a tehetsége valódi lélekzőnyílásokat (stomata) fejleszteni. Az ivaros nemzedéknek ez a sajátága, hogy az epidermisen belüli munkafelosztás ama legnagyobb fokát, a melyet a *Lombosmohok* sporogoniuma a kétsejtű lélekzőnyílással már elért, nem képes elérni, összhangzásban van a WETTSTEIN-féle nemzedék-váltakozás magyarázata szerint az ivaros nemzedék hosszú vízi és a sokkalta rövidebb szárazföldi multjával.

A *Májmohok* legnagyobb fokban elkülönült családja az *Anthocerotales* névvel jelölt család, melynek ivaros nemzedéke erősen redukált, ivartalan nemzedéke pedig nagyon fejlett s ehhez képest az átszellőztető rendszerének kivezető nyílásai is jól fejlettek. Az *Anthoceros* sporogoniumának nemcsak kétsejtű, valódi lélekzőnyílása van, hanem szerkezetét tekintve is az összes Mohok között a szervezetség legmagasabb fokán áll. Az elliptikus alakú stomanyasejtek már korán elkülönülnek a környező megnyúlt epidermis sejtéktől; mindegyik anyasejt hossz tengelye mentén két zárósejtre oszlik, a melyek között, miként CAMPBELL D.<sup>3</sup> vizsgálataiból tudjuk, azután később kialakul a középponti hasíték. A teljesen kifejlődött készülék olyan szövettani tulajdonságokkal van felruházva (a hátoldal jóval vastagabb, mint a hasoldal; az elő- és hátsó udvar kutikuláris lécze vagy sarkantyúja erősen kifejlett, ennek következtében az előudvar, középponti hasíték és a hátsó udvar jól megkülönböztethető; belső levegőudvar van),<sup>4</sup> a melyek már a Haraszt-félék körében lelhetők fel. Az *Anthoceros*nak különben nagy fokban elkülönült lélekzőnyílása csekély mozgékonyaságú.

Összefoglalva a mondottakat, látnivaló, hogy a Mohok (*Bryophyta*) lélekzőnyílásának szervezetsége HOFMEISTER-nek a nemzedék-váltakozásra vonatkozó tanításával és annak a v. WETTSTEIN-adta magyarázatával teljes összhangzásban van. Az ivaros nemzedék túlnyomólag vízi életet folytató multjánál fogva teljesen képtelen a magasabbrangú növények valódi lélekzőnyílását,

<sup>1</sup> Z. KAMERLING, Zur Biologie und Physiologie der Marchantiaceen. Inaug. Diss. München, 1897, mint a „Flora“ od. Allg. Botan. Zeit., Erg. Bd. zu Jahrg. 1897 (84. Bd.).

<sup>2</sup> Pl. a *Targionia hypophylla*, l. KAMERLING, id. helyen, 63. lap.

<sup>3</sup> DOUGLAS CAMPBELL, id. helyen, 135. és 136. lap, 65 A. ábra.

<sup>4</sup> COPELAND, Mechanism. of Stomata. Annals of Botany, XVI. köt., 1902. O. PORSCH, Der Spaltöffnungs-App. im Lichte d. Phylog., I. tábla, 16. rajz.

a mely hosszú szárazföldi multat s ennek megfelelő alkalmazkodást igényel, létrehozni.

A lélekzőnyílás szövettani kialakulásának legnagyobb fokát az *Anthoceros*-nemzetség érte el, a mely ivaros nemzedékének nagyfokú redukálása és ivartalan nemzedékének magasfokú szervezettsége következtében a legnagyobb fokú fejlettséget mutatja. Az *Anthoceros*-ok lélekzőnyílása élettani vonatkozásában mozgékonyágát tekintve, habár mögötte áll, mégis megegyezik a Haraszt-félék ama típusával, a melynél a külső életfeltételek semminemű másodlagos alkalmazkodást nem követeltek.

Az elmondottakat, jelesen hogy a Májmhok anatómiai szerkezetüknél fogva és fejlődéstanilag a Lombosmohok felett állanak, újabban jelentősen megerősítik LAMPA EMMA asszony nagyfontosságú vizsgálatai. Vizsgálatainak első része itt nem érdekel bennünket közelebbről; a második<sup>1</sup> és harmadik<sup>2</sup> része azonban tárgyunkra nézve nagyon fontos, mert ez már a Májmhok egynehány tagjára vonatkozik, úgyszintén egyik újabbi, Májmohta-telepről és páfrányelötelepről szóló értekezése.<sup>3</sup>

LAMPA EMMA vizsgálatai alkalmával sohasem látta, és ezt erősen hangsúlyozza, az ú. n. csiratömlő („*Keimschlauch*“), vagy csirakorong („*Keimscheibe*“) fejlődését, vagyis nem észlelte azt, hogy a Májmhok spórájának külső burka (*exosporium*) felrepedése után az endosporium zsákszerűen dudorodna elő, majd hosszú tömlővé nyúlnék ki chlorophyllfejlesztés közepette. Ezzel a megállapítással LAMPA az erre vonatkozó irodalmi adatokat határozottan megczáfolja. Rendkívül érdekes az a megfigyelése, hogy pl. az egészen fiatal *Peltolepis grandis* nevű májmohta-faj teljesen hasonló és megegyező a fiatal páfrány előteleppel (*prothallium*), s ezt ábrákban is feltünteti. És mert a *Peltolepis* teste felépítésének törvényszerűsége egészen hasonló a páfrány előtelepéhez, s mivel a *Peltolepis* egyéni fejlődése a Marchantiaceákkal egyező, ezért a Marchantiaceákra vonatkozólag azonos fejlődési törvényérvényessége állapítható meg.

Mivel a Lombosmohok, Májmhok és a Páfrányfélék ivaros nemzedékének fejlődése történetében fontos belső vonatkozások ismerhetők fel, ezért hasonló képződésbeli törvény felvételét is megengedi e tény. És pedig a Lombosmohoknál minden különösebb eltérés nélkül, e törvénynek a legegyszerűbb alkalmazását látjuk; a Májmhok ivaros nemzedéke fiatal fejlődési állapotában sok, a Lombosmohokra emlékeztető megegyező vonást látunk, s a közös

<sup>1</sup> E. LAMPA, Untersuchungen an einigen Lebermoosen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Cl. Bd., CXI. Abth., I., 1902, Wien, p. (477.) 1. (489.) 13.

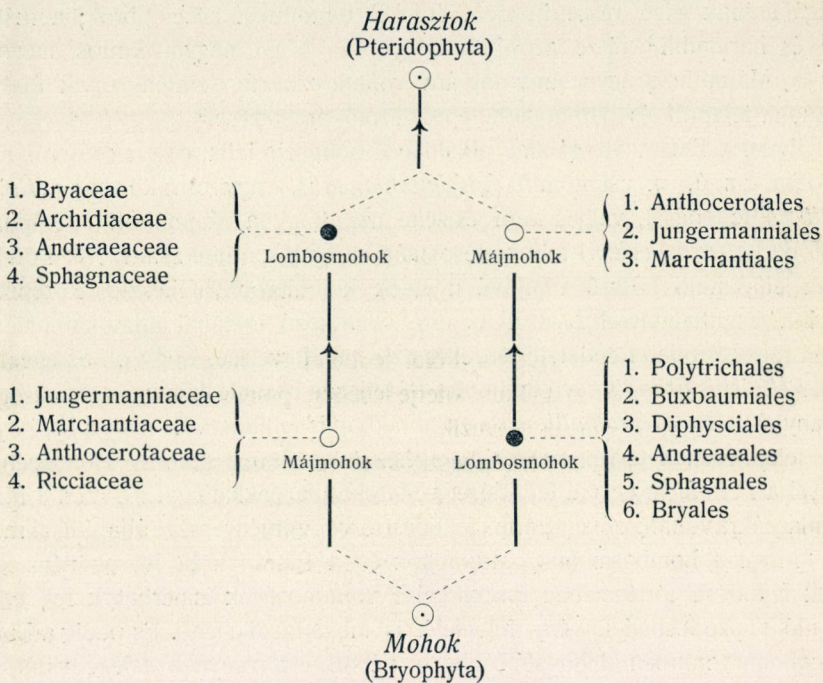
<sup>2</sup> E. LAMPA, Untersuchungen an einig. Leberm. II. Mit 4 Tafeln. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wissensch.; in Wien. Math.-naturw. Cl., Bd. CXII., Abth. I., 1903, Wien, p. (779.) 1. (792.) 14.

<sup>3</sup> E. LAMPA, Über die Beziehung zwischen dem Lebermoosthallus und dem Farnprothallium; Österr. Botan. Zeitschr., 1909. évf., 11. sz.

vonás annál továbbra marad fenn, mennél kevésbé elkülönült szervezetet képvisel anatómiailag. Az *Anthoceros*-ra vonatkozólag ezt a megegyezést jobbra csak sejtjük, de viszont az ivartalan nemzedéknek áthasonító szövete a nemzedék *önállóságának* kezdő pontját és ezzel a Páfrányokkal való szoros összefüggést mutatja.

LAMPA EMMA asszony vizsgálataiból is határozottan kitűnik az, hogy a Páfrányokhoz sokkal közelebb állanak<sup>1</sup> a Májmoshok, mint a Lombosmoshok és a Májmoshok sorában szerinte is első sorban azokról a tagokról lehet szó, a melyek látszólag a legegyszerűbb alakúak. Ilyenek pl. az *Anthocerotales* csoportba tartozók.

A rokonsági kapcsolat szemléltetésére, a mely a Mohok és Harasztfélék alcsoportjait és családjait egymáshoz fűzi, szolgáljon az alábbi ábrázolás:



*A Mohok felosztása és elhelyezése*

a régi felfogás szerint

a legújabb felfogás szerint.

(A legmagasabb fejlettségű típus a sorozat legfelső részén áll; mennél alacsonyabb fejlettségű valamely típus, annál *lejjebb* van a helye).

<sup>1</sup> Nagyon érdekesen fejtegette már régebben ezt a kapcsolatot LÜHNE VICTOR, Das Sporogon von *Anthoceros* und dessen Homologien mit dem Sorus der Farne cz. dolgozatában (Sitzungsber. des Deutschen naturwiss.-medic. Vereines für Böhmen „Lotos“ 1898. Nr. 1), melyet én csak MATOUSCHEK referátumából ismerek (Bot. Centralblatt, LXXVII. köt., 5. sz., XX. évf., 1899, 1—3. lapja a különlenyomatnak.)

Ehhez az ábrázoláshoz csatoltan még csak azt jegyzem meg, hogy a Lombosmohoknak felosztása 6 őstípusra LORCH W. nevéhez fűződik.<sup>1</sup>

Ez a tudomány mai álláspontja a Máj- és Lombosmohokra vonatkozólag, s ezért feltűnő, hogy bár v. WETTSTEIN és iskolája tanításának helyessége még nem győzött meg mindenkit, azt egyesek egyszerűen mellőzik, vagy meg se említik. Így LOTSY J. P., a hírneves hollandus botanikus, nemrégiben megjelent gyönyörű könyvében<sup>2</sup> még mindig kezdetlegesebb szervezetűeknek tartja a Máj-, mint a Lombosmohokat. Vagy csak az imént adta ki CAVERS FR. egyik igen tartalmas szép értekezését,<sup>3</sup> a melyben a mohok rendszerét így adja (195—6. lap) I. *Sphaerocarpaceae*, II. *Marchantiales*, III. *Jungermanniales*, IV. *Anthocerotales*, V. *Sphagnales*, VI. *Andreaeales*, VII. *Tetraphidales*, VIII. *Polytrichales*, IX. *Buxbaumiales*, X. *Eu-Bryales*, s így mutatja be törzs-fáján is (194. lap) s egy szót se szól a v. WETTSTEIN és iskolája fentiekben ismertetett felfogásáról.

Dr. Györffy István.

### Az Orel-féle sztereoautográf.

A technika haladásával karöltve a katonai követelmények és a turisztika fejlődése mindinkább szükségessé tették, hogy ne csak a könnyen járható vidékekről legyenek megbízható térképeink, de olyanokról is, a melyeket csak nehezen lehet megközelíteni, minők a magas hegységeknek szikla-, hó- és jégborította területei.

Azt az eljárást, melylyel a Föld felületét — katonai mesterszóval a terepet — vízszintes és függélyes kiterjedésében pontos műszerek segítségével felméri, terepfelvételnek nevezik.

Elképzelhető, hogy a térképkészítőknek mily fáradalmas és életveszélyes utakat kellett megtenni, hogy a térkép megszerkesztéséhez szükséges munkálatokat a sziklás hegyoldalon, a 2000—3500 m és még magasabb hó- és jégmezőkön elvégezhessék. Az is bizonyos, hogy a munka csak lassan haladhatott előre és éppen a térszín nehezen járhatósága miatt kifogástalanul pontos felvételeket nem lehetett készíteni, mert nem lehetett mindegyik ponthoz hozzáférni.

Midőn a fotografáló eljárások mindinkább teret hódítottak, az az eszme merült fel, miképpen lehetne az egyes tájakról készített fotografiai

<sup>1</sup> Die Polytrichaceen. Eine biologische Monographie. Aus den Abhandlungen der königl. Bayer. Akademie der Wiss. II. Kl., XXIII. kötet, III. Abt., München, 1908, 536. lap.

<sup>2</sup> J. P. Lotsy, *Vorträge über botanische Stammesgeschichte*, gehalten an der Reichsuniversität zu Leiden. Ein Lehrbuch der Pflanzensystematik. II. Bd., Jena 1909.

<sup>3</sup> FR. CAVERS, *The inter-relationships of the bryophyta*, *New Phytologist*, Vols. IX—X., 1910—11, Nr. 4, Cambridge, 1911, 1—203. lap.

felvételeket a felmérés céljaira értékesíteni. Vagyis azon gondolkoztak, hogy ha valamely völgy meredek oldaláról a völgy tulsó sziklás oldala felé fotografiát készítenek, a kapott képet miképpen használhatnák fel térképkészítésre. (L. az 1. képet; OREL főhadnagy munkaközben a különös szerkezetű fotografiái készülékkel.)

Mielőtt a fotografiái felvételek módját említeném, szükségesnek tartom az egész eljárásnak könnyebb érthetősége okából a tájképszerű és testi (plasztikus) látás közti különbségre felhívni a figyelmet.



1. kép. OREL munkaközben a fototeodollal.

Ha ugyanarról a tájról csak egy fotografiái felvételt készítettünk, akkor ez a kép a vidéknek tájképszerű rajzát mutatja. A hozzánk közelebb fekvő részletek élesebb, míg a távolabb fekvők a távolság nagysága szerint mindinkább elmosódottabb vonalak alakjában tűnnek elő. Ugyanez lesz az eredmény akkor is, ha egyik szemünket becsukjuk és valamely tárgyat csak egyik szemünkkel nézve, figyelünk meg. A tárgynak hozzánk közelebb fekvő vonalait élesebbnek, a távolabbiakat halványabbnak látjuk.

Minden tárgy csupán egy szemmel nézve, lapos felület, mondhatnók rajz alakjában jelenik meg előttünk. Minden tárgyat valóban lapon is látnánk, ha képzelő tehetségünk nem segítene a domború és homorú idomok megkülönböztetésében. Hangsúlyozom, hogy a domború és homorú idomokat egy szemmel bármely távolságról és két szemmel nagyobb távolságokról nem látjuk domborúaknak vagy homorúaknak, hanem csak képzeljük, hogy ezt

a sajátóságukat látjuk. A gyermek, kinek képzelőtehetsége ebben az irányban még nincs kifejlődve, éppen ezért a szivárvány után szalad, hogy megfogja ott, a hol a földdel érintkezni látszik.

Ha tehát valamely tárgyat csak egy szemmel nézünk, azt mindig laposan, tájképszerűleg látjuk. Ha pedig ugyanazt a tárgyat, melyet egy



2. kép. Térképfelvevő munka a Magas-Tauern-ben (Mallnitz mellett).

szemmel nézve megfigyeltünk, másik szemünket kinyitva is megnézzük, azt tapasztaljuk, hogy az előbbre eső tárgyak kidomborodnak. A bal szemünkkel a tárgy baloldalából, a jobb szemünkkel annak jobboldalából látunk többet.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Erről bárki meggyőződhetik, ha jobb szemét becsukva, a bal szemé elé olyanformán tart egy gyújtóskatulyát, hogy a doboznak csak egyik lapját lássa. Ha azután a jobb szemét is kinyitja, akkor a doboznak már egy másik lapját is látja.

Két szemmel nézve a tárgyat, nem tájképszerűleg, hanem testileg (plasztikusan) látjuk és megítélhetjük, hogy mennyivel van távolabb az egyik tárgy a másiktól. A tárgyat két szemmel nézve, először az egyik, azután a másik szemmel mintegy lefotografáltuk. A két kép, mely a szem ideghártyáján keletkezett, agyunkban egybeolvad és a tárgyat testileg azaz plasztikusan látjuk.

A két szem középvezetési vonalának egymástól való távolsága rendszeresen 6·5 cm. A tárgyat tehát egy olyan vonalnak, az úgynevezett alapvonalnak, vég-



3. kép. Álláspont a Rieserferner-hegycsoportban.

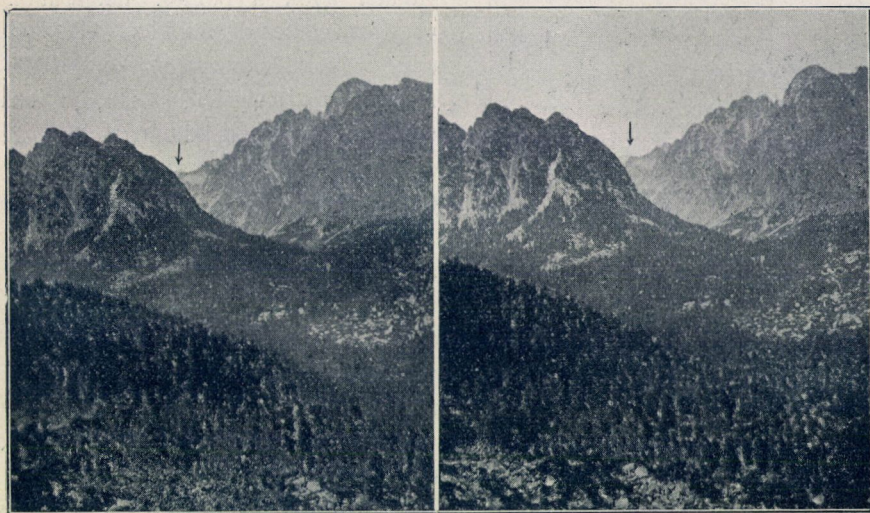
pontjaiból látjuk, melyek 6·5 cm-nyi távolságra vannak egymástól. Egy ilyen nagyságú alapvonalról csak 40—60 m távolságig látunk plasztikusan. E távolságon túl a plasztikus látást csak képzeljük. A plasztikus látást nagyobb távolságra fokozhatjuk azonban azzal, hogy az alapvonalat is megnagyobbítjuk. Föltéve, hogy egyik szemünket 6·5 cm-nél nagyobb távolságra tolnánk el a másiktól, akkor az alapvonalat meg tudnók nagyobbitani, tehát a plasztikus látás távolságát is fokozhatnók. Erre a célra valók a prizmás könyöktávcsövek, melyeknél a szemlencsék alapvonalát azzal nagyobbitják, hogy a tárgylencsék közötti alapvonalat a könyöktörés által meghosszabbítják. Ha az alapvonalat 100-szorosan nagyobbitanók, akkor a plasztikus látás is 100-szorosan nagyobbitodnék és így túlpasztika keletkeznék.



Ezen alapfogalmak előrebocsátása után, visszatérhetünk a térképkészítésre használt fotográfiák készítése módjának ismertetésére.

Mindenek előtt tudnunk kell azt, hogy valamely ország felmérését nem kis részletekben kezdik, hanem első sorban egyes pontoknak fekvését, vagyis vízszintes helyzetét és magasságát határozzák meg csillagászati háromszögtani úton. A későbbi pontos felvételek alkalmával ezekből a pontokból indulnak ki, ezek képviselik tehát a kiindulási helyzetet.

Mielőtt tehát a térképkészítéshez alkalmas fotográfiai felvételeket készítenénk, helyzetileg ismernünk kell azt a pontot, az ú. n. álláspontot,



4. kép. Tátrai részlet, az alapvonal (64 lépés) két végpontjából felvéve.  
HAJTS LAJOS fölvétele.

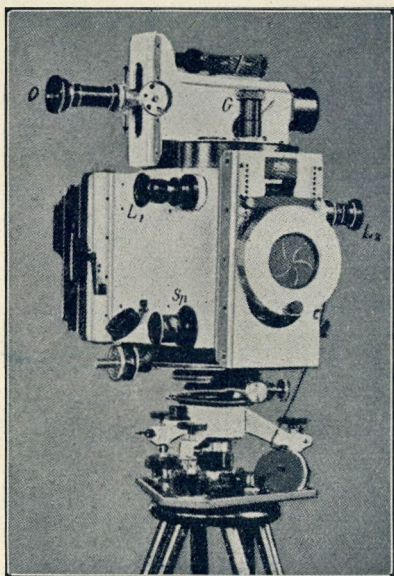
a honnan fotográfiát akarunk készíteni. Például egy meredek hegyoldalnak azt a pontját, a honnan egy a hegyoldallal szemben fekvő másik meredek, sziklás hegyoldalt akarunk lefotografálni.

Mint hogy a vidéket a fotográfiák alapján akarjuk plasztikusan látni, szükséges azt az alapvonal másik végpontjából is lefotografálnunk, de egyszermind ennek az álláspontnak helyét is pontosan meg kell határoznunk.

Így már most két olyan fotográfiánk van, melyek ugyanazt a vidéket kissé különböző alakban tüntetik fel. (Lásd a 4. képen a ↓ jelzett hegykúpokat. A baloldali képen a kúp közelebb van az élesen határolt, balról jobbfelé húzódó hegyoldalhoz, mint a jobboldali képen.) A képek nem lehetnek teljesen egyformák, mert azok több méter hosszú alapvonal végpontjaiból készültek

és az előtérben levő hegyek a háttér előtt kissé különböző helyzetet foglalnak el. A két képet agyunkban egyesíteni kell, hogy plasztikusan lássunk. A képek egyesülését egy olyan távcsőszerű készüléken át figyelhetjük meg, a melynek jobboldali lenszéje elé a jobb-, a baloldali lenszéje elé a baloldali álláspontból felvett fotografiát tesszük. Ilyen készülék a sztereoszkóp.

Ha valamely vidéket fotografiák alapján akarunk felmérni, szükségünk van olyan készülékre, melynek segítségével megállapíthatjuk, hogy a lefotografált vidék egyes pontjai milyen távolságra vannak attól az állásponttól,



5. kép. ZEISS-féle tábori fototeodolit.

melyet a fotografálásakor használtunk; továbbá, hogy azt is tudjuk, mennyivel vannak azok a pontok magasabban vagy mélyebben, mint az álláspont. Ezt a készüléket sztereokomparátornak nevezik, mely DR. PULFRICH jeni egyetemi tanár találmánya és nem egyéb, mint a sztereoszkópnak átalakítása távolságmérésre alkalmas műszerré.

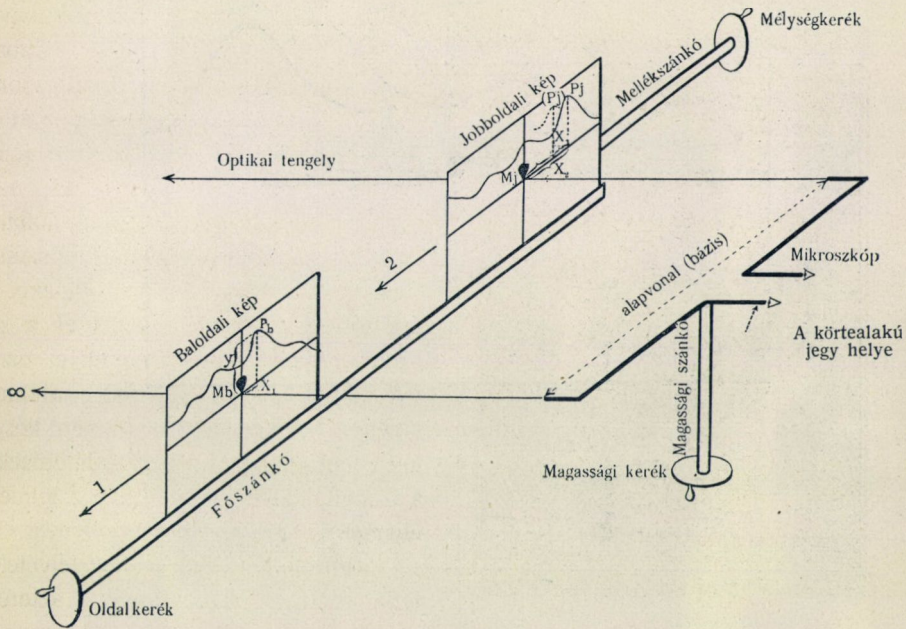
Ha a fotografiai felvételeket a sztereokomparátorba tesszük és a készüléken leolvasható méretekkel bizonyos számításokat végzünk valamely vidékről a fototeodolit-tal (5. kép) készített fotografiák alapján, a felméréseket a szobában elvégezhetjük. Ezt a felmérő eljárást fotogrammetriának nevezik.<sup>1</sup>

Mintogy a fotografiai felvételek térképszerű kidolgozásánál a sztereokomparátor-é a főszerep, szükségesnek tartom, hogy berendezését röviden ismertessem.

A készülék (6. kép) mikroszkópjának (prizmás távcsövének) szemlencsésénél (a diafragmában) egy körtealakú parányi jegyet helyeztek el, melynek nagyon fontos szerepe van. Az ugyanazon vidéket ábrázoló, két álláspontból készített fotográfia eredeti üveglemezeit a készülék főszánkóján helyezik el. A két fotográfia együttesen jobbra-balra eltolható. A jobboldali lemez azonkívül egy a főszánkón mozgó mellékszánkón is nyugszik, mely a főszánkó mozgásától függetlenül szintén jobbra és balra tolható el. Ha a mikroszkópban elhelyezett körtelalakú két jegy (6. kép,  $M_b$  és  $M_j$ ) az optikai tengelyre

<sup>1</sup> Bővebb ismertetését lásd a Természettudományi Közlöny XCIII—XCIV. Pöt-füzetében HAJTS LAJOS-nak „Újabb haladás a sztereoszkópi mérés terén“ cz. cikkét.

van beállítva, akkor benézve a mikroszkópba, azt látjuk, hogy a végtelenségben csak egy jegy mutatkozik, mely a térben szabadon lebeg. A jegyet most arra a terepontra kell beállítanunk, melynek képeit  $P_b$  és  $P_j$  mutatják (6. kép). A szánkok mozgatása közben úgy látjuk, mintha nem a képek, hanem a jegy, mintegy a végtelenből a figyelő felé mozogna. Mint-hogy a jegy, bár csak látszólagos mozgást végez, vándorlójegynek nevezik. A  $P_b$  képét először a baloldali optikai tengely függőleges síkjába kell hoznunk, a mit úgy érünk el, hogy a képet a főszánkón, az oldalkerék

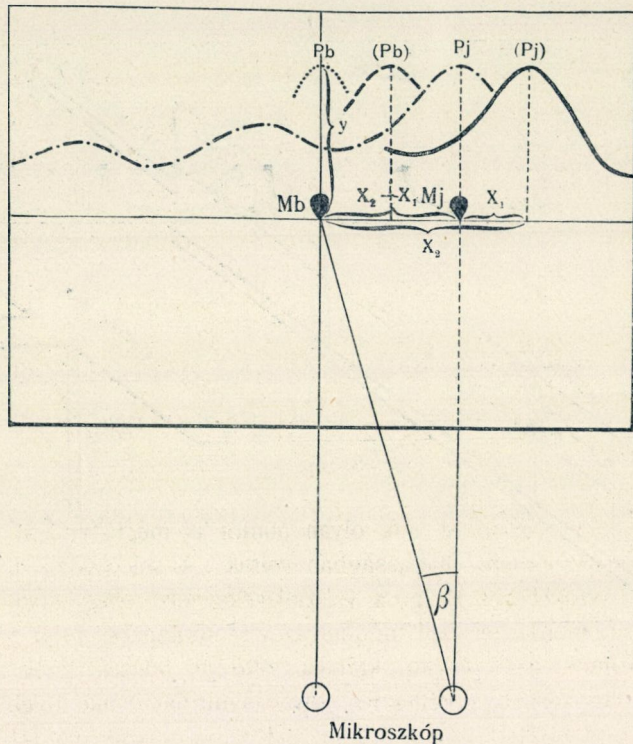


6. kép.

forgatásával  $x_1$  darabbal az 1.  $\leftarrow$  nyíl irányában mozgatjuk. Minthogy a főszánkóval a jobboldali kép is összeköttetésben áll, az is  $x_1$  darabbal mozgott a 2.  $\leftarrow$  nyíl irányában. (Lásd a 6. képet, mely a sztereokomparátor szerkezetét vázlatosan tünteti fel.)

A  $P_j$  azonban még nem került bele a jobboldali kép optikai tengelyének függőleges síkjába, mert a képek ugyanazon álláspontból készültek és  $P_j$ -nek  $x_2$  utat kellett volna megtennie. Minthogy a tereppont helyzetét akarjuk meghatározni, nem elégséges, hogy a baloldali képen az  $M_b$  jegyet már az optikai tengely függőleges síkjába hoztuk, hanem mindkét jegynek ( $M_b$  és  $M_j$ ) a tereppont képeivel egy függőleges síkba kell kerülnie. Ezt pedig úgy érjük el, hogy magát a mikroszkópot és vele együtt a benne elhelyezett

jegyét a magasságszánkón a magassági kerék forgatásával mindaddig („y“) emeljük, míg a jegy a  $P_b$  pontot látszik érinteni. Ugyanekkora darabbal az  $M_j$  jegy is emelkedett; de minthogy az  $M_j$  jegy még csak  $x_1$  darabbal mozgott oldalvást, e jegy nem látszik érinteni a  $P_j$  tereppontot, hanem úgy látjuk, mintha  $P_j$  magasságában ugyan, de a levegőben lebegne. Minthogy nekünk a  $P_j$  tereppontot is az optikai tengely függőleges síkjába kell hoznunk, a jobboldali fotografiát  $x_2-x_1$  darabbal kell a 2. ← nyíl irányában



7. kép.

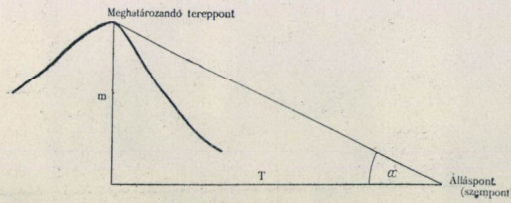
eltolunk. Ez pedig úgy történik, hogy a főszánkón elhelyezett, de a főszánkó mozgásától független mellékszánkón a mélységi kerék forgatásának segítségével a képet  $x_2-x_1$  darabbal visszük oldalt. Az  $x_2-x_1$  távolságot sztereoszkópi parallaxisnak „a“ nevezzük (7. kép), mely nem egyéb, mint az  $M_b$  és  $M_j$  jegyek valamint az optikai tengely kiindulási pontja által bezárt  $\beta$  szög, mely mindenkor lemérhető.

Ebből kiviláglik, hogy a szánkók mozgatásával  $P_b$  pontnak az  $x_1$  és  $y$ , továbbá  $P_j$ -nek az  $x_2$  és  $y$  rendezőit (koordinátáit, = abszcissa és ordináta) határoztuk meg. A mozgások nagyságát noniuszok segítségével a mérő-

pálczákon leolvashatjuk s ezekből a méretekből kiszámíthatjuk a pontkoordinátákat.

A tereppont helyzetének meghatározása czéljából első sorban a kérdéses pontnak állásponttól való irányát kell a rajz táblára rajzolnunk. A kapott rendezők adataiból az abszcissát ( $x$ ) közvetlenül a papírosra rajzolhatjuk. A tereppontnak a bázisra való merőleges (ismeretlen) távolságát az ismeretes sztereoszkópi parallaxisból, az alapvonal lemérhető hosszából és minden ily munkálatnál alkalmazott fototeodolit lenszójének ismeretes gyújtótávolságából, a következő képlet alapján

$T$  (távolság) =  $\frac{B \text{ (bázis)} \cdot f \text{ (focus)}}{a \text{ (parallaxis)}}$  számíthatjuk ki; a magasságot pedig a már kiszámított távolság adataiból,  $m = T \cdot \operatorname{tg} \alpha$  képlet alapján kapjuk meg (8. rajz). Az  $\alpha$  szög, mely az álláspontot és a kérdéses pontot összekötő egyenes és egy vízszintes sík által bezárt szöget alkotja, fototeodoliton leolvasható, tehát ismeretes.



8. rajz.

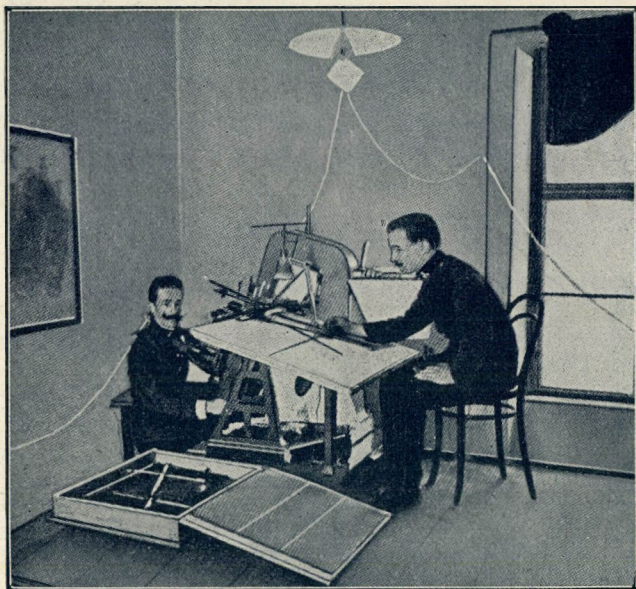
A sztereokomparátorral sok olyan pontot is meghatároztak, a melyek egyenlő tengerszín feletti magasságban voltak. A sok pontot azután apró egyenesekkel összekötötték és így a vízszinteseket jelző rétegvonalakat kapták.

A fotogrammetriai felvételi móddal az első térképeket 1896-ban a Tátra vidékéről készítette a cs. és kir. katonai földrajzi intézet. Ezek a térképek a régi 1876-ban készült térképeknél összehasonlíthatatlanul hívebbek.

Az elmondottakból világos, hogy a fotogrammetria alapján dolgozva, minden pont térbeli koordinátájának kiszámítása időtrabló számítást követel. A megmért pontok felrakása, továbbá a rétegvonalaknak elhelyezése a pont-hálózatba szemmérték szerint, hosszadalmas és fáradságos munka, ezért a bécsi cs. és kir. katonai földrajzi intézet fotogrammetriai osztályába besorozott OREL EDE főhadnagy e nehézségek leküzdésére megkísérelt olyan készüléket szerkeszteni, mely a számolási műveletek mellőzését és az automatikus rétegfektetést teszi lehetővé.

Az első, 1908. mintájú autosztereográf-nak nevezett készülékénél a távolságok felrakása, valamint az irányítási szögek megállapítása már ön-működőleg történt a rajz táblán; a magasságokat azonban még egy külön számológéppel kellett meghatározni. A 9. képen az előtérben látható

a számlálókészülék; a háttérben pedig az autosztereográf mikroszkópja előtt ül OREL főhadnagy, a rajztáblánál pedig segédje, egy altiszt. A munkánál ugyanis egy segédre volt szükség, ki a távolsági szán optikai beállítását és a főszán mozgásával összefüggésben levő, az „irányvonalat“ jelző írón átcsapását végezte, továbbá a körzőszerű irányzó emelőkarral a pontot megjelölte. Közben a számológészüléken ki kellett a magasságot számítani és a magassági adatot a pont mellé írni. Míg azelőtt valamely pont meghatá-



9. kép. Az 1908. mintájú autosztereográf.

rozásához, minden előmunkálatot (távolságkiegyenlítés stb.) beleértve, 5—8 percz volt szükséges, addig OREL műszerének segítségével percenként legalább egy pontot a magassági adattal együtt meg lehetett szerkeszteni.

Az Ortler-hegységet 1907 nyarán a ZEISS-féle fototeodolittal vették fel sztereofotogrammetriai módszerekkel. A fototeodolittal készített képek egyikének másolata a 10. kép. A kép vízszintes középvonalának jelzésére a jobb és baloldalon egy-egy ékalakú csúcs van. Ez már a felvétel készítésekor a fototeodolit különös berendezésének segítségével az üveglemezre fotografálódik. A két csúcs összekötő vonala a felvételi álláspontunkkal egy szintben levő vonalat jelzi. Ebben az esetben, miként a baloldali ék mellé írt szám mutatja, 2863 m magasságú volt az álláspont.

A kép felső és alsó szélén szintén egy-egy ékalakot látunk. Az ékek élesebb hegyének összekötő vonala azt a függőleges síkot jelzi, a melyben a felvevő fototeodolit optikai tengelye a felvétel pillanatában állott. A kép bal felső sarkában van feltüntetve, hogy a felvétel az alapvonal baloldali végpontjáról, a 28. sz. álláspontról, 1907. évben készült. A képen látható, távlatilag mutatkozó rétegvonalakat úgy kapták, hogy a meghatározott egyenlő magasságú pontokat szabad szemmel összekötötték.



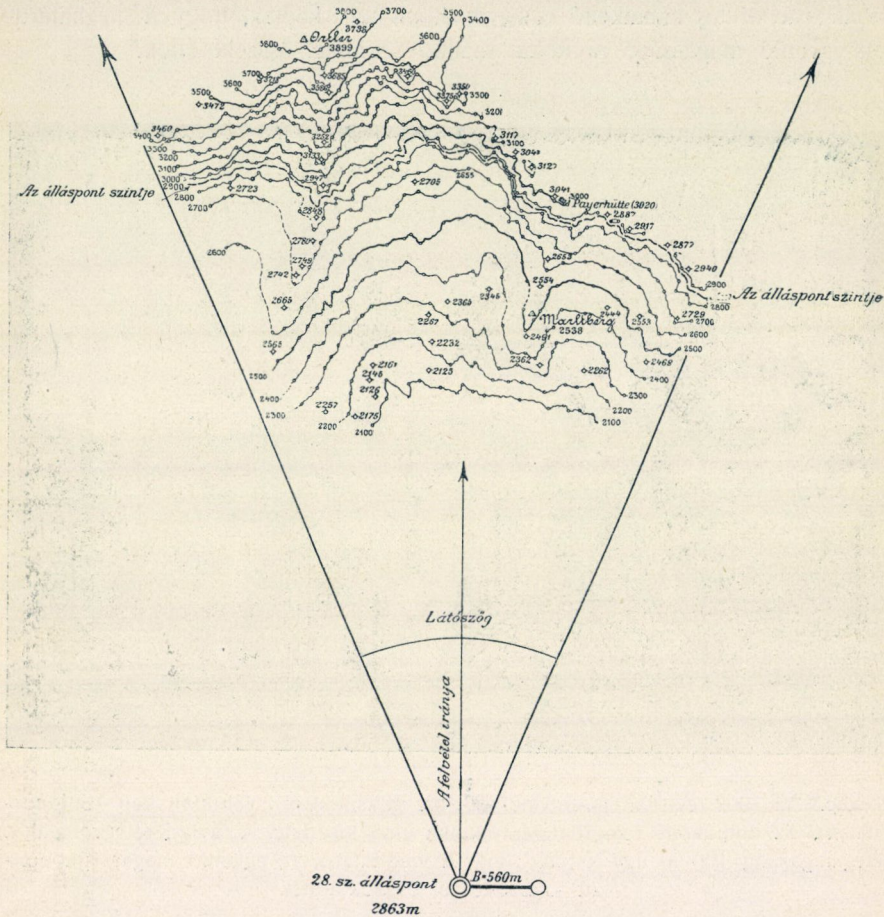
10. kép. Az 1907. évi ORTLER-felvétel 28. sz. álláspontról. Baloldali kép (Suldner-oldalak). Az önműködő rétegfektetési munka első kísérlete. A távlati rétegvonalakat (rétegmagasság 100 m) úgy kapták, hogy a meghatározott, egyenlő magasságú pontokat szabadkézzel összekötötték.

Az autosztereográfának első mintája 1908 tavaszán készült el és a tulajdonképpeni Ortler-tömböt ezen készülékkal a szobában 1908/1909 telén 1 : 25000 arányban szerkesztették meg.

A 11. kép a 28-czal jelölt álláspontról végzett felvétel alapján a szobában készített munka eredményét mutatja. Ennek készítése idejében a készülékkel a rétegvonalakat azonnal folyatónlagosan kihúzni még nem lehetett, csupán egyes egyenlő magasságú pontokat lehetett meghatározni. E pontok a terep szembeötlőbb részei voltak (a rajzban ezeket a helyeket köröcskék

jelölik); ezek közé jutott azután a sztereoszkópon át megfigyelt térszínformák szerint az összekötő vonalak közbeiktatása.

A 12. kép azt az eredményt tárja elénk, a melyet a felrakószerkezet, vagyis az autosztereográf a hét álláspontból készített felvétel alapján szol-

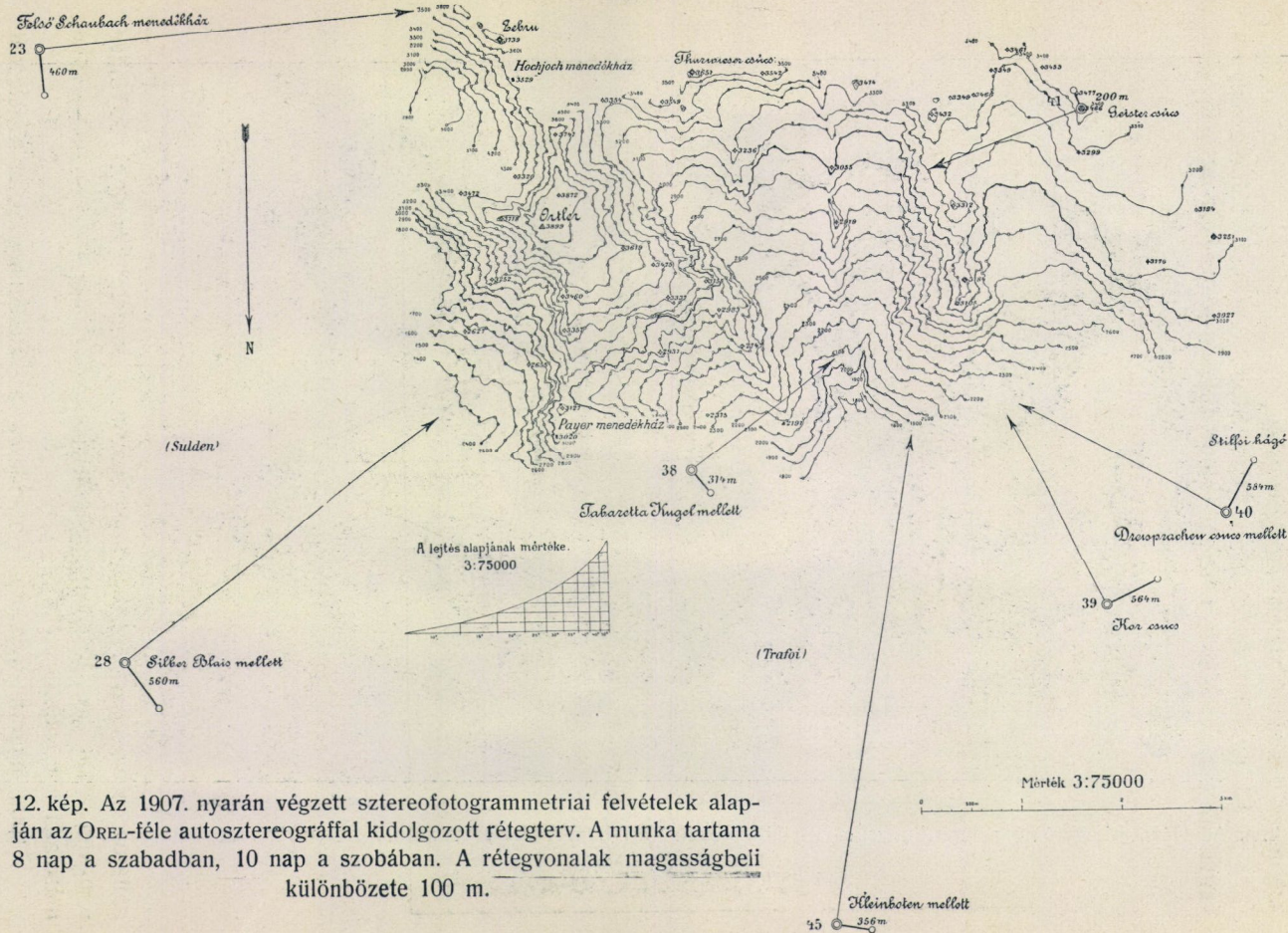


11. kép. Az 1908. mintájú autosztereográfal szerkesztett első rétegterv 1908/09. telén.

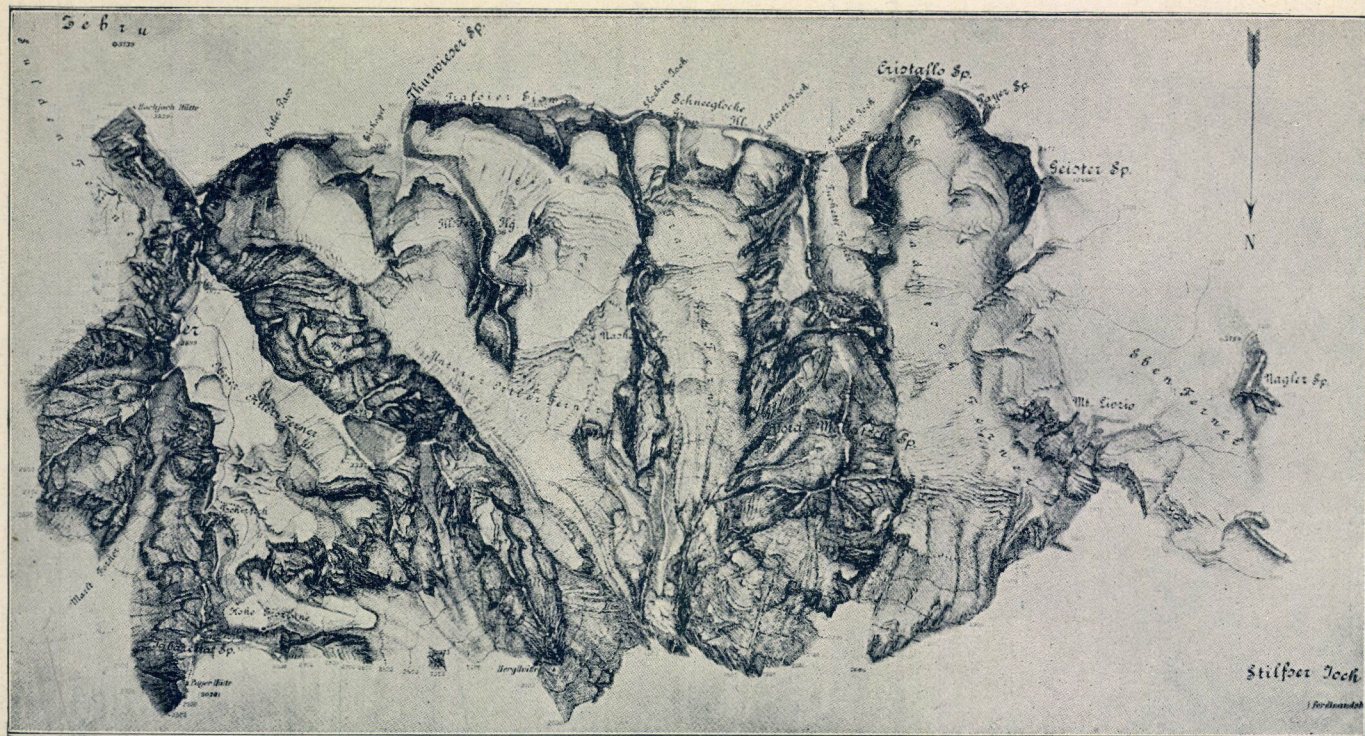
gáltatott, melyben az Ortler-tömbnek majdnem minden hézaga ki van töltve rétegvonalakkal. A 13. kép kizárólag a szobában végrehajtott munka másolatát ábrázolja.

1909 nyarán ugyanezen a vidéken a sztereofotogrametriai felvételt részletesen és sokféleképpen ellenőrizték és azt tapasztalták, hogy az a különféle utánmérésekkel meglepően jól egyezett.





12. kép. Az 1907. nyarán végzett sztereofotogrammetriai felvételek alapján az OREL-féle autosztereográffal kidolgozott rétegterv. A munka tartama 8 nap a szabadban, 10 nap a szobában. A rétegvonalak magasságbeli különbözőzete 100 m.



13. kép. Az ORTLER-hegység sztereofotogrammetriai felvétele 1907-ben. A térkép az autosztereográffal meghatározott rétegvonalak alapján készült.

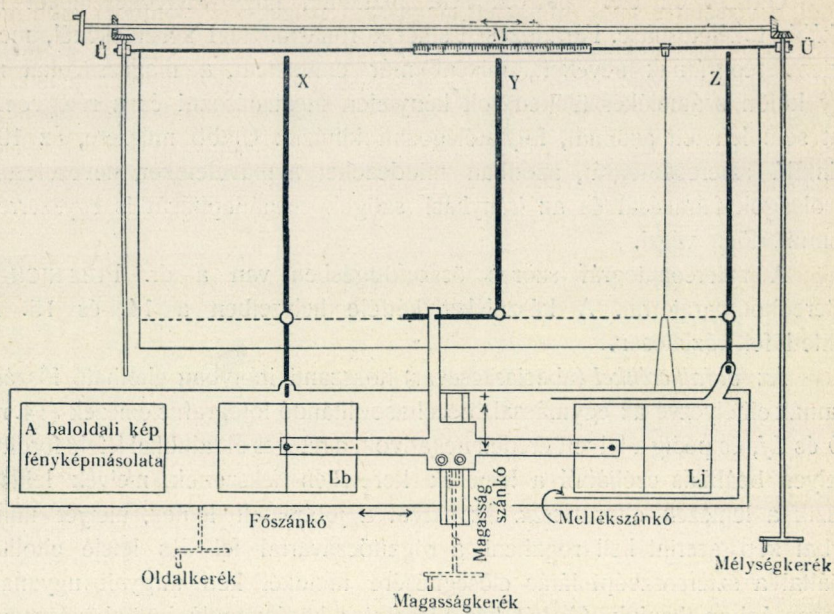
OREL-t az elért sikerek arra biztatták, hogy átvivőkészülékét még inkább tökéletesbítse. Fáradásait siker koronázta. Régi készülékénél, melyet autosztereográfnak nevezett, miként már említettem, a magasságokat még egy külön számológépezővel volt kénytelen meghatározni és a rétegvonalakat sem lehetett azonnal, folytatólagosan kihúzni. Újabb műszere, az 1909. mintájú sztereoaufgráf, azonban mindezeket a műveleteket, nevezetesen a távolságok felrakását és az irányítási szögek megállapítását is egyszerre és önműködően végzi.

A sztereoaufgráf szoros összefüggésben van a dr. PULFRICH-féle sztereokomparátorral. A készüléket kétféle helyzetben a 14. és 15. rajz tünteti fel vázlatosan.

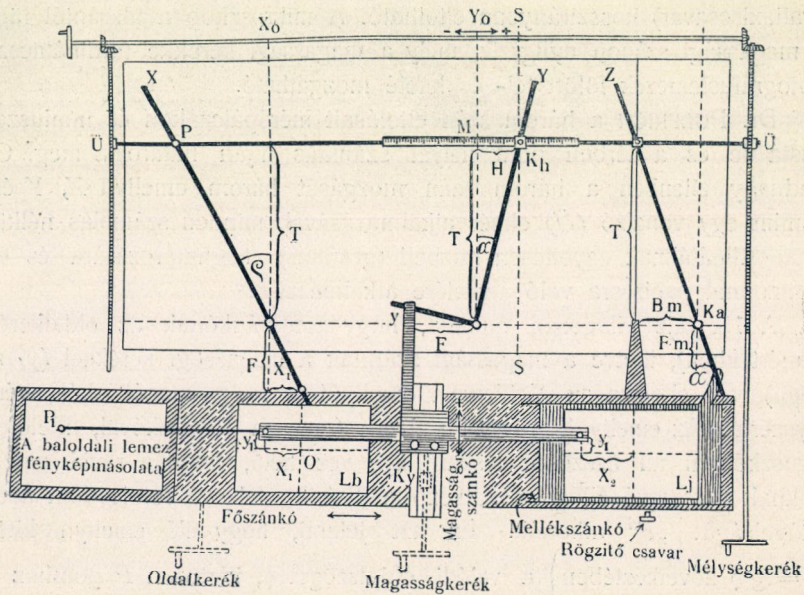
Az *oldalkerékkel* (abscissacsavar) hosszanti irányban eltolható főszánon vannak elhelyezve az egymással összehasonlítható fotografuslemezek (14. rajz,  $Lb$  és  $Lj$ , és pedig a felvett eredeti negatívok, a réteges oldalukkal lefelé fordítva). Helyes beállítás céljából a lemezkeretek fekszenek, melyek lehetővé teszik a lemez elfordítását. Azonkívül a jobboldali lemez, melyet mindig a bal kép szerint kell rögzíteni, a rögzítőcsavarral fel- és lefelé eltolható, miáltal a sztereoszkópi látás elősegítésére mindkét kép tárgyait ugyanazon magasságban kapjuk. (A két kép vízszintes középvonala különböző magasságú álláspontnak felel meg, mert az alapvonalnak mindkét végpontja nincs ugyanabban a magasságban. Valami kis magasságbeli különbség mindig van.) A jobboldali lemezkeret mellékszánon nyugszik, mely a mélységi kerékkel (parallaxcsavar) hosszirányban eltolható. A mikroszkóp a főszántól független magassági szánon nyugszik, mely a magassági kerékkel (ordinátszavar) a fotografuslemez fölött fel- és lefelé mozgatható.

Dr. PULFRICH a három szán eltolásait mérőpálczákon és noniuszokon olvasta le és a térbeli pont helyét számítás útján határozta meg. OREL főhadnagy ellenben a három szán mozgását három emeltyű  $X$ ,  $Y$  és  $Z$ , valamint egy vonalzó ( $\bar{U}$ ) elmés alkalmazásával, minden számolás nélkül, a pontkoordinátáknak egyenesen rajzbeli (grafikus) meghatározására és ezeknek azonnal papírosra való átvitelére alkalmazza.

A 15. rajz világosan mutatja, hogy a főszánkónak az oldalkerékkel ( $x_1$  mértékben), illetve a magassági szánnak a magassági kerékkel ( $y_1$  mértékben) való eltolása az  $X$ , illetve  $Y$  emeltyűt az  $x_0$   $y_0$  alapállásból kitérésre kényszeríti. Az emeltyűk rövidebb karja (mely a főszánkóval, illetőleg a mikroszkóppal áll összeköttetésben) úgy vezethető, hogy a rövid emeltyűkaroknak a nyugvó állásra vonatkozó vetületeik a felvevő fototeodolit állandó képtávolságát „ $F$ ” alkotják. Ez azt jelenti, hogy  $X$  emeltyű kitérése  $\left(\frac{x_1}{f} = \operatorname{tg} \varrho\right)$  következtében a valódi oldalszöget  $\varrho$ , illetve a  $P$  ponthoz való irányt adja; továbbá, hogy  $\left(\frac{y_1}{f} = \operatorname{tg} \alpha\right)$  következtében az  $Y$  emeltyű kitérése a

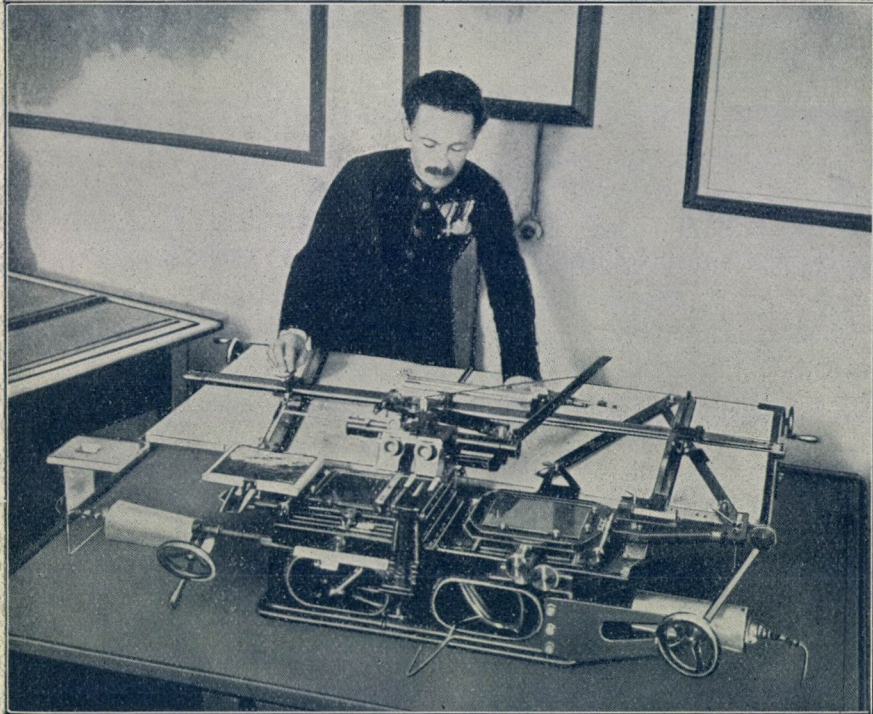


14. rajz.



15. rajz.

valódi, a vízszintes síkba átfektetett magassági szöget  $\alpha$  ( $P$  ponthoz) jelöli meg. Az egészen jobbra elhelyezett  $Z$  emeltyű a pont  $T$  távolságának a rajzbeli meghatározására való. Hogy az így megállapított  $T$  távolságot a másik két emeltyűre ( $X$  és  $Y$ ) is át lehessen vinni, a sztereoautográfban egy vonalzó-szerű, az egész asztalon végigérő híd ( $\ddot{U}$ ) van. A híd az asztalszéleken és közepén sínek között vezetődik; különben szabadon fekszik, hogy helyet



16. kép. OREL 1909. mintájú sztereoautográfja.

adjon az  $X$  és  $Y$  emeltyűk részére, melyek közvetlenül a papiros felett mozognak. A hídon elhelyezett  $M$  mérőpálczán az  $Y$  vonalzóinak az alapállástól való eltérése szerint a  $P$  pontnak a magasságát azonnal leolvashatjuk.

A  $K_h$  kapcsolás az  $Y$  emeltyűnek a szükséghez képest szilárdan tartására és ezáltal tetszés szerinti magasság  $h$  rögzítésére való.

A  $K_a$  kapcsolás lehetővé teszi, hogy a  $Z$  emeltyűt a terv mindenkori kisebbitési mértékegységének megfelelően beállíthassuk.

Az  $X$  emeltyűnek az  $\ddot{U}$  híddal létesített metszéspontjában nagyon elmeszen egy írón van elhelyezve (kis súly nyomása alatt áll), mely a pontok

jelölésére, illetve a vonalak kihúzására készült. Végül a híd nemcsak a mélységi kerékkal, hanem az asztal másik oldaláról egy kézikerékkal is mozgatható.

Meg kell még említeni, hogy a főszánkó baloldalán elhelyezhető egy a baloldali lemezről készült fotografiai másolat, melyre a szánkómozgásokkal egyidejűleg a mikroszkóp bal végére erősített kar a távlati rétegvonalakat rajzolja. (A rajzon ennek az oldalnyúló karnak hegye a  $P_1$  terepbeli pont képére mutat.)

OREL főhadnagy újabban még jobban tökéletesítette műszerét, úgy hogy a legújabb, 1911. mintájú sztereoautográfja már nagyon tökéletes szerkezetű műszer.

**A sztereoautográf alkalmazása.** Az előbb leirt elmés szerkezetű sztereoautográfal tisztán mechanikai úton, minden számolás mellőzésével, a legrövidebb idő alatt, a legnagyobb pontossággal egész sorozat feladatot oldhatunk meg.

1. *Az egyes térszinpontok ábrázolását* (miután a mikroszkópot a szemhez beállítottuk, a képpárt elhelyeztük, rögzítettük, és a szánokat az alapállásba hoztuk) következőképpen végezzük: A  $K_a$ -val jelzett kapcsolást a kisebbitési aránymérték szerint állítjuk, az aránymértéknek megfelelő magassági fokozatot elhelyezzük és ezt a bal bázispont irány- (szint) magasságára szabályozzuk. Azután a *bal* szemlencsében valamely pont  $P_1$  képét az oldal- és magassági kerékkal az  $M_b$  jegy alá, a *jobb* szemlencsében pedig ugyanannak a pontnak  $P_2$  képét a mélységi kerékkal  $M_j$  jegy alá hozzuk, úgy hogy az  $M$  jegy teljesen a  $P$  terepponton mutatkozik. Miután az  $\bar{U}$  híd a helyes távolságon fekszik, a  $P$  pont megjelölhető, melynek magassága a magassági fokozaton leolvasható és a pont mellé írható.

2. *Terepvonalak*, pl. metsződések, hegyhátvonalak, közlekedési vonalak, művelési-határok (rét, legelő, erdő, szőlő, kert stb.) ábrázolásakor a vonal valamely végpontjánál aképpen kezdjük meg a munkát, hogy a távlatilag látszó jegyet a sztereoszkópiai tájképnek végpontjára állítjuk. Már most, a három kézikerek segítségével, (az 1911. m. készüléknél a magassági kereket [ordinátacsavar] a figyelő már a lábával hozza működésbe) a jegyet alsó végével úgy vezetjük a kérdéses vonal hosszában, hogy a jegy a terepfelületet sohase hagyja el (a helyes vezetéshez kevés gyakorlat kell). Az  $X$  emeltyű és a híd keresztezési pontjánál alkalmazott *irón a fenti vonal alapvetületét mechanikusan*, a követelt mértékegység szerint rajzolja. Természetesen e vonal bármely pontjához tartozó magasságot a magassági fokozaton leolvashatjuk.

3. *Keresztmetszetek szerkesztéséhez* mindenképp előtt két pontnak, lehetőleg a metszészvonal végpontjainak helyét a papíron ismernünk kell. Ezután az oldalkereket, valamint egy oldalt álló segéd által a már említett kézikereket, mely a mélységi kerékkal van összekötöttségben, úgy kell moz-

gatni, hogy a metszési pont  $P$  állandóan a keresztmetszet alapvonalán maradjon, miközben a figyelő a magassági kerékkal a jegyet a terepen vezeti. A magassági fokozaton leolvasott egyes magasságokat, ha *nem eltorzított* keresztmetszet szükséges, csak esetenként a keresztmetszet alapvonalára merőlegesen rakják fel.

#### 4. Rétegvonalak önműködő ábrázolása.

Feltétel: a bal álláspont irány- (szint) magassága 1000 m, a  $P$  ponté pedig 1100 m és az 1100 m-es rétegvonalat tetszés szerinti mértékben kell ábrázolni.

A  $K_a$ -val jelzett kapcsolást ehhez képest beállítjuk. Az  $Y$  emeltyű kitérése a magassági fokozaton az 1100 m-es magasságot mutatja (tehát  $y = 100$  m). Az emeltyű ezen állása mellett az  $Y$  emeltyűt és a hid közti laza  $K_h$  kapcsolást állandósítani, a magassági kerék  $K_y$  kapcsolását pedig szabaddá kell tenni. Ezáltal elérjük, hogy a fő- illetve mellékszán bármely tetszés szerinti mozgatásával a  $K_y$  kapcsolat a mikroszkópot úgy viszi magával, hogy az  $M$  jegy az 1100 m-es vízszintes síkból nem térhet ki. Ránk nézve azonban csak a vízszintes *síknak* a tereppel való metsződése, tehát az 1100-as réteg-vonal fontos.

Az oldal- és mélységi kerékkal tehát a szánkészüléket és ezzel együtt a hidat úgy kell mozgatni, hogy a vándorló jegy mindenkor a plasztikusan látszó térszínen maradjon, ilyen módon az irón a keresett 1100 m-es rétegvonalat a terv aránymértékében önműködőleg rajzolja a papirosra. (E közben a  $K_h$  kapcsolat által jelzett metszéspont az  $SS$  vonalon mozog.) Hasonló módon minden más rétegvonalat is a legnagyobb pontossággal lehet rajzolni, a nélkül, hogy a papirosra csak egy tekintetet is kellene vetnünk.

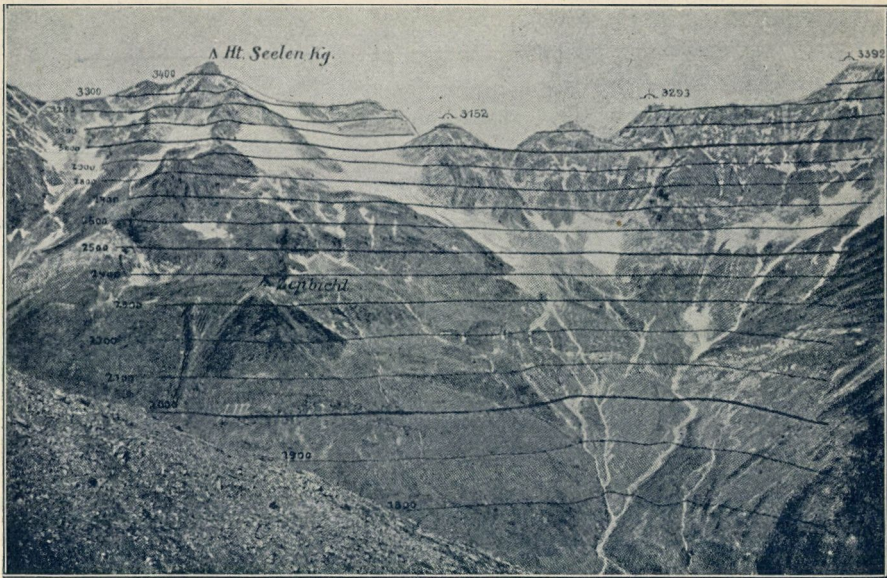
Mínthogy a rétegvonalak csupa egyenlő magasságban levő pontokat kötnek össze, a rétegvonalalkétfestést *önműködő szintezésnek* is tekinthetjük.

**A sztereoautográf teljesítőképesége.** A sztereoautográf teljesítőképeségéről, a kísérletezéseknél tapasztalt szükséges *munkaidőről* és az elérhető *pontosság fokáról* a következő adatok tájékoztathatnak:

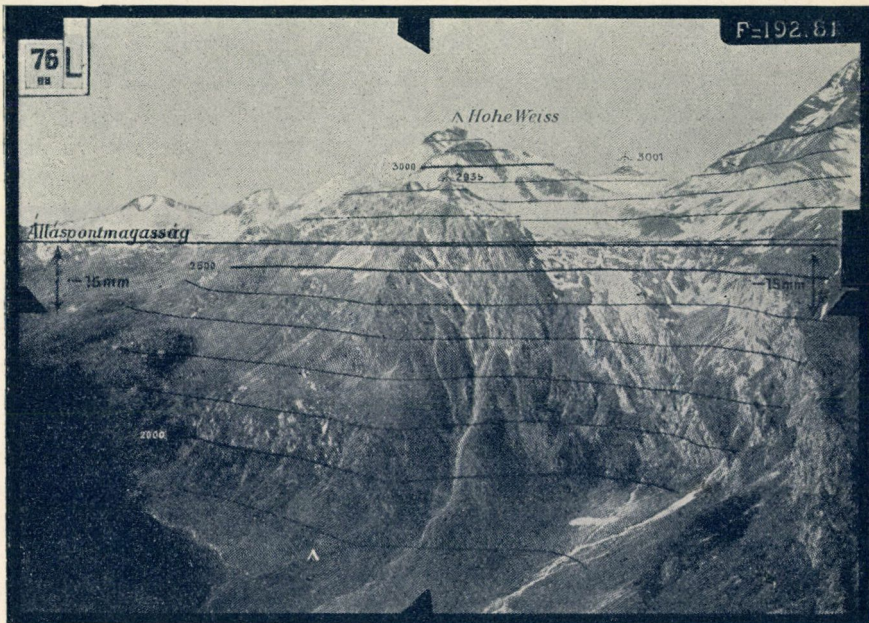
OREL EDE főhadnagy az Alpesi tartományok több vidékét (a Texi-, Ötztali-, Tuxi-, Stubai-, Zillertali-csoport) a sztereoautográf segítségével ábrázolta s arra az eredményre jutott, hogy a *magashegység*, mely a legnagyobb nehézséget okozza a terepfelvévőnek, különösen alkalmas a sztereo-fotogrammetriai felvételre.

A 17. és 18. kép két álláspontból készített felvételt tár elénk az Ötztali-alpok területéről.

A 19. rajz négy álláspontból készült felvétel alapján végzett munka eredményét mutatja. Az egyik álláspont időtrabló megmászása miatt a mezei munkához 2 nap volt szükséges; a lemezeknek kidolgozása a sztereoautográfban 16 órát igényelt. Kisebb mellékmunkálatokkal együtt, összesen *5 nap*



17. kép. Az 1909-iki tiroli felvétel baloldali képe a 73. sz. álláspontról (Pfelders-től északra lévő hegyoldal, a zwickai menedékkunyhó vidékén). Rétegmagasság 100 m.

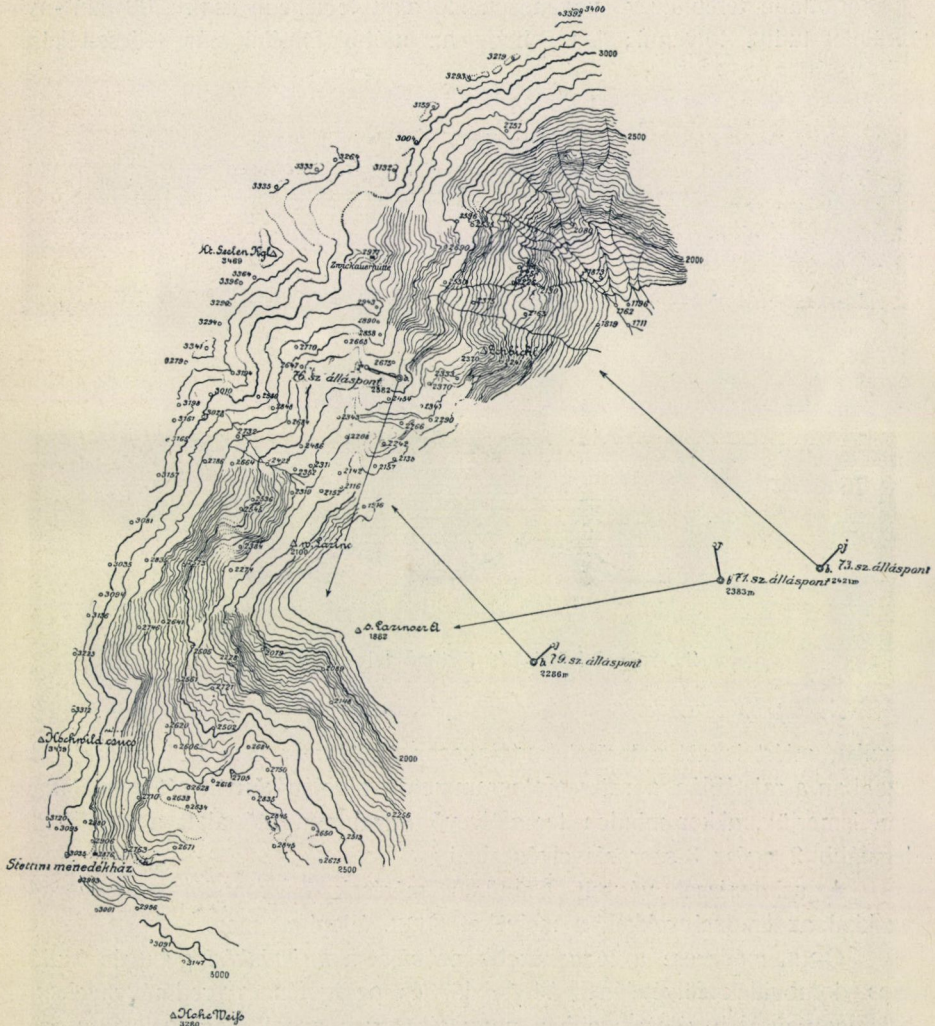


18. kép. Az 1909-iki tiroli felvétel baloldali képe a 76. sz. álláspontról (az Eisjoch irányában, a stettini menedékkunyhó vidékén). Rétegmagasság 100 m.



alatt egy körülbelül 20 km<sup>2</sup>-nyi területen, 1 : 25,000 arányban, a munka befejeződött.

Az említett vidéken a térképfelvéőnek a kevés háromszögelési ponton kívül munkájához egyéb alappontja nem volt. A magashegység ezen rétegeiben a kataszter csak nagyon kevés és legnagyobb részben megbízhatatlan adattal szolgálhatott. A most ismertetett módszerek felhasználásával azonban a terepfelvéő kézbekapja a kész, teljesen megbízható rétegtérvet, mely még tartalmazza a

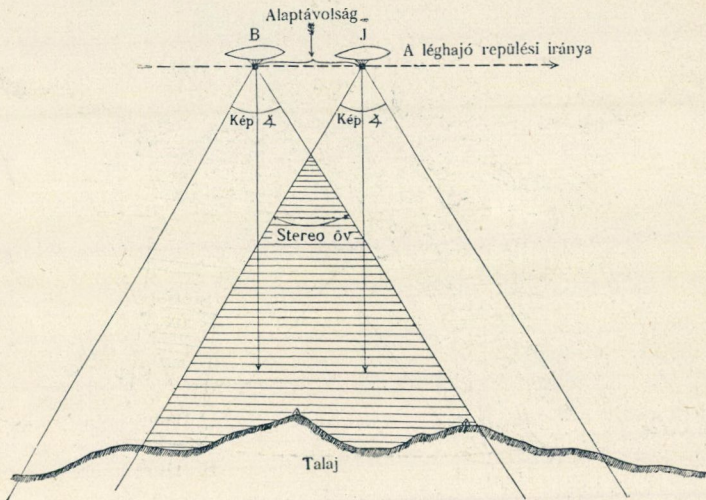


19. kép. Sztereofotogrammetriai felvétel Tirolban, 1909-ben, mint a katonai térképfelvéőtel előmunkája. Az OREL-féle 1909. mintájú sztereoaotográfval elért munka eredménye.



mélységi vonalakat, sziklahatárokat, valamint a jellemző tereppontokat a magassági adatokkal együtt. Mindez lehetővé teszi, hogy a *terepformák* még a nyári munka megkezdése előtt a *szobában* előre kidolgozhatók. A térkép teljes elkészítéséhez természetesen nélkülözhetetlen a vidék utólagos bejárása. Ekkor általában a beláthatatlan területeket kell kiegészíteni, a közlekedési vonalakat osztályozni és a neveket följegyezni.

1909—1910. években Tirolban a Meran—Sterzing—Sand területen 2000 km<sup>2</sup>-nyi területet vettek föl sztereofotogrammetriai módszerekkel. Egy gyakorlottabb terepfölvevő ugyanezen idő alatt legfeljebb csak 200 km<sup>2</sup>-nyi területet tudna fölvenni; igaz, hogy az utóbbi fölvétel már teljesen kész



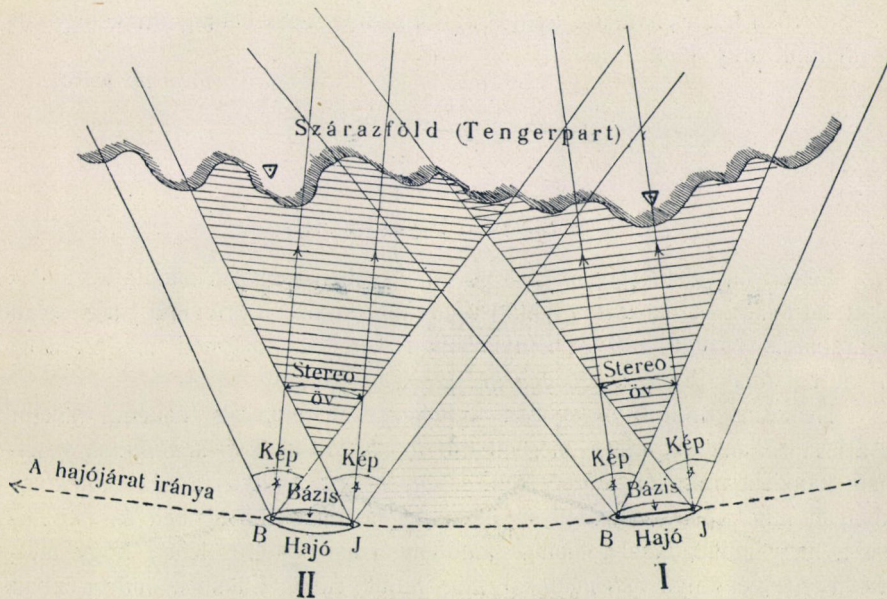
20. rajz. Léghajóból történő felvétel vázlata.

munka, miért is azt a területet utólagosan többé már nem kell bejárni. Ha azonban a rajztáblán a sztereofotogrammetria alapján készült rétegvonalakat, stb. ismerjük, akkor minden terepfölvevő ugyanezen idő alatt a munkának legalább 2 egész 3-szorosát elvégezheti.

A szintezéssel végzett ellenőrző mérések nagyon jól megegyeztek azokkal az eredményekkel, a melyeket OREL állapított meg.

OREL módszere a legnehezebb próbáját a *hajmáskéri* gyengén hullámos dombvidék fölvételénél állotta ki, és pedig fényes eredménnyel. A sztereoaotográf beváltott s ebben nagy része van annak, hogy vele ugyanazt a rétegvonalat többször is kihuzhatjuk a nélkül, hogy az eltérés  $\frac{1}{10}$  mm-nél nagyobb volna.

**A sztereoautográf alkalmazása.** Az erődítmények, megerősített harcállások fölvétele, harc helyzetek nyilvántartása stb. a földérítőszolgálatnak, fontos segédeszközei. Ezeknek megismerése céljából a bázist a fototeodolittal határozzák meg, melynél nem fontos az álláspont magasságát megmérni. (Fő, hogy a mezei munka mennél rövidebb ideig tartson, hogy az ellenség előtt észrevétlenek maradjunk.) A sztereoautográfot, valamint a többi a fölvételhez szükséges műszereket egy kocsiban (automobil) helyezhetjük el, melyben a képek előidézése, másolása menet közben is és esetleg a sztereoautográf kezelése is lehetséges, úgy hogy a



21. rajz. Tengerpart felmérése hajóról, vázlatosan.

fölvétel megtörténte után rövid idő múlva a fölvétel alapján készített helyzetvázlat a parancsnok kezébe kerülhet. E fölvételeknek nemcsak mint helyzetudósításoknak van jelentősége, hanem mint a kritika, történelem és tanítás alapjai egyébként is maradandó értékre számíthatnak.

Lég hajóból (repülőgépekből) készült fölvételek a jövőben nagy fontosságot érhetnek el. És pedig békében, hogy azokat a területrészeket ábrázolhassuk, melyek a rendes fotografiai fölvételeknél eltakarva maradtak; háborúban, hogy fontos helyzetjelentéseket tehesünk.

A 20. rajz szerint először a B, aztán a J léggömbből készítünk fotografiát. Természetesen tudnunk kell a léggömbnek azt az útját, a mit B-től J-ig megtesz, hogy a levegőben biztos alapvonalhoz jussunk. A sztereoszkópileg

összetartozó fölvételeket lehetőleg egyenlő (barométerrel ellenőrzendő) magasságból és függőleges irányban kell készíteni.

A léghajóból történő felvételeknek gyakorlati értékesítésében még sok a kívánni való. A kísérletezések folyamatban vannak. OREL maga is kísérletezett, de a biztos eredmény még a jövő feladata.

OREL módszerével tengerpartokat is könnyen és gyorsan lehet a hajókról felmérni (21. rajz), tengeren a hajók helyzetét megállapítani és rajzban feltüntetni. Azonkívül gyorsan lehet a lövedékek pályáját kimérni, továbbá különféle mérnöki munkálatoknál (út- és vasútépítésnél, határszabályozásoknál, térfogatok megállapításánál, erdők famennyiségének meghatározásánál stb.) is czélszerűen felhasználható. Szóval az OREL-féle sztereoaotográfának jogosan jósolhatunk szép jövőt.

*Lendvay Károly.*

## A pozitív sugarokról.

Létesítsünk kisülést olyan CROOKES-féle csőben, melynek katódja kis nyílásokat tartalmaz. A szokásos katódsugarakon kívül GOLDSTEIN még olyan sugarakat is észlelt, melyek a nyílásokon keresztül a katód mögött levő térben haladnak. Ezek a *csősugarak*.

Nemcsak ritkított levegőben keletkeznek e sugarak, hanem, miként GOLDSTEIN<sup>1</sup> megállapította, még inkább *hidrogénben és héliumban*. A keletkező katódsugarak fényerőssége u. i. egyenesen arányos a gáz molekulásúlyával, míg csősugaraknál ilyen összefüggés nincs. Levegőben és oxigénben a nagy molekulásúly miatt a katódsugárzás oly erős lehet, hogy mellette a gyenge fényű csősugarakat alig látjuk meg. Ellenben hidrogénben és héliumban a katódsugarak gyengék, és így a csősugarak sokkal jobban szembetűnnek. Sőt GOLDSTEIN-nak<sup>2</sup> *káliumban, rubidiumban és czéziumban* is sikerült csősugarakat az 1. rajzban feltüntetett készülékkel előállítani. *K* a nyílásokkal ellátott katód, *a* pedig az anód. Az **U**-alakú cső a légszívóhoz vezet úgy, hogy a kisülés és a megfigyelés terében a ritkítás fokát tetszésünk szerint szabályozhatjuk. A csősugarak a *K* katód mögött levő *C* térben keletkeznek. Azt a fémet, melynek gőzében a csősugarakat vizsgálni akarjuk, *r* csőben helyezzük el és külön melegítéssel gőzöket fejlesztünk belőle. A csősugarak éppen olyan tisztán látszanak, mint ritkított levegőben, színük a gázok szerint változik. Rubidiumban sárgásveres, czézium-

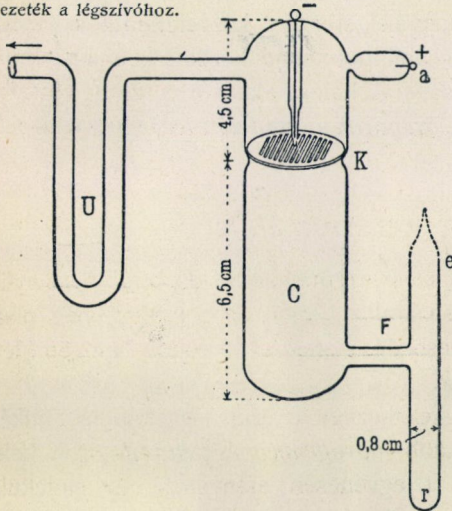
<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 875. lap.

<sup>2</sup> Verhandl. d. Deutsch. Phys. Ges., 1911, 13. köt., 972. lap; Phys. Zeitschr., 1912, XIII. köt., 6. lap.

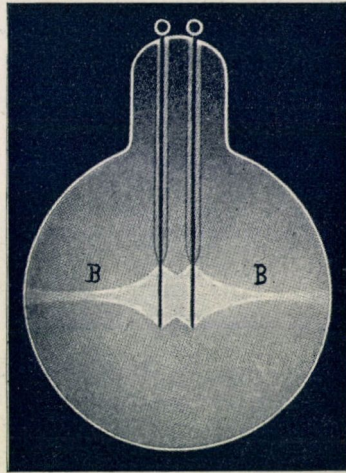
ban zöldesfehér. Ha a sugarak fényét spektroszkópban vizsgáljuk, mindig a csőben levő gőz legvilágosabb vonalait látjuk.

Ugyancsak GOLDSTEIN-nak<sup>1</sup> sikerült a csősugarakat egyszerűbben is előállítania. Gömbalakú CROOKES-csőbe (2. rajz) az anódon kívül még két párvonalas drótot vezetett be, mely egymással összekötve katódul szolgált. A köztük levő tér helyettesíti az előbbi készülék katódjának nyílását. A rajz mutatja, a mint a csősugarak e térből felfelé és lefelé mint rózsaszínű nyalábok indulnak ki. De ezenkívül a drótokat minden irányban haladó gyenge fénysávok veszik körül. Ha a csőbe átlátszatlan tárgyat helyezünk,

Vezeték a légszívóhoz.



1. rajz.



2. rajz.

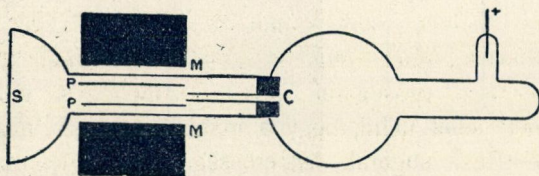
árnyékából megláthatjuk, hogy e sávok egyenes irányban haladó sugarakból állnak. Sőt egyetlen drót mint katód minden nyílás nélkül is létesít csősugarakat, és pedig körülötte látható fénysávok alakjában. Mindez a tapasztalat GOLDSTEIN-t arra a felfogásra vezette, hogy a csősugarak nem pusztán áthaladnak a katód nyílásán, hanem e nyílás faláról indulnak ki.

Ez azonban ellenkezik THOMSON-nak<sup>2</sup> azzal a megfigyelésével, hogy a csősugaraknak megvan a jellemző sajátosságuk már a katód előtt levő, úgynevezett CROOKES-féle sötét térben, tehát még mielőtt a katód nyílásához érnek. A csősugarak egyik sajátossága, hogy ha nátriumot tartalmazó anyagra esnek, ezt sárga, nátriumtól eredő fénysugárzásra indítják. THOMSON a katód

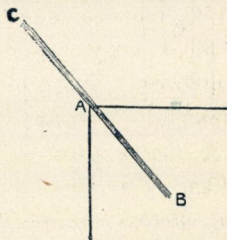
<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 873. lap; Verh. d. D. Phys. Ges., 1910, 10. köt., 661. lap.

<sup>2</sup> Phil. Mag., 1910, 19. köt., 424. lap.

nyílását nátriumot tartalmazó üvegcsővel bedugta. Mikor erős kisülést létesített, az üvegcső vége világított, nátriumrészecskék kiváltak és utóbb a katódon rakódtak le. Itt tehát a csősugarak iránt érzékeny réteg keletkezett. A nátriumnak csősugarak okozta világítása ezen a rétegen már több mint  $1\frac{1}{2}$  cm-rel a katód előtt látszott. WIEN azonban azt állítja, hogy a katód előtt található, pozitív töltésű részecskék nem a csősugarakhoz tartoznak. Tudjuk, hogy a katódsugarakkal megegyező irányban is haladnak pozitív töltésű sugarak, a  $K_1$  sugarak. Ezek tehát az elektromos erővel ellenkező irányban mozognak. Ezért *visszafelé tartó* (retrográd) *sugaraknak* is nevezik őket. WIEN szerint a katód előtt levő pozitív részecskék ezen sugarakhoz tartoznak. THOMSON a csősugarak keletkezésének helyét ezért közvetlenül is megkereste. Lithiumchloriddal bevont csillámlapot majd közelített a katódhoz, majd eltávolította tőle. Ez a lap a csősugarak hatása alatt vörös színben foszforeszkál. Ekkor is azt tapasztalta, hogy a *csősugarak a katód előtt levő CROOKES-féle*



3. rajz.



4. rajz.

*sötét térnek külső szélén keletkeznek*, míg a visszafelé tartó sugarak a katód közelében erednek.

A csősugarak természetéről akkor kaphatunk felvilágosítást, ha elektromos és mágneses térben vizsgáljuk őket. Helyezzük tehát a csőnek azt a részét, melyben a csősugarak haladnak, az  $MM$  elektromágnes sarkai közé (3. rajz). Az elektromos teret a  $PP$  fémlapokból álló sűrítő létesíti. Az elektromos és mágneses erő iránya egymásra merőleges legyen. A csősugarak végül a  $C$  katódból az  $S$  foszforeszkáló lapra érnek. Az a nyaláb, mely eredetileg  $A$  pontban (4. rajz) ért a foszforeszkáló lapra, most szét húzódik és  $AB$  egyenes mentén éri a lemezt. A sugarakat ezen ábra síkjára merőlegesen kell képzelni. A vízszintes egyenes az elektromos erő irányát mutatja, a függőleges pedig a mágneses erőt. Az eltérítés irányából arra következtethetünk, hogy a *csősugarak pozitív töltésű részecskékből állanak*. WIEN volt az első, a ki észrevette, hogy a csősugarak részecskéi között olyanok is vannak, amelyek ellenkező irányban térnek el. Ezek a foszforeszkáló lapot az  $AC$  sáv mentén érik. Ennek erőssége,

miként a rajzból is látjuk, jóval kisebb az előbbinél. Ezek a sugarak *negatívöltésű részecskékből* alakulnak. A sugarak egy része pedig a mágneses és elektromos mezőben semmiféle eltérést sem szenved. A részek között tehát olyanok is vannak, a melyeknek egyáltalában *nincs töltésük*.

Az *AB* vonal folytonossága azt mutatja, hogy a sugarak igen különböző mértékű eltérést szenvednek. Az *A* ponthoz érkező sugarak megtartják eredeti irányukat, ellenben a *B* ponthoz jutó sugarak valamennyi közt a legnagyobb mértékben térnek el. Ennek az az oka, hogy a pozitív részek töltésüket majd elvesztik, majd visszanyerik. A csősugarak az útjukba eső gázmolekulákat ütközés következtében ionizálják, vagyis pozitív és negatív töltésű részekre bontják. A csősugaraknak ama részecskéi, melyek eredetileg pozitív töltéssel indulnak ki, negatív elektronnal egyesülhetnek és így töltésüket elvesztik. Majd utóbb az elektront elbocsátják és így pozitív töltésüket visszanyerik. Mennél nagyobb úton át van töltésük, annál nagyobb lesz eltérésük. Ha a csőben a nyomás nagyobbodik, akkor WIEN<sup>1</sup> megfigyelése szerint az eltérés is nő, vagyis a részek között több pozitív ion van. Valószínű tehát, hogy a pozitív részecskék keletkezésének oka a molekulákkal való ütközés. Meghatározott nyomás alatt állandó állapot következik be: ugyanannyi pozitív ion keletkezik, mint a mennyi közömbössé válik.

A higany gőzében keletkező csősugarak kevés pozitív töltést visznek magukkal. Ezt abból is meg lehet itélni, hogy a mágneses térben nagyon gyenge eltérést szenvednek. De a sugarak fényerőssége mégis elég nagy. Ezért WIEN<sup>2</sup> azt hiszi, hogy *a fényhatás főleg a töltés nélküli részekről ered*. Az is valószínű, hogy a fényhatást az elektronnal való egyesülés idézi elő. De ezek a töltetlen részek csak akkor világítanak, ha a nyomás nem túlságosan kicsi, vagyis ha kellő számú gázmolekula van jelen, melylyel a mozgó részek összeütközhetnek. A csősugarak annál fényesebbek, mennél nagyobb az összeütközések száma. Mikor ilyen összeütközés bekövetkezik, akkor és csak is akkor áll elő fényjelenség.<sup>3</sup>

Nem szabad azonban azt hinnünk, hogy a csősugarakban minden részecske mozog. STARK észrevette, hogy a csősugarak világító részeinek színekében az összes vonalak kettősek. Az egyik vonal mindig megfelel a csőben levő gáz színekének, a másik ettől kissé eltér és pedig mindenütt ugyanabban az irányban. Ennek az az oka, hogy a világító részek közül egyesek nyugalomban vannak, mások ellenben mozognak. Az utóbbiaktól eredő vonalak a DOPPLER-hatás következtében eltolódnak. A csősugarak színekében tehát a rendes helyzetű és az eltolódott vonalak egymás mellett látszanak.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ann. d. Phys. 1909, 30. köt., 349. lap.

<sup>2</sup> Ann. d. Phys., 1907, 23. köt., 433. lap.

<sup>3</sup> L. KOENIGSBERGER, Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 379. lap.

<sup>4</sup> L. Természettudományi Közlöny, 1912, 44. köt., 122. lap.

Megtörténhetik az is, hogy a negatív töltésű ionok száma felülmulja a pozitív részecskék számát. WIEN<sup>1</sup> oxigénnel telt csőben tapasztalta ezt, de csak kis nyomás alatt, vagyis mikor a ritkítás igen előrehaladott volt. A csőben higanygőz is volt, mely az egyik elágazó csőbe öntött higanyból fejlődött. Mikor a higanyt tartalmazó edényt folyékony levegőbe merítette, a higanygőzök lecsapódtak, a negatív ionok túlsúlya megszűnt. Mihelyt a higanygőz újra bejuthatott a kisülés terébe, a negatív ionok is megjelentek. Így tehát WIEN véleménye szerint a negatív részecskék keletkezése higanygőzök jelenlétéhez van kötve. Vízgőzök ugyanezt a hatást idézik elő.

WIEN<sup>2</sup> utóbb a higanygőzök szerepét behatóbban is megvizsgálta. A CROOKES-csőnek abból a részéből, melyben a sugarak haladnak, két üvegcső ágazott ki. Mindkettő higanyt tartalmazott. Azáltal, hogy az egyiket lehűtötte, a másikat pedig melegítette, a higanygőzök áramlásának irányát megszabta; a gőzök ugyanis a melegített helyről a lehűtött rész felé áramlanak. Mikor a gőzök áramlásának iránya a csősugarak haladásának irányával megegyezett, a negatív ionok mindig nagyobb számban jelentek meg, mint a pozitívek. WIEN ezt az eredményt úgy értelmezi, hogy a higanygőzökből nagyobb számban keletkeznek negatív ionok, mint pozitívek.

KOENIGSBERGER és KUTSCHEWSKY<sup>3</sup> szerint a csősugarak negatív ionjai közömbös részekből keletkezhetnek, ha ezek negatív elektronnal egyesülnek. Minden részecske *kezdetben pozitív*, utóbb azonban egy részük közömbössé alakul át. Az ilyen töltetlen részek vagy megmaradnak mint ilyenek, vagy pedig pozitív és negatív részecskévé bomlanak fel. A kisebb sebességű pozitív ionok könnyebben egyesülnek elektronnal és így ezekből nagyobb számmal keletkeznek negatív ionok. E negatív ionok is elveszthetik mozgás közben elektronjukat, miáltal újra töltetlen részekké változnak vissza. A közömbössé vált pozitív ion semmiben sem különbözik a töltését elvesztő negatív iontól.

Annak első nyomát, hogy az elektromos és mágneses térben szenvedett eltérítés nagyságából a gáz anyagi minőségére lehet következtetni, WIEN (1902) és THOMSON (1907) találták. Mikor hidrogénnel telt csőben a sugarakra mágneses és elektromos erő hatott, a foszforeszkáló ernyőn három nyaláb mutatkozott. Az egyik az el nem térített sugarakból áll, a másik kettő pedig a pozitív töltésű *hidrogénatómoknak* és a pozitív töltésű *hidrogénmolekuláknak* felel meg. REICHENHEIM és GEHRKE<sup>4</sup> még oxigént is vezettek a csőbe. Az itt keletkező csősugarak négy nyalábból

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 377. lap.

<sup>2</sup> Ann. d. Phys., 1912, 39. köt., 519. lap.

<sup>3</sup> Verh. d. D. Phys. Ges., 1912, 14. köt., 1. lap.

<sup>4</sup> Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 732. lap.



állanak. A sugarakra merőleges ernyőn ehhez képest négy sáv látszik (5. rajz). Az  $o$  jelzésű sáv az el nem térített sugarak következtében keletkezik, az 1 sávot pozitív töltésű oxigén-atómok, a 2-vel jelöltet a hidrogén-molekulák, a 3-mal jelöltet pedig a hidrogén-atómok okozzák.<sup>1</sup>

Sok tekintetben meglepő eredménnyel jártak THOMSON<sup>2</sup> vizsgálatai, mikor nagy térfogatú edényben kis nyomásnál létesített csősugarakat. A foszforeszkáló ernyőn most is megjelent az az egyenes vonalú  $BB'$  sáv (6. rajz), mely magas nyomás alatt szűkebb csövekben keletkezett,<sup>3</sup> bár nem olyan fényesen. A nyomás csökkentésekor fényerőssége egyre gyengült, helyzete azonban nem változott. De a foszforeszkáló ernyőn még új sávok is látszottak: az  $OAB$  parabola-alakú görbe és az  $OCD$  tört vonal, mely a parabolától eltér. Utóbb THOMSON a parabola-alakú görbét elsőrendű vonalnak, az  $OCD$  görbét pedig másodrendű vonalnak nevezte. THOMSON azt hiszi, hogy az elsőrendű vonal olyan részekből ered, melyek megtöltve hagyják el a katódot és töltésüket egész útjukon át meg is tartják. A másodrendű görbét olyan sugarak idézik elő, melyek töltésüket csak útközben kapják, majd elvesztik, esetleg visszakapják s. i. t. Ezek a görbék tehát azt mutatják, hogy a részek a kisülés alatt nagyon különböző állapotban lehetnek: folytonosan visszakapják és elvesztik töltésüket.

A másodrendű vonal mindig csak könnyebb gázokban keletkezik, mint hidrogénben vagy héliumban.<sup>4</sup> Ezek az atomok ugyanis kis tömegüknél fogva könnyebben érik el azt a sebességet, a mely legalább is szükséges ahhoz, hogy ütközés következtében a gázmolekulákat felbontsák, ionizálják. Az oxigén-atómok ezt a legkisebb sebességet akkor érnék el, ha 320 ezer voltnyi feszültségkülönbség haladnának keresztül.

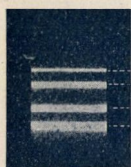
Mikor THOMSON a tágabb csőbe több könnyebb gáz elegyét bocsátotta, a másodrendű görbéknek egész sorozata állott elő (7. rajz). Mindegyik

<sup>1</sup> A hidrogén atómsúlya, miként tudjuk, 1, molekulásúlya 2, az oxigén atómsúlya 16. Az  $o$  csiktól számított eltérések REICHENHEIM és GEHRKE mérései szerint úgy arányosak mint  $1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{16}}$ , vagyis az eltérések fordítva arányosak a részecskék viszonylagos súlyának négyzetgyökével. Mikor oxigén helyett a csőben hélium volt, melynek atómsúlya 4, akkor a megmért eltérések aránya  $1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{4}}$  volt, tehát a vonalak a hidrogén-atómnak, hidrogén-molekulának és a hélium-atómnak felelnek meg.

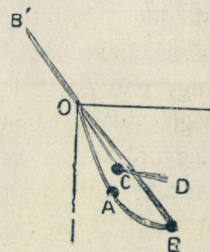
<sup>2</sup> Phys. Zeitschr., 1910, XI. köt., 1131. lap.

<sup>3</sup> L. a 4. rajzot.

<sup>4</sup> Phyl. Mag., 1912, 24. köt., 209. lap.



5. rajz.



6. rajz.

görbe az elegynek egy-egy alkotórészét jelezte. Ennek a későbbi kutató-sokra nézve nagyon fontos következménye van. Az eltérítés nagyságából t. i. következtetni lehet a csősugarak részecsskéinek anyagi minőségére. Mennél nagyobb a részecske atom- vagy molekulásúlya, annál kisebb az eltérése. Ha pedig ugyanaz a részecske nem egy, hanem több elemi elektromos töltéssel van ellátva, akkor a mágneses térnek ráható ereje is annyiszor nagyobb, a hány elemi elektromos töltése van. Mindegyik görbén egy-egy fényesebb folt látszik (*a, b, c, d, e*). Ezeknek az a különös sajátosságuk van, hogy ugyanarra a függőleges vonalra esnek. Azok a részek tehát, melyek a különböző anyagokat jelző másodrendű görbéken ezeket a foltokat keltik, egyforma eltérítést szenvednek. Rajzunk azt is mutatja, hogy a gör-



7. rajz.

bék némelyike negatív részekről eredő ágban folytatódik, míg más görbéknél ez az ág teljesen hiányzik. Főleg a nagyobb molekulásúlyú anyagok sávjához, mint pl. a levegőéhez vagy a higanyéhoz tartozik negatív ág, a könnyebb elemek sávjainál pedig egészen hiányzik. A negatív ionok, miként említettük, úgy keletkeznek, hogy a töltés nélküli atomok negatív elektronnal egyesülnek. Egyes anyagok atomjai tehát nagy ellenállást fejtenek ki az elektronnal való egyesüléssel szemben.

A foszforeszkáló sávok alapján THOMSON a csősugarakban három, egymástól lényegesen eltérő fajtát különböztet meg:

1. Vannak töltés nélküli részekből álló sugarak, melyekre a mágneses és elektromos tér nincs hatással.
2. Vannak olyan sugarak, melyek egyenes vonalú sávot létesítenek (l. a 4. és 6. rajzot). Ezeknek a részeknek állandó sebességük van. Akkor keletkeznek, mikor az első fajta sugarak a gáz molekuláival összeütköznek és ezeket felbontják. THOMSON elnevezése szerint ezek a

másodlagos pozitív sugarak. Szűk csövekben nagyobb nyomásnál csak ezek látszanak (4. rajz). 3. Vannak olyan sugarak, melyek a csőben levő gázra jellemzők (6. ábra). Ezek alacsony nyomás alatt keletkeznek. Ezek a görbék a csőben levő gáznak mintegy színeképét mutatják, mert belőlük a gáz anyagára lehet következtetni. Az utóbbi két fajta sugár részecskei negatív töltést is vehetnek fel.

A másodrendű görbék behatóbb vizsgálatánál THOMSON olyan vonalat talált, melyet (OH) részek, vagyis hidroxilgyök részei idéznek elő. Ezt a gyököt vegyi úton önállóan még nem sikerült előállítani. THOMSON tehát arra a feltűnő eredményre jutott, hogy a csősugarakban olyan anyagok is szerepelnek mint a töltés hordozói, melyek vegyi folyamatokban önállóan nem létezhetnek. A hidrogén-molekula ( $H_2$ ), miként ismeretes, két hidrogén-atomból áll. THOMSON olyan vonalat is talált, melyet három atomból álló hidrogén-molekulának ( $H_3$ ) tulajdonít. Más vonalakat az  $N_3$  molekula, az  $N_3H$  gyök

részecskéi stb. idéznek elő. A nitrogén a csősugarakban öt különféle állapotban jelenhetik meg:  $N_+$  (egy pozitív elektromos töltéssel ellátott nitrogén-atóm),  $N_{++}$  (két pozitív elemi elektromos töltéssel ellátott nitrogén-atóm),  $N_{2+}$  (egy pozitív elemi töltéssel ellátott, 2 atómból álló molekula),  $N_{3+}$  (három atómból összetett molekula egy elemi pozitív töltéssel) minden fotografus-lemezen látszott, míg a  $N_{+++}$  (nitrogén-atóm 3 elemi pozitív töltéssel) csak egyes lemezeken mutatkozott. Egyes anyagok, mint C, Cl, O, pozitív és negatív töltést is fölvehetnek, míg más anyagok, mint pl. CO, Cl<sub>2</sub>, CCl, COCl<sub>2</sub> (foszgén), a csősugarakban csakis pozitív töltésűek lehetnek. Némely vonal olyan összetételű részektől ered, melyeket chemiai úton egyáltalában nem lehet előállítani. Így a hidrogén és oxigén keverékében, mikor a hidrogén aránylag kis mennyiségben volt jelen, az egyik vonal H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-hoz tartozik. A gázokban történő kisülés tehát kis nyomás alatt új vegyületeket létesíthet.

THOMSON<sup>1</sup> a higanygőzben keletkező csősugarakat még külön is részletesen megvizsgálta. Tudniillik a tiszta higanygőz sugarai feltűnően gazdagok vonalakban. Az eddig megvizsgált anyagok atómjai, vagy molekulái vagy töltetlenek, vagy legfeljebb három elemi töltéssel fordulnak elő. A higany-atómok ellenben a töltetlen állapoton kívül még 1, 2, . . . , 7 elemi pozitív töltés is szerepelhetnek. A higanygőzök vonalainak eltérései ugyanis az egész számok viszonya szerint következnek egymásután. Az a higanyatóm, melynek 5 pozitív elemi töltése van, kétféle módon jöhet létre. Vagy 5 negatív elektront veszített az ütközés következtében, vagy pedig 8 elektront veszített (ez a legnagyobb szám, a mely előfordult) és utóbb 3 elektront visszakapott. A görbék fotografiai fölvétele azt mutatja, hogy az utóbbi felfogás a helyes. A csőben az ütközés következtében csak kétféle ionizálás van: a higany-atóm vagy egy, vagy 8 elektront veszít. Ha az utóbbi módon ionizált atóm 1, 2, . . . elektront visszakap, akkor 7, 6, . . . elemi pozitív töltéssel ellátott atóm keletkezik.

Az összes elemek, melyeket THOMSON megvizsgált (N, O, Cl, Arg, stb.) több elemi töltéssel is előfordulnak. A legtöbb elem 1 vagy 2 töltést vehet föl, a nitrogén-atómnak háromszoros töltése is lehet, az argon-atóm szintén előfordulhat Arg<sub>+</sub>, Arg<sub>++</sub>, vagy Arg<sub>+++</sub> állapotban. Annyi töltése, mint a higany-atómnak, egyik elemnek sem lehet. *A hidrogén atómja csak egy elemi pozitív töltést vehet föl.* Ebből WEISS<sup>2</sup> arra a véleményre jutott, hogy talán a hidrogén-atóm az a legkisebb tömeg, mely pozitív elektromos töltést vehet föl.

Mende Jenő.

<sup>1</sup> Phil. Mag., 1912, 24. köt., 668. lap.

<sup>2</sup> Archives des sciences phys. et nat., 1912, 34. köt., 197. lap.

## A wolfrám előállítás.

A wolfrám ipari felhasználása az utolsó 10 évben nagyot fejlődött. Az elektromos fémszálas izzólámpák között a wolfrám-lámpa bizonyult legjobbnak, mert a wolfrám rendkívül magas olvadáspontja<sup>1</sup> következtében az áram kihasználását legjobban biztosítja.<sup>2</sup> A fémes wolfrám ridegsége miatt mindenféle eljáráshoz kellett folyamodni, hogy a lámpák fémszálának törékenységét csökkentsék, míg végre sikerült a wolfrámot közönséges hőn is nyújthatóvá, hajlíthatóvá tenni azzal, hogy az izzás hőmérsékletén erős mechanikai megmunkálásnak, kalapácsolásnak vetik alá. Ez a wolfrám-lámpáknak még nagyobb elterjedését fogja elősegíteni.

Már régen ismerték a wolfrámnak azt a tulajdonságát, hogy aczéllal összeolvasztva, az aczél keménységét nagy mértékben fokozza. A 80-as években gyártották az első wolfrámacczelt s azóta ez és a nikkellal megchrom-aczél sok fontos alkalmazást talált: nagyon alkalmas szerszámaczélokra, mert még kezdődő vörös izzáson is lehet vele dolgozni; 0·6—0·65% szén- és 5—6% wolfrámtartalommal kiválóan alkalmas mágnesek készítésére, mert mágnességét nagyon sokáig megtartja; jól használható kisebb kaliberű lövedékek készítésére, mert fajsúlya sokkal nagyobb, mint az ólomé s keménysége miatt az ólomgolyóknál használatos nikkellövedéket is fölöslegessé teszi. A wolfrámacczeléhez hasonló tulajdonságai vannak más wolfrámötvözeteknek is; hogy csak néhányat említsek: a *partiniumot*, mely alumínium-magnézium-wolfrámötvözet, nagy keménysége, óriási szilárdsága és csekély súlya miatt különösen Franciaországban erős kopásnak kitett automobil s motor-alkotórészek gyártására használják; a *platinoid* (60% réz, 22% cink, 14% nikkellal, 4% wolfrám) bizonyos esetekben a platinát pótolja.

Kevésbé fontos a wolfrám vegyületeinek alkalmazása. A nátrium-wolfrámátot szövetek tűzállóvá tételére, a szövetfestésben pácoknak használják; más sóival és az ónsókkal a selymet nehezítik; vegyületei oxigénnel és nátriummal wolfrámbronz néven festékek alkalmasak; a wolfrámoxidokat kis mértékben használják még az agyagiparban mázak készítésére.

Nem lesz fölösleges ennek az érdekes fémnek előállítását megismerni.

A wolfrám érczei közül különösen kettő az, melyet előállítására leginkább használnak: az egyik a wolfrámit, vasmanganwolframát,<sup>3</sup> a másik a scheelit vagy tungsten, kalciumwolframát;<sup>4</sup> az előbbi 75—76%, az utóbbi 80% wolfrámot tartalmaz. Ezeken kívül más, kisebb wolfrámtartalmú

<sup>1</sup> LANGMUIR mérései szerint a wolfrám 3250° körül olvad.

<sup>2</sup> Természettudományi Közlöny, 1908. évf., 197. lap.

<sup>3</sup> (FeMn)WO<sub>4</sub>.

<sup>4</sup> CaWO<sub>4</sub>.

érczek is fontosak, sőt az ón kohászatánál keletkező salak is, mert az ón rendszeren wolfrámmal együtt fordul elő. E kevesebb wolfrámot tartalmazó érczeket mechanikai és chemiai úton wolfrámban gazdagítani, dúsítani szokták, hogy érdemes legyen alávetni a rendes wolfrám-előállítási eljárásnak.

A világ wolfrámércz-termelése 1910-ben a következő volt:<sup>1</sup>

Északamerika	1200	tonna	dúsított	ércz
Ausztrália	1200	"	"	"
"	120	"	scheelit	
India és Japán	120	"	dúsított	ércz
Délamerika	1080	"	"	"
Straits Settlement	180	"	"	"
Spanyolország	240	"	"	"
Portugália	1200	"	"	"
Anglia	480	"	"	"
Németország	34	"	"	"
Ausztria	45	"	"	"
Összesen	5899	tonna.		

Az ércz ára rendkívül változó. 1% wolfrámtrioxid 1000 kg érczben belekerült:

1886-ban	14.40	korona
1895-ben	7.20	"
1898-ban	36.—	"
1901-ben	6.—	"
1904-ben	54.—	"
1907-ben	66.—	"
1910-ben	54.—	"

Nem kevésbé változik a fémwolfrám ára is. 1 kg ára volt:

1901-ben	4.20	korona
1904-ben	11.40	"
1907-ben	6.30—14.40	"
1910-ben	7.20	"
1912-ben	6.20	"

Az összes wolfrámelőállítási módok azon alapulnak, hogy az érczeket feltárva, wolfrámtrioxidot állítanak elő s ezt redukálják. Nem közömbös az előállítás módjára, hogy minő célra használják fel a wolfrámot. Ha például belőle wolfrámacézelt akarnak készíteni, fontos, hogy az érczből mindenekelőtt a kén és a foszfort eltávolítsák. Ezt legczélszerűbben a dúsítással kapcsolatosan mágneses elkülönítéssel végzik: a wolfrámércz hozzátapad a forgó mágneshez, a meddő közet, mely a szennyezéseket tartalmazza, nem. A kén eltávolítására a pörkölést is használják. Egy esetben volt

<sup>1</sup> LIESER H., Wolfram, 1910.

	WO <sub>3</sub>	Kén
a malomból kikerülő finoman porított ércben. ...	71·8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	6·11 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
elkülönítés után. ...	—	0·34 „
pörkölés után. ...	—	0·08 „

Megjegyzendő, hogy ha wolfrámaczélt kell készíteni, nem szükséges és nem is szokás előállítani magát a fémes wolfrámot, hanem csakis többkevesebb wolfrámot tartalmazó vas-wolfrám ötvözetet, az ú. n. ferrowolfrámot, mely az aczéllal bármilyen arányban keverhető.

A tiszta wolfrám előállításával foglalkozó gyárak nem nagyon közlik eljárásaikat, mert a wolfrámot széntől, oxigéntől mentesen előállítani nem valami könnyű.

A *schmiedebergi* wolfrám-hutának oly wolfrámércz áll rendelkezésére, mely bismut- és rézoxidokat is tartalmaz.<sup>1</sup> Az érczet golyós malmokban rendkívül finom porrá zúzzák s kis fakádakban a rezet és bismutot híg sósavval kilúgozzák. A maradékot sósavas vízzel kimossák, megszáritják s 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> szódával keverve, lángkemenczében megolvasztják; 200—250 kg érczet tárnak fel egyszerre, a mi körülbelül 4 órát vesz igénybe. A feltárás folyamán wolfrámsavas nátrium keletkezik, melyet a kihült olvadékból alacsony vas-edényekben meleg vízzel kilúgoznak; a maradékot újból feltárják. A wolfrámsavas nátrium vizes oldatát bepárologtatják, míg nátriumparawolframát-kristályok kezdenek kiválni,<sup>2</sup> melyeket aztán lángkemenczében kiizzítanak és sósav, salétromsav elegyével elbontanak; ekkor narancsszínű wolfrámtrioxid válik ki, melyet szárítás után porítanak s redukálnak. E végett 100 kg wolfrámtrioxidot 14·1 kg faszénnel és 2 kg gyantával tégelyben, a levegőt kizárva, 12—14 óra hosszat izzítanak. A tégelyben a fém összesült állapotban van. Az érczből való kihasználás csak 70—75<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os, az így termelt fém pedig 92—97<sup>0</sup>/<sub>0</sub> wolfrámot tartalmaz.

A wolfrámtrioxidot nemcsak szénnel, hanem bármilyen redukáló szerrel lehet redukálni, melynek égéshője nagyobb, mint a wolfrámtrioxid keletkezéséhez. A szénnel végzett redukálásnak az a hátránya, hogy a fémbe többkevesebb szén lesz részben wolfrámkarbid, részben más alakban. Redukálásra használható fémes aluminium is, mikor a wolfrám néhány<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aluminiummal ötvöződik. Sokkal inkább használják azonban a hidrogént. A *General Electric Comp. New-Yorkban* a wolfrámsavat csigával ellátott, 600—800<sup>0</sup>-ra hevített csőben hidrogénnel redukálja. Az így létesített wolfrám finom por. Minthogy a redukáláskor keletkező víz a fémes wolfrámot újra wolfrámtrioxiddá oxidálná, a gázokból a nedvességet folyton el kell távolítani, mi legcélszerűbben minden egyes redukációs cső mögött elhelyezett szárítókamrában történik.

<sup>1</sup> Metallurgie, 9. évf., 441. lap.

<sup>2</sup> Na<sub>10</sub>W<sub>12</sub>O<sub>4</sub>, 28H<sub>2</sub>O.

Nagyon jól lehet redukálni a wolfrámtrioxidot kalciumkarbiddal és szilíciumkarbiddal. A redukálás a következő egyenlet értelmében folyik le:  $2\text{WO}_3 + \text{CaC}_2 + \text{SiC} = 2\text{W} + 3\text{CO} + \text{CaSiO}_3$ . Látható, hogy a redukálásra a kalciumkarbid, vagy a szilíciumkarbid magában is elegendő volna; azonban a kettő együtt alkalmasabb, mert ilyenkor mind a kalcium, mind a szilícium könnyen olvadó salak alakjában távozik el. Az *Electric Furnaces and Smelters Ltd. Londonban* a redukciót kalciumkarbiddal és ferroszilíciummal ellenállási, vagy ivkemenczében végzi.<sup>1</sup>

Különösen lámpaszálak készítésére alkalmas fémpor keletkezik MAJERT W. szerint,<sup>2</sup> ha 500 rész víztől mentes nátriumparawolframátot 35 rész lámpakorommal keverve, lassan forgó vasretortában vörösizzásra hevítenek, míg széndioxid kezd fejlődni, azután hidrogént, vizgázt, vagy alkoholgőzt hajtanak be, míg a wolfrám teljesen redukálódik. Gázáramban hűtik le a retortát, a terméket vízzel, azután savval s újra vízzel kimossák; a vizet alkohollal, benzollal, vagy kis fajsúlyú benzinnel kiszorítják, végre megszáritják. Az ilyen porszerű wolfrámot szárazon, levegőtől mentesen kell eltartani, mert már csekély nedvesség jelenlétében is felületén oxidálódik.

HEMPEL<sup>3</sup> a wolfrámérczeket alkáliák tömény oldatával magas hőmérsékleten, nyomás alatt, autoklávban tárja fel; alkáliákon kívül meszet is tesz bele, mi egyrészt olcsóbbá teszi az eljárást, másrészt a tisztatlanságokat eltávolítja, mert a mész a legtöbb szennyezéssel, így a kovasavval, ónnal, mangánnal oldhatatlan vegyületeket létesít. Azonban a mész feleslegét kerülni kell, mert különben nem oldódó kalciumwolframát is keletkezik, a mi természetesen veszteséget okoz. Szűrés után az oldatból valamilyen erős ásványi savval leválasztja a wolfrámsavat és szénnel vagy hidrogénnel redukálja.

A nyújtható wolfrám előállítására különösen tiszta fém szükséges; oxigén, kén, foszfor, vas, nikkel stb. ne legyen benne s a széntartalom se emelkedjék 0.1% fölé. Kis mennyiségű szén jelenléte szükséges. Ilyen nagyon tiszta fémet állít elő RUFF O.<sup>4</sup> A wolfrámtrioxidot valamilyen redukáló szerrel 1000°-on wolfrám-dioxiddá alakítja, melyet chlór-áramban oxichloriddá változtat; az oxichlorid könnyen illanó test, már 227°-on felszállad, úgy hogy átpárolgatható 20%-os sósavba, honnan mint teljesen tiszta wolfrámsav válik ki. Ezt 1200°-on hidrogénnel redukálja: szép kristályos szürke színű wolfrámport kap.

<sup>1</sup> 247993. sz. német szabadalom.

<sup>2</sup> 946551. sz. amerikai szabadalom.

<sup>3</sup> Chem. Zeitung, Repert., 1909, 343. lap.

<sup>4</sup> Zeitschr. f. angewandte Chemie, 1912. évf., 1889. lap.

GINE szerint<sup>1</sup> úgyis lehet tiszta wolfrámsavat s ebből wolfrámot előállítani, ha a nyers wolfrámsavat ferriszulfáttal és kalciumchloriddal keverve 400<sup>o</sup>-ra hevítjük: ekkor is wolfrámoxichlorid keletkezik, mely átszublimál s a gyűjtőben vörös tűk alakjában rakódik le. Víz hatására ebből is wolfrámsav válik le.

Fölmerült az a terv, hogy, mint annyi sok más fém, a wolfrámot is nem lehetne-e elektrolizissal előállítani, vagy tisztítani. A wolfrámsavsókból nem lehet előállítani, mert ekkor a wolfrám az anódon válik le több-kevesebb oxigént tartalmazó oxid alakjában; azokból a vegyületekből, melyekben a wolfrám a fém szerepét viszi, azért nem lehet, mert ezek a sók vizes oldatban azonnal elbomlanak, wolfrámsav keletkezése közben. A 237014. számú német szabadalom úgy próbálja a feladatot megoldani, hogy a wolfrámhexachloridot, vagy hexafluoridot nem vízben, hanem acetonban, vagy magasabb rendű alkoholokban oldja, melyek ugyan rosszul vezetik az elektromos áramot, de a wolfrámsókat bomlás nélkül oldják. Katódul platinát, nikkelt, vagy szenet használ, melyen a wolfrám elegendő áramsűrűség, feszültség, hőfok és töménység mellett finoman eloszlott állapotban válik ki. Gondoskodni kell természetesen arról is, hogy az anódon fejlődő chlór, vagy fluór ne jusson a katódhoz. Ezt az eljárást azonban nagyban még nem alkalmazzák.

Látnivaló, hogy a fémes wolfrám előállítása semmiféle nagyobb nehézségekbe nem ütközik, sőt elég egyszerű; nem is drága, mert a jelenlegi szükségletnek elegendő nagy ércztelepek állanak rendelkezésére, mégis a fémwolfrámból készült iparczikkek, nevezetesen az izzólámpák, nem valami olcsók. Ez csakis a wolfrám nagy megmunkálási nehézségeiben leli magyarázatát, melyet a fém rendkívüli ridegsége idéz elő.

Sailer Géza.

<sup>1</sup> Österreich. Ztschr. Berg- u. Hüttenwesen, 1907, 81 lap.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

**A katódsugarak új csoportja.** Miként ismeretes, a katódsugarak negatív töltésű elektromos részecskékből, elektronokból állanak. A CROOKES-féle csövekben keletkező katódsugarak sebessége 30—50 ezer kilométer másodpercenként, a radioaktív anyagokból kiinduló  $\beta$ -sugaraké pedig 200 ezer kilométer. Az ibolyántúli sugarak hatására a fémfelületekből kisugárzó elektronok jóval lassabban haladnak, sebességük 1000 km másodpercen-

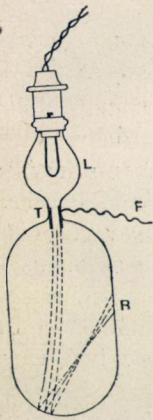
kint. HULLEVIGUE<sup>1</sup> arra a gondolatra jutott, hogy olyan katódsugarakat vizsgáljon, melyeknek sebessége e két határ közé esik. Katód gyanánt szén-szálas lámpa fonalát használta (1. rajz). A lámpa üvegcsőjét a *T* cső segítségével az *R* edénnyel kötötte össze, mely gondos kiszivattyúzás után csakis 0.001 mm nyomású higanygőzt tar-

<sup>1</sup> Revue générale des sciences, 1913, 24. köt., 1. lap.

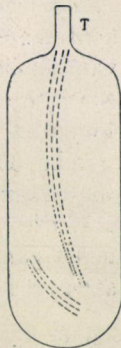


talmazott. A *T* csőben fémhenger van, melyet az *F* vezeték útján, kívülről, tetszés szerinti pozitív feszültségre lehet megtölteni. Az itt keletkező pozitív elektromos mező a katódsugarakat lassítja úgy, hogy az *R* edénybe jutó részek sebessége másodpercenként 4—6 ezer kilométer közt maradt. Az ilyen közepes sebességű katódsugarak az útjukba eső higanymolekulákat

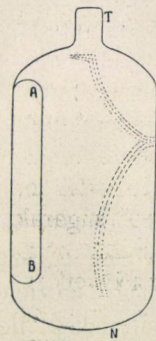
ionizálják és világitásra indítják. Az elektroszkóp a sugarak útjában valóban a higany színképét mutatja. A nagyobb sebességű katódsugarak ezt az utóbbi hatást nem idézik elő. A közepes sebességű sugaraknak másik jellemző sajátysága az, hogy az üvegedényről visszaverődnek. A visszavert sugarak azért egyesülnek egy pontban (1. rajz), mert a visszaverő felület,



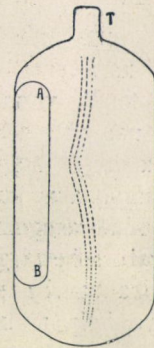
1. rajz.



2. rajz.



3. rajz.



4. rajz.

az üvegedény alja, homorú. 2. rajzunk mindkét sugárnyaláb képét mutatja.

A beeső sugarakat mágnessel annyira eltéríthetjük, hogy az edény oldalát *M* pontban éri (3. rajz), a hol a visszaverődés beáll. Ez a visszaverődés, miként rajzunkon láthatjuk, egyúttal szétszórt fényt is létesít, mely az egész edényt betölti. Ha az edény falára *AB* fémlemezt illesztünk és ezt negatív elektromossággal töltjük meg, akkor a visszaverődés e lapon is bekövetkezik, míg feszültsége kisebb. De ha az *AB* lapot mind magasabb feszültségre töltjük, a katódsugarak már a fal előtt vissza-

verődnek (4. rajz) a nélkül, hogy itt külön felület volna. A feszültség még további növelésekor a visszaverődés egészen megszűnik, a lap a sugarakat elnyeli. Ez utóbbi jelenségek valószínűleg a fémlemez és a sugarak töltésének egymásra gyakorolt taszítása következtében állnak elő.

A közepes sebességű katódsugarak, mikor szilárd lapba ütköznek, x-sugarakat nem létesítenek, az üveget foszforeszkálásra nem indítják. Mágnessel még nagyobb mértékben téríthetők el, mint a CROOKES-féle csövekben keletkező sugarak, mert sebességük tetemesen kisebb.

Mende Jenő.

### A levegő hatása a jeladásra szánt elektromos hullámok terjedésére.

Ismeretes, hogy a napsugarak, de különösen a kisebb hullámhosszú ibolyántúli sugarak a levegő molekuláit pozitív ionra és negatív elektronra bontják fel, röviden szólva ionizálják. Az ilyen levegő az elektromosságot vezeti, és pedig annál jobban, mennél több az ionizált molekulák száma. A felsőbb rétegek ionokban gazdagabbak, mint az alsóbbak. A légkör közepes rétegeiben az ionok majdnem kizárólag a Nap sugárzása következtében keletkeznek. De ECCLES<sup>1</sup> előzőleg már kimutatta, hogy ha a levegőben molekula-nagyságú ionok vannak, akkor a hullámok nagyobb sebességgel terjednek. Képzeljük el, hogy a jeladó állomásról párvonalas sugárnyaláb indul el. A felsőbb rétegekben terjedő sugarak nagyobb sebességgel haladnak, mint az alsóbbakban. Ennek az lesz a következménye, hogy a vízszintes sugárnyaláb meggörbül. Ha a pozitív ionok vannak túlsúlyban, a mi a rendes eset, akkor a görbülés olyan irányú, mint a Föld felülete. Ez egyúttal a magyarázata annak, hogy több mint ezer kilométerre is lehet jeleket küldeni, holott a Föld mint vezető a hullámokat elnyeli. A hullámok megkerülik a Földet. Ha pedig valamely oknál fogva a negatív elektronok száma túlnyomó, akkor a hullámok fölfelé térnek el és így a fölvevő állomáshoz már csak gyengébb hullámok jutnak.

Egyes jelenségek arra utalnak, hogy a közepes magasságú rétegekben kívül a felsőbb rétegekben is van állandóan ionizált levegő. HEAVISIDE-nak ezt a föltevését több tapasztalat támogatja. A tiszta égbolt, ha a Hold nincs a

horizont fölött, maga is megvilágítja a Földet. Ez az ú. n. földfény, NEWCOMB mérései szerint, nagyobb, mint a csillagok összességének fénye. Másrészt CAMPBELL azt találta, hogy az a zöld szinképvonal, mely az északi fényben szokott megjelenni, az égbolt minden részén látható, tehát mindenütt van gyenge északi fény. HUMPHREY ezt a két tapasztalatot abban a véleményben foglalja össze, hogy a földfény ettől a gyenge északi fénytől ered. Már pedig az északi fény, bármilyen különbözők is egyébként a keletkezésére vonatkozó föltevések, valószínűleg elektromos jelenség, melyet végső elemzésben a felsőbb rétegek ionjai és elektronjai létesítenek.

Ha már most a levegő hatását akarjuk vizsgálni az elektromos hullámokra, ezen két ionizált rétegnek, a közepes magasságúnak és a felsőnek szerepét kell közelebbről elemeznünk.

MARCONI már 1902-ben észrevette, hogy ugyanazzal a berendezéssel, nappal sokkal gyengébb jeleket lehet kapni, mint éjjel. Az a távolság, a mennyire a hullámok nappal elterjednek, sokszor csak harmadrésze az éjjel elérhető távolságnak. ECCLES úgy magyarázza ezt a jelenséget, hogy éjjel a felső ionizált levegőréteg annyira meggörbíti lefelé a sugarak útját, hogy visszaverődés létesül. A visszavert hullámok a Föld távolabbi helyéig is eljuthatnak. Ellenben nappal a levegőnek közepes rétege, melyben a Nap sugárzása következtében nagyobb számú ion van, a maga eltérítő hatása miatt a sugarakat nem is engedi a legfelső réteghez és így ennek hatása nem is érvényesülhet.

Ugyancsak régebbi tapasztalat szerint a hegyek fölött a levegő a hul-

<sup>1</sup>Phys. Zeitschr., 1912, XIII. köt., 1166. lap.

lámok terjedésével szemben nappal nagyobb ellenállást fejt ki, míg éjjel alig van hatása. Ha ellenben mindkét állomás, a jeladó és a felvevő is hegyek közelében van, akkor még az éjjeli jelek is gyengébbek, mint sík vidéken volnának. A kisebb hullámhosszú sugaraknál ez a különbség leginkább szembeszökő. Ezen jelenség okát is igyekszik ECCLES megadni. A HEAVISIDE-féle legfelső ionizált réteg éjjel minden sugarat egyforma mértékben ver vissza. Nappal a közepes réteg, miként láttuk, a legfelső réteg hatását kizárja, maga pedig a benne haladó sugarakat fölfelé vezetői és ezzel a hullámok legnagyobb részét abban az irányban téríti el, melyben küldeni akarjuk. Ha a felvevő állomás mellett is hegyek vannak, ezek ismét létesítenek törést, és így a jelek újabb gyengülését okozzák.

Napkeltekor a fény ionizáló hatása *hirtelen* kezdődik. A levegő addig marad ebben az állapotban, míg az ionizáló hatás, jelen esetben a napsugárzás, éri. Mihelyt az ionizáló ok megszűnik, az ionok és elektronok a közöttük levő vonzás következtében gyorsan egyesülnek. Naplementekor tehát az ionizálás ugyancsak *hirtelen* megszűnik. Ennek alapján könnyen érthető, hogy ilyenkor az elektromos hullámok terjedésében mindig zavar mutatkozik. A jelek erősödése és gyengülése napkeltekor és nyugtakor gyakran szeszélyes zavarokat mutat. T. i. egyes helyeken a Nap sugárzásán kívül még külön is jelentkezhetnek ionizáló okok. Ilyen lehet pl. a rádióaktív sugárzás is. Lehetnek tehát a levegőben olyan „foltok“, melyek több iont tartalmaznak, mint környezetük. Így az ionok és az elektronok újraegye-

sülése nem megy végbe mindenütt egyszerre, hanem az ionizálás megszüntében helyenkint szabálytalanságok fordulnak elő. Ezért a jelek erősödése és gyengülése sem mehet végbe egyenletesen.

A levegőben nemcsak olyan elektromágneses hullámok terjednek, melyeket mesterségesen létesítünk, hanem a légköri kisülések is indítanak „természetes“ elektromos hullámokat, melyeket bolygó hullámoknak is szokás nevezni. Ha ilyenek érnek a felvevő állomáshoz, akkor a telefon kisebb-nagyobb zörejt jelez. A tapasztalat azt mutatja, hogy e zörejek éjjel sokkal nagyobb számúak és jóval erősebbek, mint nappal. Tehát a Nap sugárzása ezekre a természetes hullámokra is éppen úgy hat, mint a mesterségesekre.

Azt is már többször tapasztalták, hogy észak-déli irányban sokkal könnyebben lehet igen nagy távolságra jeleket küldeni, mint kelet-nyugati irányban. ECCLES ennek okát az előbb említett foltokban keresi. Ezek t. i. valószínűleg abban a levegősávban helyezkednek el, a melyre nézve a Nap egyszerre nyugszik le. De ezek a helyek a délkör mentén fekszenek és így a foltok valószínűleg a délkörhöz közel eső sávba esnek. Ezek az észak-déli irányban elterjedő foltok, melyek nagyobb mértékben ionizált levegőt tartalmaznak, könnyebbé teszi a hullámok terjedését ebben az irányban, mint kelet-nyugat felé. Már MARCONI észrevette, hogy az olasz partokról könnyebb az északra levő angol hajókra jeleket küldeni, mint az Atlanti-óceánban nyugatra levő szigetekre.

TAYLOR hosszabb ideig megfigyelte az északi fény hatását az elektromos hullámokra. Mindig azt tapasztalta, hogy

az északi fény a hullámok terjedését elősegíti. Az összefüggés olyan szoros, hogy a jelek erősségéből gazdag északi fényre lehetett következtetni és viszont. Az előbbieket alapján már nem lehet nehéz ennek valószínű okát elképzelni. Az északi fény a legfelsőbb réteg ionizált voltát mutatja. Azt pedig láttuk, hogy a legfelső ionizált, HEAVISIDE-féle réteg visszaveri a hullámokat és elősegíti, hogy erősebb hullámok jutnak a felvevőhöz. Ott, a hol északi fény van, a HEAVISIDE-féle réteget a levegőnek az az ionizált része helyettesíti, melyben a fényt látjuk.

*Mende Jenő.*

**A hőszigetelésről.** A mai gyáripár egyik fő törekvése, hogy a tüzelőanyaggal mennél gazdaságosabban bánják s a benne rejlő energiát mennél jobban kihasználja. Számtalan sok más törekvés mellett így került homlokterbe az az igyekezet, hogy a már egyszer előállított *meleget* a lehűléstől, a *hideget* pedig, melyet szintén csak tüzelőanyag fölhasználásával állítunk elő, a fölmelegedéstől megóvjuk. A kazánokban termelt forró gőzt, vagy vizet rendszeren nem az előállítás helyén, hanem attól többé-kevésbbé távolabb fekvő gépekben, vagy más szerkezetekben, berendezésekben használják fel. A forró gőz, víz stb. vezetésére rendszeren vascsöveket használnak, melyek természetesen erősen lehülhetnek.

Hővesztesség — legyen az lehülés vagy fölmelegedés<sup>1</sup> hatása — kétféle-

képpen állhat elő: vezetés és sugárzás útján. Az ily módon bekövetkező hővesztesség nagysága legnagyobb részben a hőfokkülönbségtől és a hőtáradó test anyagi minőségétől függ. Nagyon fontos tehát a különféle anyagok hővezető és hőszugárzó képessége.

Ha a vas hővezetése 1, akkor az

ezüsté	8·4
rézé	6·1
óné	1·27
ólomé	0·7
üvegé	0·0096
vízé	0·0090
kemény kaucsuké	0·00156
levegőé	0·0003

Néhány anyag hőszugárzó koefficiense, vagyis a kalóriáknak az a száma, melyet a test 1 m<sup>2</sup>-e 1 perc alatt kisugároz, a következő:

réz	0·16
ezüst	0·13—0·23
zink	0·24
csiszolt vas	0·45
ólom	0·65
ón	0·715
fekete bádóg	2·77
oxidált bádóg	3·36
öntött vas	3·17—3·36
fa	3·60
gipsz	3·60
tégla	3·65
olajfesték	3·71
olaj	7·24

Legkisebb hővesztességünk akkor lesz, ha a szigetelő anyagot<sup>1</sup> úgy választjuk meg, hogy az ne csak rossz hővezető, hanem rossz sugárzóképeségű is legyen. E két tulajdonság közül a hővezetés a fontosabb, mert nyilvánvaló, hogyha kicsi a vezetés, kevés hő fog a felületre jutni, a hol

<sup>1</sup> *Meleg és hideg* csak viszonylagosan ellentétes, valójában összehasonlítható fogalmak, mert azt fejezik ki, hogy egyik testben több, vagy kevesebb hőmennyiség van, mint a másokban. Tehát a gyakorlatban hő-, helyesebben energiavesztésről be-

szélünk akkor is, ha valamely lehűtött test időnek előtte melegszik, mert hiszen a lehűtést is tüzelőanyag árán hajtott gépekkel végezzük!

<sup>1</sup> Szigetelő anyagon itt mindig hőszigetelő anyagot értünk.

kisugározhat; viszont ha valamely anyag vezetőképessége nem sokkal nagyobb, mint egy másiké, de sugárzó-képessége sokkal kisebb, akkor ez az anyag a másikkal szemben hőszigetelőnek használható. PASQUAY E. és C. kísérletei szerint olyan vascsőben, melynek belsejében  $115\text{ C}^{\circ}$ -os gőz áramlott s a külső tér hőmérséklete  $15\text{ C}^{\circ}$  volt, egy óra alatt  $2262\text{ kg}$  gőz csapódott le; ugyanazon vascsőben, ha ónnal vonták be, ugyanazon körülmények közt csak  $1172\text{ kg}$  gőz sűrűsödött meg.<sup>1</sup>

Jó szigetelő anyag az, mely rossz hővezető, hőszugárzó képessége kicsi, azonfelül tartós és olcsó.

A leghasználtabb hőszigetelő anyagok a selyem, nemez, vatta, papiros, szalmaliszt, fűrészpor, parafa, azbeszt, kovaföld (kieselgur); a kovaföldet magnéziából, gipszből és vízből készített pép pótolhatja; gipszből lehetőleg keveset elegyítünk a keverékhez, mert a tulajdonképpeni szigetelő anyag itt a magnézia, a gipsz csupán arra való, hogy vízzel megkeményedve, a magnéziát megfogja.<sup>2</sup>

Nem minden esetben lehet akár-melyik szigetelő anyagot használni. Első sorban is tekintetbe kell venni a hőmérsékletet,  $100\text{ C}^{\circ}$  alatt mondhatni minden szigetelő anyag használható,  $100^{\circ}$  felett a szerves anyagok nem igen alkalmazhatók e célra, mert a hő hatására elpusztulnak, pl. a selyem megbar-nul, töredezett lesz, sőt egészen el is szenesedik,  $100^{\circ}$  felett rendszeren ásványi eredetű anyagot, nevezetesen azbesztet és kovaföldet használnak.

<sup>1</sup> PASQUAY E. és C., Über Wärmeschutz im Dampfbetrieb.

<sup>2</sup> L. mindezekre s a következőkre vonatkozólag GROSSMANN FR. cikkét a Chemiker Zeitung-ban (1913 évf., 421. és 454. lap).

Selymet, pamutot is lehet használni, ha alábéleljük ásványi anyaggal, vagy bádoggal. Jól bevált elrendezés az, hogy a szigetelendő csövet kilyukgattott bádogszalaggal spirálisan körülcsavarják olyaténképpen, hogy a bádoggal lyukasztatásakor keletkezett éles kitüremlések a belső oldalon legyenek; ezt a bádoggöpenyt burkolják aztán a szigetelő nemezzel, vagy selyemmel. Ily módon eljárva, a forró cső és a nemez között rossz hővezető levegőréteg lesz, mely annál vastagabb, mennél nagyobbak a bádogburok kitüremlései. Midőn egy esetben a levegőréteg vastagsága  $6\text{ mm}$  volt, a sugárzás  $75\%$ -kal csökkent.  $14\text{ mm}$ -es kör mellett pedig  $80$ — $83\%$ -kal volt kisebb a sugárzás okozta veszteség.

Szilárdan álló csöveket, kazánokat stb. legolcsóbban azbeszttel, parafa-, vagy kovaföld-masszával szigetelnek, mely utóbbiakat habarcs alakjában rakják föl a szigetelendő testre s juta- vagy ramié-kötéssel erősítik meg. Mozgó tárgyakon ilyen masszát nem lehet használni, mert rázkódások következtében megrepedezik s le hull; ilyen esetekben jó szolgálatot tesz pl. az ú. n. szigetelőzsínór, mely jutából, pamutból, vagy selyemből készült tömlő, kovafölddel, parafaliszttel azbeszttel stb. kitöltve; a selyemfonat hasonló az előbbihez, de vastagabb s durva hálósövetből készült és selyemhulladékkal van kitömve. Nagyobb felületek, lapok pl. kazánok homlokfalának, dómjának burkolására szigetelő váncosokat használnak, ezeket a váncosokat azbesztszövetből készítik s azbeszttel, vagy kovafölddel töltik ki. Ha a váncosok tölteléke szerves anyagból van, nagyobb hőfokú helyeken okvetlenül alá kell bélelnünk

azbesztszövettel vagy még inkább lyukgatott fehér bádoggal; fehér bádoggal jobb erre a célra, mint a fekete, mert a hőszugarakat a meleg test felé visszaveri s nem nyeli el, mint az utóbbi.

Szokás a szigetelő réteget kívülről befesteni, nemcsak azért, hogy szebb legyen, hanem hogy a nedvességtől megóvják. Minden hőszigetelő anyag többé-kevésbé likacsos s éppen az üregekben lévő levegő okozza legnagyobb részben a szigetelést. Ha most ez a likacsos anyag vizet szív, a levegő helyébe víz kerül, mely nemcsak nem szigetel, hanem egyenesen hűti a szigetelendő tárgyat.

A bevonásra leginkább olajfestéket használnak; azért, hogy a festékrétegnek a nagy hőmérsékletváltozások miatt szükséges nagyobb rugalmasságot kölcsönözzenek, az olajfestékhez 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kaucsuk-benzol-oldatot (1 : 20) kevernek. A festékréteg hővezetése vékonyága miatt nem jön tekintetbe, de annál inkább a sugárzó tulajdonsága; mint-hogy ez az olajnál nagyon nagy, az olajos festékréteg — nem tekintve nedvességtől védő hatását — rontja a szigetelés határfokát. Ezért célszerűbb olajfesték helyett vízüveget használni, mely szintén tetszésszerű színűre készíthető. A vízüveg bevonása különösen olyan kémiai gyárakban előnyös, ahol a levegőbe savgőzök kerülhetnek; a még erősebb hatásoknak kitett csövet, illetőleg szigetelést úgy védjük meg, hogy vékony ólomlemezsel (ólomtapéta) spirálisan körülcsavarjuk.

A *hideg megvédésére* sokkal több szigetelő anyag áll rendelkezésünkre, mint a melegnek megóvására, mert a hideg egyetlen szigetelő anyagot sem tesz tönkre. A kovaföld, magnézium megkötésére itt aszfaltlakot,

paraffint is lehet használni, melyekre a melegvédelemnél gondolni sem lehet. Szilárdan álló hűtőtesteket parafalapokkal szoktak burkolni, melyet a nedvesség ellen aszfaltbevonattal védenek.

*Sailer Géza.*

**Szeizmogramm-típusok.** Az alábbiakban egy felette érdekes jelenséget óhajtok röviden tárgyalni, melyre a szeizmogrammok felületestanulmányozásakor, körülbelül három évvel ezelőtt, véletlenül bukkantam. A felületest jelzőt azért használok, mert alaposabban kellett volna vizsgálnom egyrészt a jelenséget magát, másrészt pedig annak okát vagy okait.

Annak magyarázata, hogy ezt nem kellett tenni, főleg a jelenség természetében rejlik, a mennyiben minden részletesebb vizsgálat nélkül szembe-tűnő az egyes szeizmogramm-típusok közötti éles ellentét és csak ritkán találkozzunk úgynevezett kivételekkel, melyek a szeizmogrammok eredetével látszólagos ellentétben állanak. Ez irányú vizsgálataimról egy kézikönyv már megemlékezett, most azonban valamivel részletesebben akarom tárgyalni ezt a jelenséget, mert egy nagyobb, bár még le nem zárt, vizsgálati sorozat áll már rendelkezésemre. Lehetséges, hogy ezek a vizsgálatok fényt fognak vetni, egyrészt a Föld felületi rétegeinek természetére, másrészt pedig módot nyújtanak arra, hogy az eddigiektől eltérő módszer segítségével Földünk szerkezetébe pillanthassunk.<sup>1</sup> Három év alatt szerzett tapasztalataim ebben megerősítettek és már e jelenség első felismerésekor úgy

<sup>1</sup> Ez irányú első cikkem „Az Időjárás” 1911. augusztusi füzetében (251—255. lap) „GEIGER L., Seismische Registrierungen in Göttingen, 1907—1908” címén jelent meg.

láttam, hogy az epicentrum helye egyetlen állomás adatai alapján kijelölhető.

Már CECCHI 1875-ben kimutatta, hogy miként kell a szeizmogrammok följegyzéseiből a fészkek azimutját levezetni, az én feladatomban tehát csak abban állott, megállapítani egy olyan módot, melynek segítségével az esetleg kétértelműen meghatározott azimut szögének egyértelműségét meg lehet állapítani.

Ha olyan rengésképeket hasonlítunk össze, melyek a tengeren fekvő fészkekből származnak és a kiváltott hullámok útjuk nagy részét a tengerfenéken tették meg, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy ezeknek a szeizmogrammoknak egy közös vonásuk van, a mely a főrengés képében jut kifejezésre és nagyon gyakran elárulja, hogy a rengés kisebb, vagy nagyobb utat tett meg a tengerfenéken. A főrengésnek különösen későbbi szakában ugyanis oly hullámsorozatok jelentkeznek, melyekből a hullámok erős tompítására következtethetünk és ez abban nyilvánul, hogy a főrengés képében lapos hullámok vannak, vagyis olyan hullámok, melyeknek az amplitudójukhoz képest nagy a periodusuk. Azokra a sajátosságokra, a melyek a többi szakokat jellemzik, most nem térek ki, mert ezúttal célom csupán az, hogy megmutassam, milyen vezérelvek alapján különböztethetjük meg a rengés eredőhelyét és ezzel a típusokat mindjárt az első pillanatra.

A most említett első csoporttal szemben állanak azok a rengésképek, a melyek a kontinensen jelentkező rengésekkel hozhatók kapcsolatba. Erre a második rengéstípusra jellemző, hogy a főrengés meglehetősen szabálytalan. A főrengés hullámai szögletesek és a nagy

amplitudóval szemben periodusuk rövid. Nem ritka ezeknél, hogy a legnagyobb hullámok csoportja a főrengés egyéb hullámai rovására erősebben fejlődnek ki.

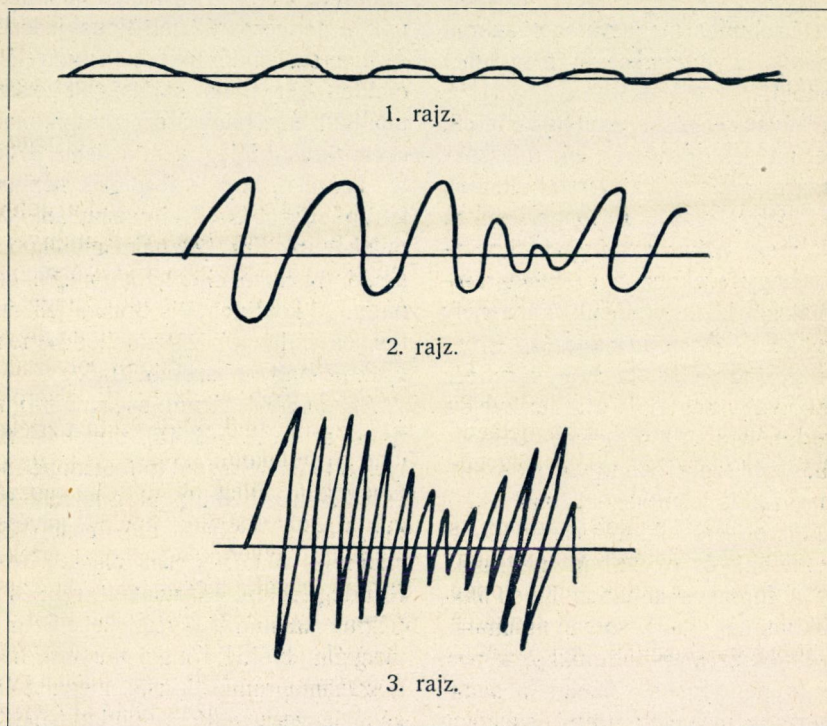
Az említett két típus között foglal helyet az ázsiai és amerikai partok közeléből kiváltott rengések szeizmogramma, a mely a harmadik, mondhatnók a tengerpartközeli-típust jellemzi. Az ilyen szeizmogramokon a már előbb említett két típus sajátosságait keverve találjuk, úgy hogy a szeizmogrammok ezen típusát főleg azáltal ismerhetjük fel azonnal, hogy a főrengés képében feltűnően szabályos szinuszhullámokkal találkozunk, melyeknek amplitudója a periodusukkal ellentétben meglehetősen nagy. A kontinentális típusra jellemző hegyes hullámok visszafejlődése tehát ezeknél nagyon szembetűnő.

Az említett három szeizmogrammtípust az 1., 2. és 3. rajz tünteti fel, melyek minden leírásnál többet mondanak és világosan bemutatják a köztük levő eltéréseket, melyek alól csak nagy ritkán és akkor is csak nagyon heves földrengésektől származott rengésképeknél találunk kivételeket. Szigorú vizsgálat ki fogja majd mutatni, hogy a szeizmogrammtípusok megállapításánál egyesegyedül a periodusnak az amplitudóhoz való viszonya fontos. Kezdetben hajlandó voltam vezető szempontnak kizárólag a periodust tekinteni, de később beláttam azt a nagy hatást, melyet a földrengések erőssége a szeizmogramm kifejlődésére gyakorol.

Míg ezirányú vizsgálataimat be nem fejeztem, csak félve merem e jelenség okát megmagyarázni, és ha mégis már most megkísérlem ezt, akkor tisztán e probléma fontosságára akarok röviden rámutatni.

A szárazföldön és tengeren végzett nehézségi mérések a PRATT-féle föltevés jogosultsága mellett bizonyítottak. A szeizmológusok más úton óhajtottak e mellett bizonyítékokat felhozni, de eddig sikertelenül. E célból időgörbéket szerkesztettek, melyek világosságot vethetnének e kérdésre, a

mennyiben ezekből kimutatható, hogy a tenger alatt haladó hullámok sebessége valóban különbözik-e a kontinensek alatt hozzánk jutott hullámok sebességétől? Az eredmény negatív volt. REID vizsgálatai szerint a hullámok sebességének e két csoportja között nincs nagyságbeli különbség, vagy



1—3. rajz. Szeizmogramm-típusok. 1. Tengeri-típus (pl. a Tongaárokából jövő földrengés görbéje). 2. Tengerparti-típus (pl. Ázsia vagy Amerika partjai tájékáról jövő földrengés görbéje). 3. Kontinentális-típus (pl. Ázsia belsejéből jövő földrengés görbéje).

ha van is, az oly kicsiny, hogy a mai viszonyok mellett ki nem mutatható.

Az 1., 2. és 3. rajzban közölt szeizmogramok azonban a mellett tanuskodnak, hogy a szeizmogramokon látható förengésben, tehát a Föld felületén, vagy felső kéregrétegeiben haladó hullámok között szemmel látható különbségek

vannak s mi sem természetesebb, mint hogy ezeket a kéregben uralkodó viszonyokkal magyarázzuk, másszóval ezekben a PRATT-féle föltevés támaszát lássuk.

Ha a nehézségi méréseket a tenger szintjére redukáljuk, akkor ugyanazon földrajzi szélesség alatt nem



szabadna semmiféle rendellenességnek lenni. De már PRATT kimutatta az indiai hegyeknél, hogy a Himalaya-hegységben a mért nehézségek az elmélettel nem egyeznek meg, a mennyiben a nehézség a várt értéknél kisebb. Az ilyen rendellenességeket később mások mérései minden tekintetben megerősítették. Fel kell tehát tennünk, hogy a Himalayában mért nehézségértékek megbízhatók és az ott uralkodó viszonyokkal hozhatók kapcsolatban. PRATT szerint a Himalaya alatt tömeghiányoknak kell lenniök, melyek a kiemelkedő tömegeket bizonyos mértékben kiegyenlítik. DEFFORGES hasonlóképpen kimutatta, hogy a Sierra Nevadában a nehézség szintén kicsiny. A mérések alapján megállapították, hogy ott, a hol kiterjedt hegységek emelkednek ki, a hegységek alatt határozottan tömeghiányok vannak, melyek a kiemelkedő részeket bizonyos mértékben kiegyenlítik.

Ehhez képest azt kell várnunk, s ezt a nehézségi mérések valóban igazolják, hogy a tengerek alatt éppen az ellenkezője áll, vagyis a tengerek alatt tömeghalmozódásokkal találkozunk.

SCHIÖTZ O. E. egyik munkájában<sup>1</sup> kimutatta, hogy a nehézségi erő gyorsulása növekszik, ha a kontinensek belsejéből a tengerpart felé közeledünk. Ő abból a föltevésből indult ki, hogy a Föld belső magjának felületegységén nagyjában ugyanazon tömegmennyiség helyezkedik el, a mi lényegében a PRATT-féle elmélettel egyezik

meg. Vizsgálatai még a mellett is tanuskodnak, hogy a gyorsulás egy minimum felé közeledik, ha a tengerparttól a nyílt tenger felé haladunk, aztán ismét növekszik és a nyílt tengeren a rendes értéket veszi fel.

Úgy hiszem, helyes nyomon haladunk, ha a szeizmogramm-típusok magyarázása céljából az elmondottakhoz fordulunk és a geofizikai viszonyokból igyekszünk sajátságait megmagyarázni.

*Dr. Szirtes Zsigmond.*

**Tudományos és technikai jelentőségű számadatok gyűjteménye.** A tudományos termelés évről-évre nagyobb arányokat ölt, úgy hogy azt már alig lehet teljes egészében figyelemmel kísérni, a referáló folyóiratok pedig a főbb eredmények felsorolására szorítkoznak s így számos értékes adat nyomtalanul elvész a közlések tömegében, főleg ha nehezen hozzáférhető folyóiratban, esetleg kevéssé elterjedt nyelven, vagy olyan értekezésben jelenik meg, melynek címe és tartalma nem fedik egymást. E bajokon segítő, a Londonban 1909-ben összeült 7. alkalmazott kémiai kongresszus állandó jellegű nemzetközi bizottság feladatává tette a világirodalomban megjelenő közlemények lehetőleg teljes feldolgozását, az azokban közölt tudományos és technikai jelentőségű számadatok gyűjtését és azoknak évenkénti folytatólagos közlését. E bizottság az összes kulturnemzetek szakembereinek közreműködésével, az Akadémiák nemzetközi szövetkezetének, a tudós társaságoknak és a legtöbb kormánynak erkölcsi és részben anyagi támogatásával megkezdte működését, mely-

<sup>1</sup>The Nowegian North Polar Expedition. VIII. Results of the Pendulum Observations and some Remarks on the Constitution of the Earths Crust.

nek első gyümölcse az 1910-ben megjelent adatokat tartalmazó kötet.<sup>1</sup>

300-nál több folyóirat, számos diszszertáció és egyéb közlemény szolgáltatja e kötet anyagát. Már a kötet terjedelme (726 negyedréteg lap) fogalmat ad arról a szorgalomról, melylyel a gyűjtés történt és az adatok nagy halmazáról, melyek, mint egy évi tudományos búvárkodás számokkal jellemezhető eredményei, áttekinthetően csoportosítva e kötetben leltározva vannak. E rövid ismertetésben a munka tartalmával kimerítően nem foglalkozhatom, de ez talán fölösleges is, mert ha fölemlítem, hogy mindazon számadatok, melyek a testek fizikai és kémiai viselkedését akár az elméleti, akár az alkalmazott természettudományok szempontjából jellemzik, figyelemben részesültek, hogy a szorosán vett fizikai és kémiai állandókon kívül a technológia, az ásványtan, az állat- és növényélettan, a mérnöki tudományok, a metallurgia szempontjából értékes számadatok is gondosan össze vannak benne gyűjtve, akkor e tájékoztató megjegyzésekből is kiderül, hogy a munka szélesebb körök érdeklődésére számíthat. A közölt állandók mellett a meghatározáskor követett módszer is röviden jellemezve van. A munka általánosabb használhatóságát német, angol és olasz

<sup>1</sup> *Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie.* Publicés sous le patronage de l'Association internationale des Académies par le Comité international nommé par le VII<sup>e</sup> Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2 juin 1909). Volume I, Année 1910. Gauthier-Villars (Paris). Acad. Verlagsges. m. b. H. (Leipzig). J. & A. Churchill (London). University of Chicago Press (Chicago). 1912.

tárgymutatója is biztosítja. A kötet külső kiállítása izléeses, ára rendkívül mérsékelt. Azzal, hogy a nemzetközi bizottság az immár elkerülhetlenné vált feladatot áldozatkészséggel vállalta és megoldotta, a természettudományok és gyakorlati alkalmazásaik terén működőket elismerésre és hálára kötelezte. *Dr. Buchböck Gusztáv.*

**A moustieri ősemlék koponyájának új összeállítása.** A régibb palaeolith-kor emberének egyik legértékesebb reánk maradt ereklyéje kétségkívül az a csontváz, a mely a tudományban „*Homo Mousteriensis Hauseri*” néven ismeretes, s a mely ma a berlini múzeumnak féltve őrzött tudományos kincse. A csontvázat 1908 márcziusában HAUSER svájci régiségkereskedő találta Dordogne-ban a moustier-i ú. n. alsó barlangban. A csontváz kiemelésében, a mi csak 1908. aug. havában történt, KLAATSCH német egyetemi tanár vezetésével részt vett a Német Anthropologiai Társaság több kiváló tagja is. Ennek köszönhető, hogy noha az egyes csontok igen korhadt állapotban maradtak fenn, mégis sikerült a csontváz legnagyobb részét megmenteni, sőt a sok darabra törött és a barlang tetejéről aláhullott törmelék nyomása alatt erősen eltorzult koponyát is sikerült összeállítani. Csakhamar azonban többen hangoztatták, hogy a koponya összeállítása nem tökéletes. Ezt bizonyította az is, hogy az állkapocs izületi fejeit sehogyszem tudták beilleszteni a torzult felső állcsont izületi gödreibe.

A mikor azután a berlini múzeum nagy áldozatok árán a leletet megvette, bizottságot alakított, melynek feladata volt, a csontrészek pontos tanulmányozása után a koponyát újból teljesen szakszerűen összeállí-

tani. A bizottságban a legkiválóbb szakemberek vettek részt, jelesen KLAATSCH, KALLIUS, WALDEYER, VIRCHOW H., SCHUCHARDT, az összeállítás technikai munkáját pedig KRAUSE E., a berlini múzeum konzervátora, végezte. A bizottság a lehető legnagyobb körültekintéssel járt el, hogy a koponya új összeállítása mennél tökéletesebben sikerüljön. Az eredményről SCHUCHARDT a *Præhistorische Zeitschrift* 1912. évi 3—4. füzetében számol be.

Az egyes csontdarabokat gondosan megtisztították, enyvoldatban többszöri áztatással keményítették s celluloidlakkal vonták be. Ezután mindenegyes csontról 3—3 gipszmásolatot készítették s e gipszmásolatok alapján KLAATSCH Boroszlóban, KALLIUS Greifswaldban és SCHUCHARDT Berlinben külön-külön próbálták a koponya eredeti alakját megállapítani, majd pedig közös üléseken hosszú és beható tanácskozások által pontosan megállapították mindenegyes koponyarész helyzetét, irányát, hajlását. A gipszmásolatokból összeállított koponya után gipszből megönttették a koponyához illő agyvelő mintáját s ezen gipsz agyvelőn állították azután össze a koponya eredeti csontjait. Az arczkoponya hiányzó részleteit gipszből pótolták, de másszínűre festették, hogy az eredetitől rögtön meg lehessen különböztetni. A koponyának ily nagy körültekintéssel és fáradtsággal végzett új összeállítása a régi összeállítás hibáit eltüntette.

Az új összeállításban az agykoponya valamivel kisebb, rövidebb és alacsonyabb, az arczkoponya is alacsonyabb s a szemüreg kisebb lett. Az állkapcsot sikerült a felső állcsonttal összeilleszteni s a fogak pon-

tos állását meghatározni. Az új összeállítás alkalmával több nagyon értékes tudományos tapasztalatra is jutottak. Így KLAATSCH kimutatta, hogy az állkapocs balfelén lévő fogrendellenesség (a tejszemfog visszamaradt, minek következtében az állandó szemfog rendellenes helyzetben bújti ki) összefüggésben áll az állkapocs és a felső arcz balfelén észlelhető kóros elváltozásokkal. Valószínűleg e betegség volt az oka, hogy az illető egyén fiatalon, 15—16 éves korában elhalt.

A moustieri ősember koponyájának ezen új összeállításával egyúttal arra is példát adtak a német tudósok, hogy csak a legnagyobb óvatossággal és beható szaktanulmány alapján szabad az ilyen törött állapotban talált csontleteket összeállítani, ha azokat a tudomány számára igazán értékesé akarjuk tenni. *Dr. Bartucz Lajos.*

**A levéltetvek és pajzstetvek együttélése baktériumokkal.** Az együttéléseknek eddig ismert példái újabban érdekes fölfedezésekkel gyarapodtak. Számos vizsgáló munkája eredménye alapján tudjuk, hogy a rovarok, főleg pedig a Félfedelesszárnyúak (Hemiptera) testét alkotó sejtek némelyikében állandóan, különböző gombafajok és baktériumok élnek, melyeknek nagy szerepük van e rovarok anyagforgalmában. Előfordulásuk nem véletlen jelenség, mert mindig szabályszerűen, a rovarok testének meghatározott helyein található, sőt sok rovarban egészen különleges szervek, az úgynevezett mycetocyták szolgálnak e parányi növényi szervezetek befogadására.<sup>1</sup> Az

<sup>1</sup> BUCHNER P., Studien an intracellularen Symbionten; Archiv f. Protistenkunde, 26. köt., 1912, 1—116. lap, 1—12. tábla.

összes levéltetveknél és a pajzstetvek nagy részénél ezek a gomba- és baktériumrejtő szervek a potrohban, a bél két oldalán fekszenek és a zsírtest sejtjeinek módosulásából erednek.

PEKLO J.<sup>1</sup> újabban a jókori juhar (*Acer platanoides L.*) levelein élő levéltetű (*Aphis*) baktériumrejtő szerveit vizsgálta meg és a sejtjeikben levő baktériumokat tisztán kitenyész-tette. Vizsgálatai szerint az ekként tisztán kitenyészített baktériumok az *Azotobacter* nevű baktérium-nembe tartoznak. Ez a megállapítás főleg azért jelentős, mert az *Azotobacter*-nem fajai, az *Azotobacter Woodstonii* kivételével, a levegő nitrogénjét meg tudják kötni s így az együttlés haszna érhető. A levéltetvek biztos védelmet, helyet és szervesen tápláló anyagokat bocsátanak a baktériumok rendelkezésére, viszont a baktériumok a levegő nitrogénjének felhasználásával fehérjenemű anyagokkal kedveskednek gazdájuknak.

*Dr. Gorka Sándor.*

**A rádium-emanáció hatása a növényzetre.** A rádium-emanációnak csak bizonyos mennyisége mozdítja elő a növények fejlődését. Nagy mennyiségben méregként hat. STOKLASA<sup>2</sup> szurokérczczel kísérletezett s úgy találta, hogy a növények a rendesnél 50—70%-kal jobban fejlődtek, ha a KNOPP-féle oldattal telt növénynevelő edényekbe, üvegcsövekbe forrasztva, 0·5—1 gramm szu-

<sup>1</sup> Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 30. köt., 416—419. lap.

<sup>2</sup> Beiblätter d. VI. intern. Kongr. f. allg. u. ärztl. Elektrol. u. Radiol. in Prag, Okt. 1912. — Bot. Centralblatt, 34. évf., 1913, 181. lap. — Chemiker-Zeitung, 36. köt., 1382. lap.

rokérczet tett; ennek rádiumtartalma

0·000136	—	0·000136	
2000		1000	gramm volt.

A joachimstali rádioaktív víz, melynek rádioaktivitása 600 Mache-egység volt, szintén nagy mértékben gyorsította és erősítette a beléje tett növény-magvak csirázását s a benne nevelt növények, ha egyébként a szükséges szervesen tápláló sók rendelkezésükre állottak, 100%-kal jobban fejlődtek, mint az ugyanolyan összetételű nem rádioaktív oldatban nevelt növények. A kukoriczmagvak a joachimstali vízben már 24—36 óra múlva csiráz-tak, míg közönséges vízben a csirázás csak 56—120 óra múlva kezdődik. A gyökerek és a levelek is jobban fejlődtek a rádioaktív vízben. Pl. a kétsoros árpa, az u. n. sörárpa (*Hordeum distichum L.*) gyökere, a csirázás utáni nyolczadik napon, rádioaktív vízben 44—50 mm, szára pedig 63—72 mm hosszú volt, ellenben az ugyanolyan összetételű közönséges vízben nevelt árpa gyökere ugyanezen idő alatt csupán 6 mm, a szára pedig csak 13 mm hosszúságot ért el. Hasonlók voltak az eredmények más növényeken, pl. a borsón, a lóbabon, a keskenylevelű csillagfürtön végzett kísérletek alkalmával is.

A rádium-emanáció az asszimilációt is tetemesen fokozta. A csirázás utáni negyvenedik napon a rádioaktivitás hatása nélkül nevelt 10 drb kétsoros árpa szárazanyagtartalma volt 1 g, a rádioaktivitással neveltéké pedig 11·6 g, a borsónál 2·3, illetve 7·4 g, a lóbabnál 6·5, illetve 14 g, a keskenylevelű csillagfürtnél 2, illetve 4·1 g volt a rádioaktivitás nélkül, illetve rádioaktivitással nevelt 10—10 növénypéldány szárazanyagtartalma.

*Dr. Gorka Sándor.*

Megjelenik évenként négy füzetben, három nagy nyolczadrét ivnyí 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.

XLV. KÖTETHEZ.

1913. AUGUSZTUS—NOVEMBER 3—4. (CXI—CXII.) PÓTFÜZET.

### Az életről.<sup>1</sup>

Mindenki tudja, vagy legalább is hiszi, hogy tudja, mi az élet. Mindenki tisztában van szokott és látható nyilvánulásaival, ezért az élet pontos meghatározása könnyűnek látszik. Pedig a valóságban e feladat a legélesebb elméjű gondolkozókat foglalkoztatta siker nélkül. HERBERT SPENCER „Principles of Biology“ című művében két fejezetet szentelt a koráig ismeretes meghatározásoknak, melyeket maga is új magyarázattal toldott meg, de végül mégis be kellett ismernie, hogy nem talált még senki oly általános érvényű meghatározást, mely az élő lényeknek minden ismert folyamatát magában foglalná s egyszersmind kizárná az élettelennel tekintett tárgyakon észlelhető jelenségeket.

Az egyik elterjedt meghatározás szerint az élet „az elevenség állapota“. DASTRE, CLAUDE BERNARD-hoz csatlakozva, így határozta meg az életet: „Az élő lényeken észlelhető közös jelenségek összessége.“ Csak-hogy mind a két magyarázat olyanféle, mint a hogy SMITH SIDNEY határozta meg, mi az érsek: „oly ember, ki érseki ténykedéseket végez“. Nem akarom olvasóim idejét azzal elrabolni, hogy az élet meghatározásával vesződjem, vagyis oly feladattal birkózzam meg, mely még a legkiválóbb filozófusok számára is túlnehéznek bizonyult; erre annál kevésbé van kedvem, mert tudományunk haladása azt mutatja, hogy az élő és élettelen anyagok közt nincs éles határ, minek következtében találó és minden részletre érvényes meghatározást még nehezebb találni.

Érdekes, hogy az „élet“ már mint puszta szó, egyike azoknak az elvont fogalmaknak, a melyeknek nincs ellentétes fogalmuk. A legtöbb ember a „halál“ fogalmát tekinti annak, azonban ha kissé gondolkozunk, rájövünk, hogy ez nem helyes. A „halál“-nak föltétele az „élet“. Több élet-tani okból a halált is életjelenségnek kell tekintenünk. A halál az élet be-

<sup>1</sup> SCHÄFER E. A. edinburghi egyetemi tanárnak a „British Association for the Advancement of Science“ dundee-i ülésén tartott elnöki megnyitója. Megjelent „The nature, origin and maintenance of life“ czímen a Science-ben (36. köt., 923. sz., 289—312. lap) és a Nature-ben (90. köt., 2236. sz., 7—19. lap). Német fordítása „Das Leben“ czímen (ford. FLEISCHMANN CHARLOTTE) jelent meg (Berlin, Springer, 1913). E közlemény a beszéd eredeti szövege alapján készült a jegyzetek legnagyobb részének elhagyásával. Fordította: DR. GORKA SÁNDOR.

fejezése, utolsó felvonása. Ha valamely élő tárgyról azt mondjuk, hogy él, ez annyit jelent, hogy az „élet“ egyik tulajdonsága; de ugyanígy nem mondhatjuk az élettelen tárgyról, hogy a „halál“ egyik tulajdonsága. Bár a „holt“ szót a köznapi beszédben olyan tárgyakra is használjuk, melyekben soha sem volt élet, mégis szigorúan véve nem helyes az ily kifejezés, mert a „holt“ és „élő“ jelzők vagy a múltban, vagy a jelenben föltételezik az élő anyag ismert tulajdonságait. Másfelől ezek a szavak „élő“ és „élettelen“, „élő“ és „holt“, kétségtelenül olyan szók, a melyek ellentétet jelentenek. Szó szerint véve ezek a szavak: „élő“ („animatus“) és „élettelen“ („inanimatus“) eredetileg a lélek jelenlétét, vagy távollétét jelentik.

*Az élet nem azonos a lélekkel.* Tévedésből sokszor az „élet“ és „lélek“ kifejezést azonosítják. Pedig úgy hiszem, fölösleges külön hangsúlyoznom, hogy az életről alkotott fogalmaink távolról sem vonatkoznak a „lélekre“. Az élet és a lélek azonosságának föltevéséhez az a tény vezetett, hogy a lélekről szóló fogalom csak az „élettel“ kapcsolatban keletkezhetett s hogy ennek a fogalomnak keletkezése és kidolgozása csakis egy nagyon összetett szervezeten belül észlelhető, nagyon bonyolult folyamat eredményén alapulhatott. De ha a „lélek“ kifejezés használatát nem terjesztjük ki annyira, hogy különleges értelmé elhalványodjék, akkor szigorúan fenn kell tartanunk az élet és a lélek közötti eredeti különbséget, annál is inkább, mert az élet problémái velejükben az anyag problémái. Életet csak anyaghoz kötve képzelhetünk el. Az életjelenségeket csakis ugyanazokkal a módszerekkel lehet és kell kutatnunk, mint a melyekkel az anyag minden más jelenségét, és az ilyen kutatások eredményei azt mutatják, hogy az élő lények ugyanazoknak a törvényeknek vannak alávetve, mint az élettelen anyag. Mennél jobban megértjük az életnyilvánulásokat, annál nyilvánvalóbb e felfogás igazsága és annál kevésbé leszünk hajlandók ezeknek a folyamatoknak megmagyarázása céljából az energia különös és ismeretlen féleségéhez folyamodni.

*Az élet jelenségei. A mozgás.* A legfeltűnőbb életjelenség az „akaratlagos“ mozgás. Ha egy embert, kutyát, vagy madarat mozogni látunk, tudjuk róla, hogy él. Ha egy csepp mocsárvizet teszünk a mikroszkóp alá, számos parányi részecskét villámgyorsan látunk benne mozogni s azt mondjuk: nyüzsgő benne az élet! Ha a mikroszkóp alatt egy csomócska áttetsző, nyálkás anyagot látunk s észreveszszük, hogy alakját változtatja, nyúlványokat bocsát ki és von be és ha még azonfelül azt tapasztaljuk, hogy eközben a látótér egyik oldaláról a másikhoz csúszik, arra következtetünk, hogy a nyálka él s elnevezzük *Amoeba limax*-nak. Testünk bizonyos sejtjein, pl. a fehér véresejteken, a kötőszövet sejtjein, a növekvő idegsejteken, továbbá a fiatal sejteken mindenütt ugyanilyen mozgást

észlelhetünk s a szembeszökő hasonlatosság miatt a mozgásnak ezt a fajtáját amébaszerű mozgásnak nevezzük. Az ilyen mozgásokat az élet jelének tekintjük s látszólag ez a föltevésünk valóban minden tekintetben jogosult. Csakhogy a fizikusok ugyanilyen mozgásokat tárnak élénk oly anyagokon, a melyeket még a legnagyobb képzelő erővel sem tekinthetünk élőnek. Olajcseppeken, szerves, sőt szervetlen anyagok elegyén, kis kénesőcseppecskéken is oly mozgást vehetünk észre, melyet nem lehet az említett élő szervezetek mozgásától megkülönböztetni. Bár ezeket a mozgásokat tisztán chemiai és fizikai folyamatok idézik elő azzal, hogy a felületi feszültséget megváltoztatják, mégis a mozgást ugyanazzal az „amébaszerű mozgás“ szóval jellemezzük.

*Az élő és élettelen anyag mozgásának hasonlósága.* Biztos tehát, hogy az ilyen mozgások nem kizárólagos életjelenségek és hogy jelenlétük nem bizonyítja föltétlenül az „életet“. S még ha **olyan élénk** mozgásokat figyelünk meg pontosan, mint a milyeneket valamely véglény mozgékony ostorán, vagy valamely magasabbrendű lény izmán észlelhetünk, rajtuk az amébaszerű mozgáshoz számtalan hasonlóságot tapasztalunk. Alapjában véve lényegük ugyanaz s majdnem hasonló módon keletkeznek. Abban sem kételkedhetünk, egy pillanatig sem, hogy a magasabbrendű szervezetek összetettebb folyamatai a fejlődés folyamán a fejletlen protoplazma egyszerű mozgásából keletkeztek. Ezek oly mozgások, a melyeket, miként láttuk, meglepő hasonlatossággal lehet nem élő anyaggal utánozni. Erre a különös életnyilvánulásra: a mozgásra nézve le van zárva a bizonyítékok láncolata, melynek alapján kimondhatjuk, hogy az élő lények mozgásaira, jelesen az egysejtű améba, vagy a fehér vérsejtek amébaszerű helyváltoztatására, a véglények vagy a csillós sejtek mozgásaira, az akarat uralma alatt álló izomösszehúzódásokra, vagy a lelki élet minden izalmát olyan finoman megérező emberi szív dobogására egyaránt a mechanika ugyanazon törvényei érvényesek, mint a melyek az élettelen anyagok mozgását szabják meg.

*Asszimiláció és disszimiláció.* Valaki közbevetethné, hogy az élő és az élettelen anyag mozgásai csak külsőleg hasonlítanak s hogyha az életfolyamatokba mélyebben pillanthatnánk be, a mozgások közti azonosság is megdőlné. A mozgással egyidőben nem mennek-e végbe esetleg más folyamatok is, melyek az életre jellemzők, az élettelen testeknél azonban hiányzanak? Az életre jellemző jelenségek közt első helyen állanak az asszimiláció és disszimiláció folyamatai, a táplálék felvétele és feldolgozása. Azt kellene hinnünk, hogy ezek a folyamatok nincsenek meg az élettelen anyagokban. De még ez az érv sem állhat meg, mert hasonló folyamatok éppen ott fordulnak elő, hol senki sem hozná őket az étellel összefüggésbe. Meggyőző bizonyítékai ennek a félig áteresztő hátrákkal

elválasztott oldatok közt végbemenő ozmózisos folyamatok, melyekhez hasonló jelenségek ugyanúgy gyakran ismétlődnek az élők világában is.

Még nem is oly régen teljesen különbözőnek tartották a szerves és a szervesetlen anyagokban végbemenő kémiai folyamatokat, ma azonban egészen elenyészett az a határvonal, mely majdnem a múlt század közepéig élesen elválasztotta a szerves és a szervesetlen kémiát. Az élő szervezetekben végbemenő kémiai folyamatokkal azelőtt a biológusok foglalkoztak, ma pedig a szerves kémiának egyik ága kutatja ezeket.

*Az élő anyag kolloidális állapota. Az élő és az élettelen anyag fizikai és kémiai folyamatainak azonossága.* Fél századnál kissé régebben tette közzé GRAHAM THOMAS korszakot alkotó megfigyeléseit a kolloidális állapotban lévő anyagok tulajdonságairól. Megfigyelései az élő anyag tulajdonságainak megértésére végtelenül fontosaknak bizonyultak. Napról napra nyilvánvalóbb, hogy az élő szervezetben végbemenő kémiai és fizikai folyamatok főleg a nitrogéntartalmú kolloidok kémiai és fizikai folyamatainak alapszanak. Élő anyag vagy protoplazma valóban mindig csak mint kolloidális oldat szerepel. Ebben az oldatban a kolloidok mindig kristalloidokkal (elektrolitokkal) vannak összekötöttségben, melyek vagy szabadon oldatban vannak, vagy a kolloidok molekuláihoz tapadnak. A kolloid és kristalloid anyagból összetett élő anyagot hártya veszi körül, mely valószínűleg szintén kolloidokból áll. E hártya, melynek fölépítésében lipoidok is részt vehetnek (OVERTON), ozmózisos hártya gyanánt szerepel s diffúzió által lehetővé teszi, hogy a protoplazmát alkotó kolloidális oldat és környezete között bizonyos anyagok kicserélődhessenek. Más, hasonló hártják a protoplazma belsejében vannak; ezek kémiai és fizikai tekintetben gyakran egészen különös alkotásúak és lehetővé teszik bizonyos különleges anyagoknak behatolását a protoplazmába és kiszivárgását a protoplazmából, továbbá ezek a hártják szabályozzák a protoplazma egyes részei közt az anyagforgalmat. Ezek a folyamatok azokkal a változásokkal együtt, melyeket a protoplazmában keletkezett kémiai anyagok, az úgynevezett enzimek idéznek elő, létesítik az asszimilációt és disszimilációt. Teljesen hasonló folyamatokat idézhetünk elő azonban az élő testen kívül is, tisztán kémiai és fizikai módszerek alkalmazásával. Igaz, hogy még nem ismerjük mindazokat a közbülső fokozatokat, a melyek az élő test felvette anyagoktól, az általa kiválasztott anyagokhoz vezetnek, minthogy azonban a kiinduló folyamatok és a végső termékek ugyanazok, melyeket tisztán fizikai és kémiai folyamatok alapján várhatunk, ebből jogosan arra következtethetünk, hogy az élő anyag összes változásait közönséges kémiai és fizikai erők okozzák.

*Az élő és az élettelen anyag növekedésének és szaporodásának hasonlósága. A különös „életerő“ ügye.* Azt gondolhatnók talán, hogy a növe-



kedés és a szaporodás az élő lények jellemző ismertető jelének tekinthető s hogy e tulajdonságok megkülönböztetik az élő anyagot az életteltől. Ez ismét nagy tévedés volna, mert az élettelen kristályok is növekednek, szaporodnak s magukhoz hasonlókat hoznak létre, ha alkalmas táplálékhoz jutnak.

Az élő szervezetekhez hasonlóan, minden kristályfaj növekedésének megvan az a határa, melyet nem hághat át; a kristály tömegének további szaporodása nem a kristály növekedése, hanem megsokszorozódása által történik. LEDUC kimutatta, hogy szerves kolloidok növekedése és osztódása alkalmas környezetben, feltűnően hasonlít az élő szervezetek növekedéséhez és osztódásához. Másrészt még az olyan bonyolódott folyamatot is, mint a sejtmag fonalas osztódását, mely mint a sejt osztódásának megelőzője első pillanatra a sejt határozott életjelenségének látszik és rendesen annak is tekintik, sikerült szénrészecskéket tartalmazó egyszerű szervetlen sóoldatokkal, pl. konyhasóoldattal utánozni. Ezek a szénrészecskék az elektrolitek mozgásaitól irányítva éppen úgy rendezkednek el, mint a kromatinrészecskék az osztódó sejtmagban. LOEB-nek és másoknak a tengeri sün petéin végzett vizsgálatai pedig bebizonyították, hogy a pete megtermékenyítésének látszólag jellemző vitális folyamatát sem tekinthetjük azóta többé a hímcsirasejtektől megtermékenyített élő anyag eredményének, mióta lehetséges a pete osztódását, az osztódás útján keletkező részekből a szövetek és szervek, szóval az egész test kifejlődését abban az esetben is előidézni, ha a megtermékenyítés folyamatában a hím elemet egyszerű kémiai szer helyettesítette. A kísérletek beigazolták, hogy egyetlen mechanikai, vagy elektromos inger is elegendő ahhoz, hogy a fejlődést megindítsa. Szóval a vitalizmus nemcsak alapjában rendült meg, hanem felső építményének legnagyobb része is ledőlt. S ha ma még bizonyos nehézségek útját állják is a teljes magyarázatnak, ezt csakis az élő anyag minémiségéről és hatásáról való tökéletlen ismereteinknek tulajdoníthatjuk. A vitalizmus legjobb esetben semmit sem magyaráz meg és a „vitális erő“ kifejezés tudatlanságra vall s nem visz minket a megismerés útjain tovább. Éppen oly kevésé oldhatjuk meg a talányt, ha a „vitalizmus“ helyébe a „neovitalizmus“ s a „vitális erő“ helyébe a „bioenergia“ szót tesszük.

*Az élő anyag szintézisének lehetősége.* Újabb vizsgálatok szerint az élő anyagot nem kell többé végtelenül bonyolultan összetett anyagnak tekintenünk, vagyis szakítanunk kell azzal a régi nézettel, mely akkor keletkezett, mikor a kemikusok először kezdték a testfehérjéit alkotórészeikre bontani. MIESCHER vizsgálatai, melyeket KOSSEL és tanítványai folytattak és kidolgoztak, megtanítottak rá, hogy a sejt táplálkozására és szaporodására oly fontos sejtmag, melyet a sejtlelet kvintesszenciájának

tekinthetünk, chemiailag aránylag egyszerű alkotású. Éppen ezért azt is remélhetjük, hogy chemiai alkotórészeit valamikor szintetikus úton elő állíthatjuk. S ha meggondoljuk, hogy a sejtmag nemcsak maga áll elő élő anyagból, hanem, hogy más élő anyagok keletkezését is okozhatja, továbbá ha meggondoljuk, hogy a sejtmag vezeti és irányítja az élő sejtben végbemenő összes fontos chemiai átalakulásokat: akkor el kell ismernünk, hogy nagy lépéssel haladtunk előre az élet chemiai alapjainak ismeretében. Nem tehetjük fel, hogy a sejtmag a l a k j a fontosabb, mint c h e m i a i ö s s z e t é t e l e . A sejtek, miként azt mindenki, a ki mikroszkópi vizsgálatokkal foglalkozik, tudja, végtelenül különböző alakúak; számos élő szervezet van, melyeknél a mag állománya alakatlan és csak szemcskék alakjában látszik a protoplazmában elosztva. A sejtmag alakja és alakváltozásai mindenesetre bizonyára jelentősek, de a sejtmag állománya alakatlan állapotában is oly működéseket végezhet, a melyek sok tekintetben hasonlítanak a magasabbrendű szervezetek sejtmagjának működéseihöz.

Bizvást remélhetjük, hogy a protoplazma fehérjeanyagait is sikerül majd szintézissel előállítani. FISCHER EMIL úttörő vizsgálatokat végzett e téren. Évekig tartó munkájával sikerült neki a bonyolódott fehérjemolekula építőköveit alkotó nitrogéntartalmú vegyületeket előállítani. Örvedetes, hogy azoknak a munkáknak nagy értékét, a melyeket FISCHER-nek és KOSSEL-nek köszönhetünk, a Nobel-díj adományozásával elismerték.

*Az élő anyag chemiai összetétele.* Az élő anyag kevés elemből áll. Mindig jelen vannak: a hidrogén, a nitrogén, a karbonium és az oxigén. Ezenkívül a sejtmagban, továbbá kisebb mértékben abban az alakatlan élő anyagban is, a melyet protoplazmának nevezünk, mindig található foszfor. Ismeretes az a mondás, hogy: „foszfor nélkül nincs gondolat“ s épp oly igaz az is, hogy: „foszfor nélkül nincs élet“. Azonkívül úgy látszik, minden életműködéshez szükséges tetemes mennyiségű víz (ritkán kevesebb 70%-nál), az élet megtartásához azonban nem szükséges ilyen nagymennyiségű víz, mert sok esetben a beszáradt sejteket életre lehet kelteni. A vízhez hasonlóan nélkülözhetetlenek bizonyos szervesetlen sók, nevezetesen nátrium-, kalcium-, magnézium-, kálium- és vas-sók. A felsorolt chemiai anyagoknak egyesülése kolloidális anyagokká, alkotja az élet chemiai alapját, s ha valamikor sikerül majd a chemikusnak ezt az anyagcsoportot felépíteni, akkor annak szükségképpen meg lesznek azok a tulajdonságai, melyeket az élet fogalmával szoktunk összekötni.

*Az élet eredete. Az ősnemzés lehetősége.* Az eddigi fejtegetések arra mutatnak, hogy az élet, azaz élő anyag létesítésének lehetősége nem oly kivitetlen, mint a hogy azt eddig általában hitték. PASTEUR kísérletei

óta kevés tudós merete fenntartani a baktériumok, monas-ok és más mikroorganizmusok ősnemzésére vonatkozó hitet, jóllehet ez a nézet PASTEUR kísérletei előtt általános volt. DR. BASTIAN CHARLTON tudtommal az egyetlen neves tudós, ki még a régi nézetet vallja, de számos kísérletének, sok könyvének és iratának megjelentetésével sem birt magának eddig sok hívet szerezni. Én is annyira teljesen meg vagyok győződve a PASTEUR-féle kísérletek helyességéről, hogy tétovázás nélkül a kísérletek előkészítésénél, vagy a kísérletek véghezvitelénél történt tévedésekre gondolok, a mikor régebbi idő óta kifőtt és léghijasan elzárt üvegekben fejlődött „torulae“ névvel jelölt szervezeteket és miczélium-fonalakat mutatnak nekem. Ezeknek a szervezeteknek megjelenése az üvegekben, nézetem szerint, nem bizonyítja az ősnemzést. Én még akkor is, ha feltesszük, hogy nincs hiba a kísérleti berendezés összeállításában, és hogy a megfigyelésekben is ki van zárva a tévedés, egyszerűbbnek tartom azt a föltevést, hogy ezeknek a szervezeteknek csirái ellentáltak a hosszadalmas főzésnek, mint azt az állítást, hogy ősnemzés következtében keletkeztek. Még ha lehetséges is az ősnemzés, akkor sem várható, hogy ősnemzés útján a kísérleti üvegben fejlődött szervezetekhez hasonló, szerkezetre és működésre egyaránt nagyfokú differenciáltságot mutató lények keletkezzenek. Nem is tehetjük fel valamely élő anyag ősnemződését olyfolyadékban, melynek szerves vegyületeit úgy megváltoztatta a hőség, hogy benne az élő anyag szerves vegyületeihez hasonló vegyület nem maradhatott meg. Ha élő anyag keletkezése napjainkban egyáltalában lehetséges, — és én nem találok okot, hogy ebben kételkedjem — akkor szerves, vagy éppen szervetlen anyag felforralt infúziója a legkevésbé alkalmas hely arra, hogy ott keressük. Ámde az a körülmény, hogy az ősnemzés mellett felhozott eddigi bizonyítékokat nem fogadhatom el, nem akadályoz meg azon föltevés lehetőségének elfogadásában, hogy az élő anyag élettelenből fejlődhetik.

*Az élet, mint a fejlődés terméke.* Vissza kell utasítanunk minden olyan magyarázatot, mely az élet első keletkezésénél természetfeletti hatásokat szerepeltet, mert az ilyen magyarázatnak nincs tudományos alapja. Minden eddigi ismeretünk alapján nemcsak jogunk van rá, de kénytelenek is vagyunk azt hinni, hogy az élő anyag létét a f o k o z a t o s f e j l ő d é s n e k, vagyis ugyanazon okoknak köszönheti, melyek a világűrben levő összes anyagok keletkezésénél is közreműködtek. Legújabban némely biológusok úgy kerülnek el az élő anyag fejlődésének lehetőségét az élettelenből, hogy ezt a folyamatot a Föld történetének olyan ősi szakába helyezik, melyben véletlenül a körülmények különösképpen kedveztek az élettelen anyag élővé változásának. Azt is felteszik, hogy azóta ilyen körülmények nem voltak s valószínűleg a jövőben sem

lesznek. Sőt neves tudósok még azt is föltették, hogy az élet nem a mi Földünkön vette eredetét, hanem más bolygóról, vagy csillagrendszerrel került a Földre. Talán még többen emlékszenek arra a vitára, mikor SIR WILLIAM THOMSON, 1871-ben az edinburghi természetvizsgálók gyűlésének elnöke, azzal akarta megmagyarázni az élet eredetét a Földön, hogy meteoritek hozták ide az élet csiráit. Ez ellen az elmélet ellen azt a megsemmisítő ellenvetést hozták fel, hogy egy meteoritnak körülbelül 60000 évre van szüksége, hogy a legközelebbi csillagrendszerrel Földünkre kerüljön. Érthetetlen volna tehát, hogyan maradhatna meg rajta ilyen hosszú időn át az élet. Még a legközelebbi bolygóról is 150 évig tartana az út. Sőt még ha az éteren át utazva, meg is maradna az élet, légkörünkben a surlódás izzásba hozná a meteort, úgy hogy minden szerves vegyület okvetetlenül elpusztulna. Egy másik rokonelmélet szerint, mely „ kozmikus panspermia “ néven ismeretes, a csillagok közti kozmikus porban alaktalan élet van (RICHTER 1865, COHN 1872), mely időtlen idők óta ott megvan s a porral lassan a Földre esik, a nélkül, hogy felhevülne és izzásba jönne. ARRHENIUS ezt az elméletet elfogadta. Szerinte a világító, vagy más sugarak által a világűrön keresztül az étterrel szállított élő csiráknak, hogy a legközelebbi csillagrendszerrel és a Marsról Földünkre jussanak, csupán 9000 évi, illetve a Marsról 20 napi útra van szükségük!

Az ilyen elméletek azonban nem visznek minket előbbre, mert az élet eredetének vizsgálatát a világűr hozzáférhetetlen részébe teszik át, a mi sokkal kényelmesebb. Ma elégedetlenül s a nélkül, hogy a jövőtől jobb megismerést várhatnánk, bele kell törödnünk ismereteink bizonytalanságába. Mégis azt hiszem, hogy arról a szerepről szóló tudásunk, melyet az evolúció a földi anyagok fejlődésében visz, feljogosít minket arra, hogy ezeket a kozmikus elméleteket a nélkül, hogy tagadnók az élet létezésének lehetőségét a világűr más részeiben, valószínűtleneknek tartjuk, legalább is valószínűtlennek a származástan adta magyarázatokkal szemben.

*A származástan és az élet eredete.* Fölteszem, hogy olvasóim legnagyobb része ismeri ezt az elméletet, annál is inkább tehetem ezt föl, mert a származástan általános elterjedése az utolsó 60 évben nemcsak a biológiát, hanem a természettudományoknak többi ágát, pl. a csillagászatot, geológiát, fizikát és chemiát is, teljesen megváltoztatta.

Azoknak, kik nem tájékozottak a származástanban, szeretném JUDD tanár „The Coming of Evolution“ című kis művét ajánlani. Nem ismerek más könyvet, mely ezt a tárgyat világosabban és tömörebben tárgyalná. Bár a szerző sehol sem mondja ki, hogy az élet eredete a Földön életelen anyagra vezethető vissza, mégis előadása, melyben a fejlődés

folyamatának egységességét hangoztatja, arra a következtetésre kényszerít, hogy az élet eredete is ennek a folyamatnak műve. Ez a folyamat kivétel nélkül fokozatos, és nem ugrásszerű. Ha tehát átvisszük az élő anyag evolúciójára azt, a mit az anyag evolúciójának tanulmányozása közben általánosságban tanultunk, arra a következtetésre kell jutnunk, hogy egyrészt az élettelen anyag természetes, vagy természetfölötti erők hatására nem változott át hirtelen élővé, hanem hogy az élettelen anyag fokozatosan alakult át oly anyaggá, mely egyesíti magában az élet néven összefoglalt tulajdonságokat, másrészt hogy az élő anyag fejlődése közben oly fokozatokon mehetett át, melyek az élő és élettelen anyag határán állanak. A helyett, hogy a szervetlen, vagy csak szervezetlen anyagnak szervessé, vagy szervezetté és a teljesen élettelen anyagnak teljesen élővé való ugrásszerű változását tennők föl, nem volna-e sokkal helyesebb, ha föltennők, hogy a szervetlen anyag szerves anyaggá való átváltozása közben fokozatosan keresztül ment azokon az egyre bonyolódottabb fokozatokon, a melyeknek eredményeként végül az élő anyag keletkezett? És a helyett, hogy léghíjasan zárt lombikban teljesen kifejlődött szervezetekre vadásznánk, nem kellene-e a meglévő anyagokat természetes feltételek között tüzetesen tanulmányoznunk, hogy átmeneteket keressünk az élő és a nem élő anyag közt?

Természetesen tudatában vagyok annak, hogy nehéz, sőt lehetetlen az élő anyagoknak most vázolt fejlődésére a Föld őstörténetéből bizonyítékokat szerezni. A föltevéses átmeneti anyag és az eredetileg belőle fejlődő élő anyag valószínűleg az élő anyag szétszórta, ultramikroszkópi részecskék<sup>1</sup> alakját vehette fel, miként azt MACALLUM kifejtette. Például a kezdőfokon csupán csak kolloidális-vizes nyálkából álló, összefüggő tömegek keletkezhetnek, melyeknek a geológiai formációkban semmiféle lenyomata nem maradhatott ránk. Évmiriádok telhettek el addig, míg mész- vagy kovatartalmú, kis bordás váz kezdett bennük fejlődni; csakis ettől az időtől kezdve hagyhatott hátra az „élet“ geológiai bizonyítékokat, jöllehet már régen megvolt. Ebből következik, hogy természetesen eredménytelennek kellett maradni minden olyan kísérletnek, melynek célja volt az élő anyag fejlődésének első kezdetét a Föld történetében kimutatni.

A probléma végérvényes megoldását reménytelennek kellene tartanunk, ha mereven ragaszkodnánk ahhoz a föltevéshez, hogy az élő anyag fejlődése csupán egy ízben, a múltban fordult elő. De hát jogos-e az a föltevésünk, hogy anyagok és körülmények véletlen és szerencsés összetalálkozása következtében csak egyszer fejlődött élő anyag élet-

<sup>1</sup> Valóban vannak élő szervezetek, melyek mikroszkóppal sem láthatók s vannak olyan csirák, melyek a CHAMBERLAND-féle szűrő likacskaín átmennek.

telenből? Van-e rá alapos okunk, hogy Földünk régebbi időszakát az „élet“ keletkezésére a mainál kedvezőbbnek tartjuk? Én hiába kutattam ilyen ok után. Ha pedig ilyen okot egyáltalában nem találunk, akkor arra a következtetésre kell jutnunk, hogy annak a folyamatnak, melynek eredményeként élettelenből élő anyag keletkezett, többször ismétlődött, s még abban sem lehetünk biztosak, hogy nem fordul-e ma is elő észrevétlenül?

Igaz, hogy a mai napig senki sem észlelt ilyen folyamatot. De nem igaz-e másrészt az is, hogy eddig még nem alkalmazták a kutatásnak azt a nemét, melynek segítségével erre a kérdésre biztossággal meg tudnánk felelni? Teljesen biztosan állíthatjuk, hogy az az élet, mely élettelen anyag életrekelése útján létesülne, szükségképpen az eddig ismert élő lényeknél sokkal egyszerűbb lenne. Az élet szikrájának első föllobbanása oly anyag tulajdonsága lenne, melyről, ha egyáltalában észre tudnók venni, nem tudnók biztosan megállapítani, hogy élőknek, vagy élettelennek nevezzük. Nem lehetetlen, hogy még akkor sem bírnók meglátni, ha létezéséről meg lennénk győződve.<sup>1</sup> Ámde lelki szemünkkel végig pillant-hatjuk és képzelőtehetségünkkel figyelemmel kísérhetjük azt az átváltozást, melyen az élettelen anyag keresztül esett s talán még most is keresztül megy, hogy élő anyagot létesíthessen.

A származástan alapelvei közt egyetlenegy sincs jobban megokolva, mint az, melynek fölismerését SIR CHARLES LYELL-nek köszönhetjük. LYELL, kit HUXLEY joggal nevezett „kora legnagyobb geológusának“, azt mondja, hogy Földünknek régebbi történetét a mai kor jelenségeivel kell magyaráznunk; a múltban történtek magyarázatát a jelen kor eseményeiben kell keresnünk. Nem szabad elfelejtenünk, hogy az, a mi egyszer megtörténhetett, hasonló körülmények közt valószínűleg ismét megtörténhetik. A fejlődés folyamata feltartóztatlanul mindenütt végbe-megy. A Föld szerves anyag folytonos átalakulásnak van alávetve. Folytonosan új vegyületek keletkeznek és régiek felbomlanak; új elemek kerülnek felszínre és régiek eltűnnek. Miért lenne tehát épp az élő anyag keletkezése a szerves anyagra érvényes törvényektől különböző más törvényeknek alávetve? Miért ne történhetné meg az ismét, mi egyszer már megtörtént? Ha az élő anyag valamikor élettelenből fejlődött, akkor jogosan következtethetünk arra, hogy az a jelenben és a

<sup>1</sup> Az ősnemzést csak úgy lehetne szemléletesen bemutatni, ha a szerves anyag bonyolódott formái és a szerves anyag legegyszerűbb alakjainak keletkezése közti hosszú időt ki tudnók egészíteni. De még akkor is lehetséges volna, hogy nem tudnók megmondani (főleg ha az élet bizonytalan meghatározásaira gondolunk), hol kezdődik és hol végződik az élet. PEARSON K., Grammar of Science, II. kiadás, 1900, 350. lap.

jövőben is lehetséges. Ez a következtetés nemcsak jogos, hanem egyúttal szükségszerű is. Ámde az, hogy hol és mikor változott az élettelen anyag élővé, hogy hol és mikor megy ez a folyamat talán ma is végbe: oly probléma, melynek megoldása éppen olyan nehéz, mint érdekes, de nincs okunk fölteni, hogy megoldhatatlan.

Mint hogy az élő anyagnak legnagyobb része víz és mint hogy azok az első élő szervezetek, a melyeknek maradványai a legrégebb korú rétegekben ránk maradtak, vízben éltek, általában azt tartják, hogy az élet a világtenger mélyében kezdődött. Ámde biztos-e, hogy ez a föltevés helyes? Nem keletkezhetett-e az élet Földünk felszínén? A talajban végbemehet majdnem minden chemiai változás; a nedvességi ingadozásoknak, a világhosságnak és a hőmérsékleti és elektromos hatásoknak a talaj sokkal nagyobb mértékben van kitéve, mint a tengervízben oldott anyag; tehát csupa olyan hatás éri a Föld talaját, a mely chemiai változásokat indít meg. De az élet akár a tenger fenekén keletkezett egyszerű nyálkás anyag alakjában, akár a szárazföld felületén, a geológusnak mindkét esetben nincs módjában az élet kezdetét meghatározni, sőt még ha ma is ugyanúgy keletkeznék az élet, még akkor sem, még mikroszkóppal sem lehetne fejlődését megfigyelni. Ezért az élettelen anyagnak átváltozását élővé, közvetlenül magában a természetben alig sikerül kimutatni, sőt ez még akkor sem lenne lehetséges, ha e folyamat szemünk előtt menne végbe.

Annak, hogy az élő anyag élettelenből egyszerűen többször keletkezett, jogosult ellenérve az, hogy ha ez így lett volna, akkor a geológia egynél több paleontológiai sorozatot mutathatna föl. Ez az ellenvetés föltételezi, hogy a fejlődés mindig teljesen ugyanazon az úton halad és mindig ugyanazon cél felé törekszik, ez a föltevés azonban legalább is valószínűtlen. Ha az ismerten kívül valami más paleontológiai sorozatban az élők fejlődési folyamata nem haladna túl a protistákon, mi pedig könnyen lehetséges, akkor ezt geológiailag nem tudnók bizonyítani. Ezt csak oly vizsgálatokkal tudnók bizonyítani, melyeknél különösen szem előtt tartanók ezt a lehetőséget.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LANKESTER véleménye szerint az első protoplazma azzal az anyaggal táplálkozott, mely a protoplazmát törzsfejlődésileg megelőzte („Protozoa“, Encycl. Brit. X. kiadás). ALLEN F. J. szerint folyton keletkezik élő anyag, a nélkül, hogy az eredmény látható lenne, mert az anyagot más szervezetek ragadják meg és asszimilálják (Brit. Assoc. Reports, 1896). Ő azt hiszi: „hogy az élet első eredetének megmagyarázása céljából nem szükséges PFLÜGER-nek azt a föltevését elfogadni, mely szerint Földünk valamikor izzó tűzgömb volt“. Sokkal helyesebbnek tartja azt a föltevést, hogy azok a körülmények, melyek az életet fenntartják, eredetét is előmozdítják. Más helyen a következőket mondja: „Az élet nem rendkívüli jelenség, még csak más égitestről sem származott, hanem inkább a Földünkön uralkodó körülmények eredménye“.

Éppenséggel nem szeretném kisebbiteni azokat a nehézségeket, melyek abban a felfogásban rejlenek, hogy az élet fejlődése egyszerűen többször történt meg, vagy történik még ma is, de viszont azt sem hallgathatom el, hogy az élet egyszeri keletkezése ellen felhozott érvek is éppen oly nyomósak. Mert ha eredetileg az élő anyag többszöri keletkezésének lehetőségét tartották volna lehetségesnek, erősen kételkedem abban, hogy akkor a biológusoknál gyökeret verhetett volna az az elmélet, mely szerint az élet Földünkön egyetlenegyszer véletlenül keletkezett.

*Az élet további fejlődése.* Ha tekintet nélkül arra, hogy az élet Földünkön egyszer, vagy többször fejlődött, föltesszük, hogy az élő anyag fejlődése az előadott módon történt, vagyis ha föltesszük, hogy az élő anyag oly kolloidális nyálka alakjában jelent meg, mely asszimilálni és növekedni is tudott, akkor ennek természetes következménye volt a szaporodás. Mert minden ilyenféle anyag, legyen az folyékony, vagy félig folyékony, mihelyt a kellő nagyságot eléri, osztódik. Az osztódás egyenlő, vagy majdnem egyenlő részeket eredményezhetett, de a bimbózás alakját is magára ölhette. Mindkét esetben, mindegyik résznek chemiai és fizikai tekintetben egyaránt hasonlítania kellett az eredeti anyaghoz, vagyis szintén meg volt az a tulajdonsága, hogy folyékony környezetéből alkalmas anyagokat vehetett föl, azokat asszimilálhatta, növekedhetett és osztódással magához hasonlót hozhatott létre. Omne vivum e vivo. Ha pedig egyszer élő anyag már létrejött, akkor a most vázolt módon az élet kezdetleges alakja szükségképpen tovább terjedt és lassanként Földünket benépesíteni törekedett. És ha az élet egyszer gyökeret vert, akkor a további életformák elkerülhetetlen fejlődési törvények hatásának eredményeiként szükségképpen következtek. Az első lépésen mulik minden.

Elképzelhetjük, miként különült el a kezdetleges élő anyagban az a rész, a mely több foszfort tartalmazott s miként vált ilyenformán a kezdetleges élő anyag a ma ismert szervezetek protoplazmájához hasonlóvá. Ennek a foszforban gazdagabb résznek miriádnyi nemzedéken keresztül nem kellett szükségképpen a végleges sejtmag alakját magára öltenie, összetétele és tulajdonságai azonban a sejtmaghoz egyre hasonlóbbá válhattak. Ezen tulajdonságok közt legfigyelemreméltóbb a katalizáló képesség, vagyis az a képesség, hogy más anyagokban mélyreható chemiai változásokat idézhet elő, a nélkül, hogy önmaga megváltoznék. Ezt a katalitikus működést vagy közvetlenül az élő anyag, vagy a már említett, általa termelt enzimek fejtik ki; ezek az enzimek szintén kolloidális természetűek, de az élő anyagnál egyszerűbb összetételűek; abban különböznek a chemikus használat katalitikus hatású anyagoktól, hogy már aránylag alacsony hőfokon hatékonyak. A fejlődés folyamán sokféle, különleges cél szolgáltatásban álló enzim keletkezett, melyeknek kifej-



lesztésével a szervezet különös életviszonyokhoz igyekezett alkalmazkodni. Ezeknek megjelenésével és más változásokkal karöltve, lassanként fokozatos differenciálódási folyamat indult meg, melynek eredményeképpen a kezdetleges élő anyagból fokozatosan határozott, specifikus jellemvonású egyedek fejlődtek. Körülbelül ilyenformán keletkezettek az eredetileg differenciálatlan élő anyagból a legegyszerűbb szervezetű lények, a milyenek pl. a legalsóbbrendű véglények. Azt azonban, hogy mennyi időbe került ennek a foknak elérése, nem tudjuk meghatározni. Ha azt az időszakot tekintjük, mely a magasabbrendű szervezetek fejlődéséhez volt szükséges, bizvást föltehetjük, hogy ennek a nagyon egyszerű szervezettségi foknak eléréséhez is mérhetetlen idő kellett.

*A sejtmag keletkezése.* A fejlődés folyamatának következő fontos szaka a finoman szétosztott, vagy szabálytalan csomócskákban egyesült sejtmagállománynak különválásában és minden oldalról szorosan körülhatárolt sejtmaggá való formálódásában rejlett, melynek eredményeképpen a sejtmag később fokozatosan a szervezet összes kémiai folyamatainak központjává fejlődött.

Akár lassú, fokozatos elkülönülődéssel, akár, miként az a természetben alkalomadtán előfordul, ugrásszerűen, hirtelenül történt ez a változás, az élő szervezet mindkét esetben a tökéletes, magtartalmú sejt állapota felé haladt, a mi tökéletesedést jelentett nemcsak a szervezettségben, hanem, a mi még fontosabb, a további fejlődésre való képességben is. Az élet most már a sejtből testesült meg s minden belőle fejlődő élőlény fejlődésének kezdetén ismét a sejt, vagy sejthalmaz állapotot ismétli meg. Ezt fejezi ki az a régi latin mondás: *Omnis cellula e cellula*, vagyis minden sejt sejtből fejlődik!

*A nemek elkülönülődése.* A sejtmag kifejlődése után hovatovább egy másik jelenség bontakozik ki: a különböző sejtek sejtmagjának anyaga keverődik, vagyis megkezdődik az ivaros szaporodás. Egysejtű szervezeteknél ez a keverődés, bármely két egynemű sejt közt végbemehet, a soksejtűeknél ez a folyamat a többi működésekhez hasonlóan csak bizonyos sejtekre szorítkozik. Ennek a keverődésnek eredménye a megifjodás s ezzel együtt jár a fokozottabb mértékű újabb osztódás és az új egyedek nemzésének tehetsége. Ezt a hatást LOEB kísérletei alapján a megifjodó sejtbe hatoló izgató, vagy katalitikus kémiai tényezőnek kell tulajdonítani. Bizonyos, hogy azokkal a kémiai folyamatokkal karöltve, melyek a megtermékenyítés folyamán a hímcsirasejtnak a petébe való<sup>r</sup> hatolásakor végbemennek, morfológiai folyamatok is kapcsolatosak. Utóbbi folyamatoknak veleje az, hogy a megtermékenyítéskor bizonyos sejtmagalkotórészek hatolnak be a petébe, melyek a petében már meglévő, ugyanolyan természetű részekkel keverednek. Fölteszik, hogy

a szülők sejtmagjaiból származó alaki elemek közvetítik az utódokra a szülők jellemvonásait. Nem szabad azonban szem elől téveszteni azt a lehetőséget, hogy az ilyen módon átszármasztott tulajdonságok a termékenyítéskor átvitt elemek valami specifikus kémiai tulajdonságán is alapulhatnak, más szóval, hogy az öröklés is egyike azoknak a rejtélyeknek, melyeknek megoldását a kémikustól kell várunk.

*Élet a sejtek egyesülésében.* Eddig az életet főleg abban a formájában vizsgáltuk, miként az az élő anyag legegyszerűbb alakjaiban nyilvánul, vagyis azokban a szervezetekben, a melyek legnagyobb részét csak mikroszkóppal láthatók s állati, vagy növényi voltak határozottan meg nem állapítható, melyeket éppen ezért a növény- és állatvilág határán álló külön csoportba, a Protistákhoz sorolnak. Ámde azok az emberek, kik nem szokták a mikroszkópot használni, az élet fogalmát nem kötik mikroszkópi szervezetekhez. A legtöbb ember úgy beszél és gondolkodik az életről, mint a hogy az bennünk és az általunk ismert állatokon nyilvánul és a hogy azt a környezetünkben levő növényeken is látjuk. Az életet bizonyos sajátosságairól ismerjük meg. Ilyenek: a mozgás, a táplálkozás, a növekedés és a szaporodás. Közvetlenül szemlélettel, mikroszkóp nélkül nem vehetjük észre, hogy testünk, s minden magasabbrendű lény, legyen az állat vagy növény, csak mikroszkóppal látható kis, magtartalmú, sejtekből áll, melyek mindegyikének önálló élete van. Hasonlóképpen épp oly kevésbé bírjuk közvetlenül észrevenni, hogy az, a mit életünknek nevezünk, nem egységes, osztatlan valami, mit, mint a gyertyavilágot, egy fuvással el lehet oltani, hanem, hogy az, a mit „életnek“ nevezünk, a testet összetevő sok millió élő sejtben végbemenő életjelenségek összessége. Nem is olyan nagyon régen fedezték föl, hogy szervezetünk sejtekből épül fel; ez a fölfedezés, a mi korunkban történt, és van még köztünk olyan, ki még emlékszik SCHLEIDEN-re és SCHWANN-ra, a növényi és állati sejtek fölfedezőjére. Mily csodálatosan nagyot haladtunk azóta az élő szervezetek megértésének útján! A XIX. századot rendszeren a mechanikai tudományok századának szokták tekinteni, pedig a mechanikai tudományok terén elért haladás nem mérkőzhetik a biológia terén tett fölfedezésekkel, s jelentőségük is sokkal csekélyebb, mint azoké a tényeké, melyekhez az életjelenségek tanulmányozása által jutottunk ebben a században. A biológiai fölfedezéseknek egyik legfigyelemreméltóbbja pedig az állatok és növények sejt szerkezetének fölismerése.

*A sejtársaságok fejlődése.* Figyeljük meg, hogy fejlődtek az egysejtű szervezetekből a sejtársaságok. Fejlődésüknek kétféle módja lehetséges: 1. több, eredetileg egymástól elválasztott egyed egymáshoz tapad; 2. egy egyed osztódik a nélkül, hogy a keletkezett részek egymásról

leválnának. Kétségtelen, hogy a sejttársaságok eredetileg az utóbbi módon keletkeztek, mert még most is így keletkeznek s tudjuk, hogy az egyed életének története az egész faj történetének ismétlődése. Az ilyen sejttársaságok eleinte tömörek voltak, a sejtek szorosan összefüggtek egymással, köztük köztük nem voltak; később a sejthalmaz belsejében rés, vagy üreg támadt, s a sejthalmaz belül üres gömbfelületté formálódott. A sejtcsoport sejtjei eleinte alakra és működésre egyaránt teljesen egyenlők voltak. A munkamegosztás elve még nem érvényesült köztük. Valamennyien résztvettek a helyváltoztatás munkájában, valamennyien feleltek külső ingerekre, valamennyien táplálékot vettek fel, azt megemésztették és a megemésztett anyagot a közös éléskamrába, a gömb belső üregébe szállították. Ilyen szervezeteket még most is találhatunk a legalacsonyabbrendű soksejtű állatok körében. Később a belül üres gömb egyik részében serlegalakú mélyedés keletkezett. Ezzel az alakváltozással kapcsolatosan működésbeli különbség fejlődött ki a gömböt kívülről borító és a serlegalakú betüremlést bélelő sejtek között. A külső sejtek a helyváltoztatás feladatát teljesítették s kémiai és fizikai ingereket fogtak fel, melyeket sejtről sejtre tovább adtak; viszont a belső sejtek, melyek a most említett munkáktól megszabadultak, különösképpen alkalmasak lettek arra, hogy a táplálékot felvegyék, megemésszék és a megemésztett táplálékot azután az összes sejtek táplálékraktárául szolgáló behorpasztott gömb üregébe juttassák. A fejlődés további folyamán a testüreg alakja, mely eredetileg egyszerű betüremlés által keletkezett, sokféleképpen és bonyolódott módon változott meg. Egyes sejttársaságok helyhez kötött életre szoktak és külsőleg s bizonyos fokig életmódjukban is a növényekhez lettek hasonlóvá. Ilyen bonyolódott alakú, de egyszerű alkotású szervezetek a szivacsok. Különböző részeik nem állanak, mint a magasabbrendű soksejtű állatoknál, egymással szoros kapcsolatban; bármely és bármilyen nagy rész elpusztítása nem vonja maga után a visszamaradó rész halálát, sem rögtön, sem később. Minden rész külön-külön, önállóan működik, bár összeköttetésükkel kétségkívül használnak egymásnak, ha mással nem, hát azzal, hogy a megemésztett táplálék az egész sejttársaságon lassan keresztül diffundál. Ezeknél a szervezeteknél már bizonyos fokú differenciálódást találunk, de minthogy idegrendszerük még nincs, az összműködés még tökéletlen. A testet alkotó egyes sejtek nagyon függetlenek egymástól.

A mi életünk éppen úgy, mint az összes magasabbrendű állatoké, sejtek egyesüléséből fakadó élet, vagyis az egész élet az egyes sejtek életének eredője. Ha néhány sejt élete véget ér, a többi tovább élhet. Ez életünk minden percében valóban megtörténik. A testünk külsejét fedő sejtek, nevezetesen azok a sejtek, a melyek bőrünk külső hámját, a hajunkat

és a körmünket alkotják, folytonosan elhálnak; ezek az elhalt sejtek lehámlanak, vagy levágjuk őket s helyüket az alsóbb rétegből új sejtek foglalják el, de a testnek, mint egésznek életére ezeknek a sejteknek elhalása teljesen közömbös. Csak védelemre szolgálnak, vagy pedig diszitó feladatuk van, de létünkhöz nem szükségesek. Ellenben, ha bizonyos másfajtajú sejtek, pl. a lélekezést szabályozó idegsejtek sérülnek meg, vagy elpusztulnak, akkor egy-két perc alatt megáll az egész élő gépezet, úgy hogy az avatatlanok szemében az illető halott s még az orvos is az élet megszűntét jelenti ki. Pedig ez a megállapítás csak bizonyos értelemben helyes. Mi következett be? Lélekezés nélkül nem pótlódik a szövetekben elhasznált oxigén s minthogy oxigén hiányában megszűnnek az életjelenségek, a szervezet halottnak látszik. Ha azonban rövid időn belül a hiányzó oxigént pótolják, az élet ismét visszatér a látszólagos halottba.

Az „általános halál“ perczében csak néhány sejt szűnik meg élni. A test sok sejtje hosszú időn át megtartja egyéni életét, miután a test többi része már meghalt. Különösen az izomsejtek tűnnek ki ezen tulajdonságukkal. MAC WILLIAM kimutatta, hogy a vérerek izomsejtjein még néhány nappal az állat halála után is észlelni lehet az élet jeleit. Emlősöknél a szív izomsejtjeit több órával a látszólagos halál után életre keltették, úgy hogy a szív szabályosan és erősen lüktetni kezdett. Emberi hullákból vett, megállt szíveket KULIABKO tanár Tomskban azzal a fogással, hogy rajtuk friss vért vezetett át, még 18 órával a halál után is lüktetésre bírt; ez a kísérlet állatoknál még a halál után néhány nappal is sikerült. WALLER kimutatta, hogy különböző szöveteken az általános halál után órák, sőt napok múlva is életjelenségek észlelhetők. SCHERRINGTON a vérerekből kivett és alkalmas tápláló folyadékba tett fehérsejtek életműködését hetekig figyelte meg. JOLLY francia biológus tapasztalatai szerint a béka vérsejtjein, ha azokat hűvös helyen és kedvező feltételek között tartjuk, még egy év múlva is észlelni lehet a rendes életjelenségeket. CARREL és BURROWS vizsgálataiból tudjuk, hogy bizonyos szövetekből és szervekből kivágott sejteknek működése és növekedése alkalmas tenyésztő folyadékban nagyon hosszú ideig háborítatlanul megtartható. CARREL-nek sikerült holt állatból egész szerveket kivágni és más, ugyanolyan fajhoz tartozó állatba átültetni, ezzel a sebészeti tevékenységnek oly teret nyitott, melynek határai ma még nem állapíthatók meg. Sokszorosan megerősített tapasztalat, hogy a test minden része a többitől elválasztva, órákon át életben tartható, ha szérumot vagy alkalmas töménységű és oxigéntartalmú sóoldatot áramoltatunk rajta keresztül. A kivágott szerveknek új életre keltése és életmeghosszabbítása gyakori eljárás az élettani laboratóriumokban. Az előbb felemlített példákhoz hasonlóan a kivágott szervek életrekeltésének lehetősége is azon

a tapasztalaton alapszik, hogy minden szerv egyes sejtjeinek önálló, független élete van, úgy hogy alkalmas körülmények között életüket folytathatják akkor is, ha a test többi része, melyhez tartoztak, meg is halt.

Egyes sejtek és a belőlük felépített szervek a hozzájuk kötött különleges működések miatt a többiekénél fontosabbak az egész szervezet életére. Ez különösen a lélekzést szabályozó középponti idegrendszerészlet idegsejtjeire érvényes, mert ezek a sejtek szabályozzák azokat a mozgásokat, a melyeknek eredményeként a vér kellő mennyiségű oxigénhez juthat. Ugyanez érvényes a szív lüktetését szabályozó sejtekre is, mert ezeknek működése segítségével juthatnak a test összes sejtjei oxigéntartalmú vérhez. A vérszállítás megszűnésekor a legtöbb sejt nemsokára megszűnik élni, ezért szokás az élet jelenlétének megállapítása céljából a szívet és a lélekzést megvizsgálni; ha a lélekzés kimarad és a szív nem dobog, tudhatjuk, hogy az életet már nem lehet megtartani. Bár a szív meg a tüdő nem az egyedüli szervek, melyek az élet fönntartásához szükségesek, mégis a többi szervek működésének hiányát tovább lehet kibírni, mert bár működésük hasznos, sőt fontos lehet a szervezetre, de egy ideig nélkülözhető. Bizonyos sejtek élete tehát többé, másoké ismét kevésbé fontos az egész szervezet életére. Sőt vannak bizonyos szervek, melyek a fejlődés folyamán elvesztették régebbi jelentőségüket s melyeknek megmaradása még káros is lehet. WIEDERSHEIM száznál több ily szervet mutatott ki az emberi testben. A természet kétségkívül el akarja csőkevényesíteni őket s utódaink egy nap féregnyúlvány és garatmandula nélkül fognak születni. Addig is eltávolításukra a sebészet segítségéhez kell folyamodnunk.

*Az élet fönntartása a magasabbrendű állatok sejtársaságában. Szabályozó folyamatok.* Láttuk, hogy a legegyszerűbb többsejtű szervezeteknél, melyeknél az egyes sejtek csak kevésbé különböznek egymástól, az egész szervezet életbentartásának feltételei éppen oly egyszerűek, mint az egyes sejtékéi. Az oly sejtcsoport életét azonban, mint a melyet a magasabbrendű állatok testében találunk, nemcsak az egyes sejt kedvező életfeltételei tartják életben, hanem a különböző sejtműködések pontos összműködése is. Míg a legalsóbbrendű soksejtű állatoknál a test valamennyi sejtje alak és működés dolgában egyaránt hasonlít egymáshoz s valamennyien működésüket egyöntetűen végzik, addig a magasabbrendű állatoknál (s a magasabbrendű növényeknél is) a sejtek különleges működést vállaltak, úgy hogy minden sejt csak egy bizonyos határozott működésre alkalmas. Így a gyomormirigyek csak a gyomor-*nedv* elválasztására vannak berendezve, a bélbolyhok sejtjei csakis arra alkalmasak, hogy a megemésztett anyagokat a bélből felszívják, a vesék sejtjeinek az a rendeltetése, hogy a vérből eltávolítsák a bomlástermékeket és a fölösleges vizet, a szív sejtjei viszont csak arra valók, hogy

a vért a vérereken keresztül hajtják. E sejteknek mindegyike különálló életet él s különös munkát végez. Ha azonban nem volna bizonyos fokú összműködés és az egyes részek nem volnának az egésznek alárendelve, akkor néha pl. túlsok, néha túlkeves gyomornedvet termelnének a mirigyek, néha a béltartalom túl lassan, máskor túl gyorsan szívódnék föl, a vér néha túl gyorsan, néha meg kelletténél lassabban keringene az ütőerekben, s így volna ez mindenben. A részek összműködése nélkül az élet nem volna rendes lefolyású s végül már nem is lehetne fönntartani.

Már ismertettem azokat a föltételeket, melyek a különálló sejt életének fönntartására kedvezők, bárhol tartózkodják is az a sejt. A legelső föltétel az, hogy a sejtet alkalmas, állandó összetételű tápláló folyadék vegye körül. A magasabbrendű állatoknál nyirok (lympa) ez a folyadék, mely a szövetelemeket körülveszi és melyet a vér állandóan friss táplálékkal és oxigénnel lát el. Néhány szövetsejtet egyenesen a vér vesz körül s a gerincztelen állatoknál, melyeknek nincs nyirokrendszerük, minden szövet ilyen módon táplálkozik. Csakhogy nem az összes sejtek veszik föl a vérből ugyanazokat az anyagokat és nem az összes sejtek adnak át a vérnek egyforma anyagokat, sőt a fölvett és kiválasztott anyagok mennyisége sem ugyanaz minden sejtben. A bélbolyhok felszívó sejtjei például majdnem kizárólag csak adnak, mások, mint a vesecsatornácskák sejtjei, majdnem kizárólag csak vesznek anyagot. Az adásnak és vételnek az egész testben csak az a célja, hogy a vér összetétele minden körülmények közt változatlan maradjon. Így teljesül az egész életének első föltétele: az egész életösszetevő, egyes sejtek fönntartása.

A sejtársaság életbentartásának második lényeges föltétele egyes részeinek egybekapcsolódásában és tevékenységük alkalmas szabályozásában rejlik, hogy az egész érdekében együttműködhessenek. Az állati szervezet ezt a célt kétféle úton éri el: először az idegrendszer, másodsor különleges kémiai anyagok hatásának segítségével, melyek bizonyos szervekben keletkeznek s a vérrel a test többi részébe jutnak, hol a sejteket működésre serkentik. Ezeket az anyagokat STARLING tanár indítványára ma általában „hormon“ névvel jelölik. Hatásukat, sőt pusztalétezésüket is csak az utóbbi években ismerték föl, jóllehet az élettanban fontosság dolgában csak az idegrendszer működése mulja fölül őket, mert bizonyos hormonok hiánya még az élet fönntartását is lehetetlenné teszi.

Mielőtt azzal foglalkoznám, miképpen bírja az idegrendszer a sejtársaság életét szabályozni, előbb fejlődését vázolólok.

*Az idegrendszer szerepe a sejtársaság életének fönntartásában. Az idegrendszer fejlődése.* A fejlődés első foka arra az időre esik, a mikor a sejthalmaz külső rétegének bizonyos sejtjei a kívülről jövő

ingerekre, nevezetesen mechanikai ingerekre (tapintási és hallási ingerekre), a világosság és sötétség hatására (látási inger), továbbá chemiai ingerekre különösen érzékenyek lettek. Az ilyen benyomások hatása eleinte valószínűleg csak a szomszédos sejtekre terjedt át s azután sejtről-sejtre haladva, az egészre is hatott. Az már h a l a d á s volt, mikor a külső hatások iránt érzékenyebb sejtek elágazó nyúlványokat bocsátottak a szervezet többi sejtjei felé. Ezek a nyúlványok nagyobb gyorsasággal, s kerülő nélkül közvetítették az ingerek hatását. A nyúlványok valószínűleg először visszahúzhatók lehettek s a gyökérlábú véglények (Rhizopoda) állabaihoz hasonlíthattak. Mikor mozgékonyóságukat elvesztették, idegrost-féle képződmény, az idegrendszer kezdete lett belőlük. Most is úgy kezdődik minden idegrost fejlődése, hogy véglények állabára emlékeztető, először visszavonható sejtnyúlvány keletkezik, (miként azt HARRISON ROSS kimutatta), lassankint ez a nyúlvány későbbi rendeltetési helye irányában nő s azután elveszíti mozgékonyágát.

A fejlődés további folyamán ezen különleges sejteknek egy része, talán védelem, vagy talán jobb táplálkozás biztosíthatása céljából a külső rétegből a felszín alá süllyedt s i d e g s e j t t é vált. Az így keletkezett idegsejtek azonban a felszínnel összeköttetésben maradtak egy nyúlvánnyal, melyből vezető vagy érző idegrost keletkezett; minthogy ezek a nyúlványok a közös felszín sejtjei közt végződtek, a külső ingerek hatásainak továbbra is ki voltak téve. A felfogott benyomásokat azonban másfajtajú elvezető nyúlványaikkal más, távolabb fekvő sejtekkel is közölhették. A fejlődés további folyamán az idegrendszer a középponti részekhez vezető (*centripetális*), az izgalmat a munkakészülékbe (pl. izomba, mirigybe stb.) szállító (*centrifugális*) és az idegrendszer egyes részei között összeköttetést létesítő (*asszociációs*) pályákra differenciálódott. Mihelyt az ilyen, bármily egyszerű idegrendszer kifejlődött, természetesen hatása alá került szükségképpen az egész szervezet, mert mechanizmusának segítségével az egyes sejtek munkája az egész javára sokkal hatásosabban kapcsolódhatott egybe.

Az idegrendszer fejlődése, bár nem folyt le minden állatosztálynál egyformán, a leglényegesebb mozzanat a soksejtű állatok fejlődésében. Mindazok a benyomások, a melyek a szervezetet kívülről érik, most már izomösszehúzódást, vagy pedig a sejteknek más fajtajú tevékenységét indítják meg. Az idegrendszer kifejlődése egyúttal az állat- s a növényvilág közötti alapvető különbözőséghez vezetett; a növényvilágnál ugyanis az idegrendszernek nyoma sincs meg. Bár a növények külső hatásokat megéreznek, s ezek a hatások mélyreható változásokat, sőt az ingerelt résztől távoleső helyeken aránylag gyors és erélyes mozgásokat idéznek elő (gondoljunk a mimózára), mégis a külső ingerek keltette hatások sejtről

sejtre és nem idegrostok segítségével terjednek tovább. Minthogy a növényeknél hiányzik minden olyan fajta képződmény, mely akár távolról is emlékeztetne az idegrendszerre, nem lehet még gondolni sem arra, hogy akármilyen növény valaha az értelemnek csak gyöngé árnyát is mutassa. Az állatoknál ellenben bizonyos sejteknek eredetileg jelentéktelen megváltozásából kiindulólólag a fejlődés folyamán szövetes szerkezetű és bonyolódott működésű idegrendszer fejlődött ki, mely tetőpontját a változatos és bonyolódott szellemi életet élő embernél érte el. „Mily mestermű az ember! Értelme alapján mily nemes, tehetségei mily határtalanok! Tekintetében és mozdulataiban mily kifejező és bámulatos.“ Ha azonban szellemi tehetségei büszkévé tennék, emlékezzék vissza arra, hogy mindezt oly ősenek köszönheti, kinél néhány sejt valamivel érzékenyebb volt külső hatások iránt. Míg ezek a sejtek egyrészt közelebbi vonatkozásba kerültek a külvilággal, addig másrészt fokozatosan uralkodó helyzetbe kerültek a többi sejttel szemben azáltal, hogy működésük azokon a szűk határokon túlterjedt, melyek a szomszéd sejteknek továbbra is határt szabtak. Ezek az uralkodó sejtek idegsejtek lettek s ilyen minőségükben most már nemcsak benyomásokat közvetítettek a szervezet egyik részéről a másikig, hanem idők folyamán hovatovább az észreévés és tudatos érzés, az eszmeképzés és eszmetársítás, az emlékezet, az akarat és a szellem minden nyilvánulásának székhelyévé váltak.

*A mozgások szabályozása az idegrendszer segítségével. Az akarattól függő mozgások.* Az idegrendszer az életjelenségekben legfeltünőbbben azzal vesz részt, hogy az úgynevezett akaratlagos izmok segítségével a test mozgását előidézi és a mozgásokat szabályozza. Ezek a mozgások a valóságban oly ingereknek eredményei, melyeket a környéki részén levő érző idegek, azaz a bőrben, vagy a különböző szervekben elrejtett érzékszervek fognak fel. Nem szükséges, hogy az ingerek hatásai azonnal nyilvánuljanak az idegrendszer bizonyos sejtjeiben, bizonytalan időkig raktározódhatnak is. Az ingerekkeltette mozgások szabályozása nagyon bonyolult folyamat. A mozgások akár rögtön bekövetkeznek a külvilág ingereinek hatására, vagy csak bizonyos idő után, akár tudatos érzésen alapulnak, vagy csak reflektorikusak, önkéntelenek, a koordináció folyamata mindig nagyon bonyolódott, mert a koordináció nemcsak bizonyos izmok összehúzóadásának az indító okát, hanem más izmok összehúzóadásának meggátlását is magában foglalja.

*Akarattól független mozgások.* Az idegrendszernek nem oly szemellátható, de azért nem kevésbé fontos működése az akarattól független izmok mozgásának szabályozása. Rendes körülmények közt ezek a mozgások mindig függetlenek az akarattól, de szabályozásuk körülbelül úgy történik, mint az akarattól függő izmok működésének



szabályozása, nevezetesen ezeknek működése is a környéken felvett benyomások hatásának eredménye. Ezeket a benyomásokat vezető idegrostok juttatják a középponti idegrendszerbe, innen pedig az izgalom más pályákra kerül s legtöbbször az együttérző idegrendszer idegeinek közreműködésével, az akarattól független izmok összehúzódását, vagy megernyedését okozza. Sok akarattól független izomnak a középponti idegrendszertől teljesen függetlenül, folytonos, ritmusos összehúzódásra van természetes hajlama. Ebben az esetben a középponti idegrendszerből kiinduló ingerek hatása csupán az összehúzódások gyorsítására vagy gyengítésére szorítkozik.

Az ilyen gyorsító és gátló kettős hatásnak példáját a szíven lehet megfigyelni. Bár a szív, a középponti idegrendszertől elválasztva, még szabályosan és ritmusosan lüktet, sőt ez még akkor is bekövetkezik, ha a testből eltávolították, rendes körülmények közt mégis az együttérző idegrendszer ingerli nagyobb működésre, ellenben működésére a tizedik idegig: a bolygó ideg (nervus vagus) gátlóan hat.

*A kedélyizgalmak hatása.* Abból a könnyűségből, melylyel ezeknek az idegeknek izgalma a szív működését módosítja, magyarázható meg, hogy a kedélyizgalmaknak nevezett idegviharoknál, melyek idegrendszerbeli izgalmi folyamatoknak nagyfokú kiváltását okozzák, miért jut a szívnek is oly nagy szerepe. Innen magyarázható, hogy a költők, sőt a mindennapi élet emberei is miért kapcsolják össze a szívet az érzélemvilággal.

A szívhez teljesen hasonlóan viselkednek az osztóereknek (arteria) akarattól független izmai is. Ha izmaik erősebben összehúzódnak, a véregek összeszűkülnek s kevesebb vért szállítanak, minek eredményeképpen mindazok a részek, a melyeket vérrel látnak el, elhalványodnak. Ha viszont az összehúzás megszűnik, a véregek kitérülnek s több vért szállítanak, minek következtében az általuk vérrel ellátott helyek kipirulnak. A kedélyizgalmak a vérekre éppen úgy hatnak, mint a szívre. Így pl. az „elpirulás“ tisztán élettani folyamat, mely az osztóerek izmainak csökkent működésén alapszik; a félelemmel együttjáró halványságot a véregek izmainak erősebb összehúzódnása okozza. Ezek mellett a szembeötlő hatások mellett még szüntelenül, bár kevésbé észrevehető, de nem kevésbé fontos folyamatok mennek végbe, melyek a szív- és az idegrendszerhez vezető idegrostok két csoportjának működése közt bizonyos egyensúlyi állapotot létesítenek. Ezeket a szerveket vagy az egyik, vagy a másik irányban minden reánk ható érzés befolyásolja, sőt még azok az öntudatlan benyomások is, melyek az álom, vagy narkózis alatt érik a szervezetet, vagy a melyek a különben érzéketlen belső szervektől indulnak ki.

*Az idegrendszer szabályozó hatása a mirigyelválasztásra.* Az idegek szabályozó tevékenységének másik példája a mirigyelválasztás szabályozása. Nem minden mirigyre hat közvetlenül az idegrendszer, de ott, ahol hatása érvényesül, az eredmények meglepők. Az idegbeli szabályozás alapján ugyanúgy megy végbe, mint az akarattól független izmoknál. Módosítja a mirigysejtek *chemiai* működését és az elválasztás *menyiségét*. Az idegrendszer szabályozó tevékenységével képes az elválasztást megindítani vagy megakasztani, fokozni vagy csökkenteni, s az izmokhoz hasonlóan ilyen módon biztosítja a szervezet egyrészt a mirigyek szabályszerű működését és másrészt azt, hogy a mirigyek működése a szervezet szükségleteihez alkalmazkodhatik.

Ilyen módon szabályozza a szervezet a legtöbb emésztő mirigy, továbbá a verejtékmirigyek működését. Az idegrendszernek a verejték mirigyekre kifejtett hatása azzal a tehetségével együtt, hogy a vérszállítást a bőrbe növelni vagy csökkenteni bírja, szabályozza a vér hőmérsékletét és oly fokon tartja, mely az élet fenntartására és a szövetek működésére legkedvezőbb.

*Kedélyizgalmak hatása az elválasztásra.* Az idegrendszer hatása a mirigyelválasztásra akkor tűnik elő legvilágosabban, ha a lelki izgalmak hatását vesszük szemügyre, melyek, miként láttuk, a szívre és a vérerekre is a legszembetűnőbben hatnak. Régi tapasztalat, hogy kedvelt ételek látásakor megindul a nyálelválasztás, miként mondani szokás: „folyik a nyálunk“. Viszont másfajta izgalmak, pl. félelem, vagy rettegés, megakasztja az elválasztást annyira, hogy a nyelvünk a szánk padlására tapad s „elakad a szavunk“. Száraz eledel nyelését is megnehezíti az ily izgalom. Ezt a jelenséget felhasználták a Keleten dívó „rizspróbánál“, melyet gonosztevők felismerésénél alkalmaznak.

*Chemiai anyagokkal való szabályozás: A hormonok. Belső elválasztás.* A testünket alkotó sejtek működésére, miként már említettük, az idegrendszeren kívül még *chemiai* anyagok (hormonok) is hatnak, melyek a vérben keringenek. Ez anyagoknak legnagyobb részét különleges mirigyek szervek, az úgynevezett *belső elválasztású mirigyek* termelik. A közönséges mirigyek váladékukat a bőr, vagy a nyálkahártyák felületére ömlesztik, ellenben a *belső elválasztás mirigyei* az általuk termelt anyagokat egyenesen a *vérbe* juttatják, ez által a hormonok azokhoz a távoli szervekhez jutnak, melyeknek szabályszerű működésére azok a hormonok lényeges jelentőségűek, vagy a melyeknek működésére serkentőleg hatnak. Az előbbi esetben a *belső elválasztás mirigyének* eltávolítása, vagy elpusztulása betegség következtében, végzetes lehet a szervezetre.

Ilyen mirigyek a *mellékvesék*, melyek a vesék mellett fekszenek, de velük nincsenek élettani összeköttetésben. A londoni Guy-kórház egyik

orvosa, ADDISON, a mult század közepén kimutatta, hogy a mellékvesék megbetegedése mindig halállal végződő súlyos betegséget okoz, melyet nevééről Addison-kórnak neveztek el. Röviddel ezen megfigyelés után egy francia fiziológus, BROWN-SÉQUARD fölfedezte, hogy azok az állatok, amelyeknek mellékveséit eltávolították, az operációt alig élték túl néhány nappal. A mult század utolsó évtizedeiben újra felébresztette az érdeklődést e szervek iránt az a fölfedezés, hogy a mellékvesék a vérbe állandóan olyan chemiai anyagot (hormont) szállítanak, mely a szív és az erek összehúzódását fokozza s azonkívül mindazokat a működéseket fokozza, amelyek az együttérző idegrendszerrel függenek (LANGLEY). Ezen alapszik a mellékvesék rendes működésének fontossága, ámbár szerepükre vonatkozólag még sok a tanulmányozni való.

*Pajzsmirigy.* Az életre, vagy legalább is az élet rendes folyamatainak megtartására fontos belső elválasztású mirigyeknek másik példája a pajzsmirigy. Biztosan megállapították, hogy a megbetegedett, vagy nem tökéletesen fejlődött pajzsmirigyvel táplálkozási zavarok és az idegrendszer csökkent izgékonyága jár karöltve. A hülyeségnek kretinizmus néven ismert alakját és a myxoedema névvel jelölt betegséget a pajzsmirigy hiányos működése okozza. Bizonyos fokig hasonló állapotokat teremt ennek a mirigynek eltávolítása is. A pajzsmirigy megbetegedésének tüneteit a pajzsmirigy váladékának bevétele enyhíti, vagy teljesen megszünteti. Viszont a pajzsmirigynek a rendesnél nagyobb elválasztása, pl. a pajzsmirigy megdagadása alkalmával, ideges izgalmat okoz. Hasonló tüneteket idéz elő a pajzsmirigy-készítményeknek túlságos fogyasztása, melyet például gyógyítás céljából rendeltek. Ezek a megfigyelések arra mutatnak, hogy a pajzsmirigy váladéka oly hormonokat tartalmaz, amelyeknek lényeges részük van a test táplálásának szabályozásában és az idegrendszernek a magasabbrendű működésekhez szükséges ingerlésében. GLEY, kinek nagy része van e szerv működésének felderítésében, a következőket mondja: „Az ember legmagasabbrendű tehetségeinek eredete és nyilvánulása egy váladéknak tisztán chemiai hatásától függ. Ezt a tényt meggondolhatnák a psychologusok!”

*Mellékpajzsmirigyek vagy epitheltestecskék.* Még figyelemreméltóbbak a SANDSTRÖM által 1880-ban felfedezett mellékpajzsmirigyek. Négy, a pajzsmirigybe beágyazott parányi testecske ez, egyik sem nagyobb egy gombostűfejnél. Bármily kicsinyek legyenek is, belső elválasztásuk mégis oly hormonokat tartalmaz, amelyeknek roppant nagy hatásuk van az idegrendszerre. Ha teljesen kiirtják őket a testből, akkor merevkórság (tetanus) keletkezik, mely mindig komoly s végzetessé lehet. A mellékpajzsmirigyek hormonjai a pajzsmirigy hormonjaihoz hasonlóan izgató hatással vannak az idegrendszerre, melyhez a vér viszi őket; hatásuk azonban más természetű.

A *turhamirigy* vagy az *agyfüggelék* (*hypophysis*). Egy más, belső elválasztású mirigy az agyfüggelék, mely az utóbbi években nagy érdeklődést keltett. Kicsi, mogyorónál alig nagyobb szerv s az agyvelő alapján foglal helyet. Főleg mirigysejtekből áll. A legtöbb megfigyelő azt találta, hogy azok az állatok, a melyeknek agyfüggelékét kivágják, 2--3 nap múlva elpusztulnak. Ha ez a mirigy a növekedésben lévő emberben rendellenes nagyságúra növekedik, a csontrendszer annyira rendellenesen fejlődik, hogy óriás termet áll elő. Ha a túltengés a növekedés befejezése után következik be, akkor főleg a láb, a kéz és az arc csontjai növekednek rendellenesen, azért ezt a növekedésbeli rendellenességet akromegáliának (a végtagok megnagyobbodásának) hívják. Egy híres francia orvos, MARIE PÉTER, 1885-ben ismerte föl az összefüggést az akromegália és az agyfüggelék megbetegedése közt. Az „óriásoknál“ és az akromegáliában szenvedőknél az agyfüggelék mindig nagyobb a rendesnél. A megnagyobbodás rendesen a mirigy egy részére, az elülső lebenyre szorítkozik, miből arra következtetnek, hogy ez oly hormonokat termel, mely az egész test növekedését, különösen pedig csontrendszerét fokozza. Az agyfüggelék többi részének szerkezete különbözik az elülső lebenyétől és működése is más. Az agyfüggelékből oly hormonokat lehet kivonni, melyek a szív és az osztóerek (arteriák) összehúzódását a mellékvesék hormonjainak hatásaihoz hasonlóan, bár nem ugyanolyan értelemben befolyásolják. Ezek a hormonok is hatnak bizonyos mirigyek elválasztására. A vérbe fecskendezve növelik a vesék elválasztását és a tejmirigyek tejelválasztását, bár ezen szervek egyikére sem hat közvetlenül (nem úgy, mint a többi mirigyre) az idegrendszer. Kétségkívül természetes körülmények közt ezeknek a szerveknek működését is hormonok indítják meg, melyek az agyfüggelékben keletkeznek s belőle a vérbe mennek át.

Az előbb említett belső elválasztású mirigyeknek (pajzsmirigy, mellékpajzsmirigy, mellékvese, agyfüggelék), a mennyire tudjuk, nincs más működésük, mint hogy kémiai anyagokat termeljenek, melyek azokra a szervekre hatnak, melyekhez a vér útján jutnak. Érdekes, hogy mindezek a mirigyek nagyon kicsinyek, diónál egyik sem nagyobb s némelyikük, mint a mellékpajzsmirigyek majdnem mikroszkópi kicsinységűek, az élet rendes lefolyására azonban végtelenül fontosak, s bármelyiküknek betegség okozta elpusztulása, vagy teljes kiirtása a legtöbb esetben gyors halált idéz elő.

*Hasnyálmirigy.* Vannak azonban a testnek oly belső elválasztással bíró szervei is, melyek nemcsak hormonokat adnak át a vérnek, hanem a melyeknek egyszersmind más működésük is van. Ily kettős működéssel tűnik ki a hasnyálmirigy (pankreas), melynek váladéka a legfontosabb

emésztő nedveket tartalmazza. A hasnyálmirigy külső váladéka a bélcsatornába ömlik s hatása a táplálékra már régóta ismeretes. MERING és MINKOWSKI azonban 1889-ben fölfedezték, hogy a hasnyálmirigynek belső váladéka is van, mely a vérbe kerül s a májon keresztül a vérárammal a test minden részébe eljut. A belső váladékban lévő hormonnak rendkívül fontos szerepe van a szénhidrátok helyes értékesítésének folyamatában. Tudvalevőleg a táplálék szénhidrátjai a szervezetben szőlőcukorrá változnak s ilyen alakban a vérben keringenek, úgy hogy a vér mindig tartalmaz bizonyos mennyiséget belőle. A vér a szőlőcukrot a test minden sejtjéhez elvezeti, s ezek azt azután fűtőanyagként használják föl. Ha a hasnyálmirigy megbetegedése vagy operatív eltávolítása következtében nem szolgálhat belső váladékkal, a sejtek nem bírják a cukrot értékesíteni, minek következtében az a vérben fölhalmozódik. A vérből a fölösleges cukrot kénytelenek a vesék eltávolítani s ekkor bekövetkezik az a betegség, melyet cukorbetegség néven ismerünk.

*A gyomorvégi bél (duodenum).* A belső váladékok szabályozó hatására további példa a proszekretin, melyet a vékonybél elülső részét (duodenum) kibélelő hámsejtek termelnek. A proszekretin a gyomorvégi bél vagy epés-bél (duodenum) hámsejtjeiben halmozódik föl, a savas gyomornedv hatására azonban szekretinné változik át s ilyen alakban a vérbe kerül. A szekretin különösen a hasnyálmirigy elválasztó sejtjeire hat és a hasnyálmirigy váladékának a bélbe ömlését fokozza.

*A nemi szervek belső váladékai.* Azok közül a szervek közül, a melyek rendes termékeiken kívül még a vérbe is juttatnak hatékony anyagokat, talán legérdekesebbek az ivarmirigyek. Az ivarmirigyek a petéken és hímcsirasejteken kívül még olyan hormonokat is termelnek, melyek a vér közvetítésével a nemi szervektől távol álló szervekben idéznek elő jelentős változásokat. E hormonok hatására fejlődnek ki a másodlagos nemi jellegek; pl. a kakas farka és taraja, az oroszlán sörénye, a szarvas agancsa, a férfi szakála, nagyobb gégefője s az a sok alaki és természetbeli különbség, mely a nemekre jellemző.

Időtlen idők óta ismeretes, hogy az úgynevezett másodlagos nemi jellegek a nemi szervek fejlettségétől függnek, keletkezésüket azonban idegrendszerbeli hatásokra vezették vissza. Csak az utóbbi években mutatták ki, hogy ezeket a változásokat azok a belső váladékok és hormonok okozzák, melyek az ivarmirigyekből a keringő vérbe jutnak.

*A hormonok kémiai természete.* Csak egy vagy két mirigy hormonjait sikerült annyira tisztán előállítani, hogy meg lehetett elemezni, mindazonáltal azt tudjuk róluk, hogy aránylag egyszerű szerkezetű szerves anyagok s összetételük a fehérjéknél és enzimeknél sokkal egyszerűbb.

Az összes eddig megvizsgált hormonok dializálhatók, vízben könnyen oldhatók, alkoholban oldhatatlanok. Főzéssel nem pusztíthatók el. A mellékvese bélrészletében levő hormont sikerült szintézissel előállítani. Chemiai szerkezetüknek behatóbb ismerete után valószínűleg könnyű lesz a többi hormonokat is szintétikusan előállítani.

A közöltekből kiviláglik, hogy az élet rendes fenntartásához nemcsak az idegrendszer által létesített koordináció szükséges, hanem hogy nem kevésbé fontos a kémiai folyamatokon alapuló koordináció is. A kémiai és idegrendszerbeli szabályozás egymástól független lehet, de egymásra kölcsönösen is hathat. Ki lehet mutatni ugyanis, hogy egyes hormonok az idegrendszer hatására keletkeznek, másfelől láttuk azt is, hogy az idegrendszernek bizonyos működései a hormonoktól függenek.

*Védő kémiai folyamatok. Mérgek és ellenmérgek.* Csak egészen röviden foglalkozhatom azokkal a védőberendezkedésekkel, melyeket a sejtállam betegségek s főleg az élősd mikroorganizmusok támadásai ellen védelemképpen fejlesztett ki. A támadó mikroorganizmusok kevés kivétellel egyszéjtű lények s kétségtelenül a legrettenetesebb ellenségek, kikkel a sokszéjtű állatoknak meg kell küzdeniök. Ezek a mikroorganizmusok okozzák többek közt az összes járványos betegségeket, így a lépfenét és a marhavészt, az ebvészt (febris catarrhalis et nervosa canum), a bányahimlőt, a skarlátot, a kanyarót és az álomkört. A modern orvostudomány haladása megmutatta, hogy e betegségek tüneteit: táplálkozásbeli zavarok, rendellenes hőmérséklet, báyadt-ság, izgatottság s más ideges zavarok, sok esetben kémiai mérgek, úgynevezett toxinok okozzák; ezeket a mérgeket pedig mikroorganizmusok hozzák létre és ezekkel hatnak rombolóan a test szöveteire. A szövetek azonban e romboló munkára olyan kémiai anyagok termelésével felélnék, melyek károsan, vagy éppenséggel pusztítóan hatnak a mikroorganizmusokra. Az ilyen anyagokat antitesteknek nevezzük. Néha úgy védi magát a szervezet, hogy a sejt tulajdonságok megváltoznak s ezzel a sejtek hosszú időre, néha örökre érzéketlenek lesznek a mérgekkel szemben (immunitás). Néha bizonyos sejtek, például a fehér vérsejtek felfalják a behatóló mikroorganizmusokat s a protoplazmájukban termelt kémiai anyagok segítségével meg is emésztik őket. Valamely betegség kimenetele tehát annak a harcznak eldülésétől függ, melyet az ellenséges erök: a mikrobák a test sejtjeivel vívnek. Mind a kettő c h e m i a i fegyverekkel harcol. Ha a test sejtjeinek nem sikerül a behatóló szervezeteket elpusztítani, akkor a betolakodók végül megsemmisítik a test szöveteit, mert ebben a harcban nincs kegyelem. Állatkísérletekkel sikerült szerencsére megtudnunk, hogyan támadnak meg bennünket a mikroorganizmusok s hogyan bírják testünk sejtjei a

támadást visszaverni. Ezeket a tapasztalatokat most hatásosan arra használjuk, hogy védelmünket támogassuk. Ilyen célból az állatok vérében keletkezett védősérumokat vagy antitoxinokat a megbetegedett szervezetbe fecskendezik, hogy ezzel a test védő berendezéseinek hatását támogassák.

*A betegségek természete.* Az a fölfedezés, hogy bizonyos betegségeket élőködők okoznak, továbbá az a tapasztalat, hogy egyrészt e betegségek tüneteit chemiai anyagok eltüntetik, másrészt hogy chemiai anyagokkal betegségek ellen küzdeni lehet, az orvostudományt, melyet eddig csupán mint empirián alapuló művészetet gyakoroltak az orvosok, kísérleteken alapuló igazi tudományyá változtatta. Ez a változás olyan eddig nem sejtett utakat nyitott meg, melyek nemcsak a betegség gyógyításához, hanem, a mi sokkal fontosabb, a betegségek elkerüléséhez vezetnek. Ennek a haladásnak gyümölcseit mindnyájan élveztük, vagy legalább is értesültünk róluk. Mult év februárius havában gyászolta az emberiség egyik legnagyobb jóltevőjének: LORD LISTER-nek halálát, a ki ezeket az ismereteket a gyakorlati sebészetben felhasználta s ezzel lehetővé tette, hogy még életében több emberéletet mentettek meg, mint a mennyit a XIX. század valamennyi véres háboruja kioltott!

*Az öregség és a halál.* Sokszor és sokan kérdezték, hogyha az élet kioltásának minden véletlen neme ki volna zárva, lehetne-e az egyes önálló sejtek és a sejttállamok életét a végtelenségig meghosszabbítani? Szükségképeni következése-e az életnek a megöregedés és a halál? A legtöbb biológus vitára alkalmatlannak tartja ezeket a kérdéseket. Egyes fiziológusok (pl. MECSENIKOV) azonban azt állítják, hogy a megöregedés rendellenes jelenség. Szerinte a megöregedés vagy betegség, vagy betegség okozta jelenség s felfogása szerint legalább elméletileg megvan annak a lehetősége, hogy elkerüljük. Az elmondottakból már tudjuk, hogy az egyes sejt élete, mint pl. a fehérvérsejteké s még más szövetek sejtjeié is, kedvező körülmények közt a szervezet halála után napokig, hetekig, sőt hónapokig is fennmaradhat. Kedvező körülmények között tartott egysejtű szervezeteken megfigyelték, hogy hosszú időn át minden életműködésüket rendesen végezték s az öregedést jelző degenerációs jelenségektől mentesek maradtak. Osztódással belőlük új egyének keletkeztek, melyek minden jel szerint kedvező körülmények közt életüket határtalanul hosszú ideig is fel tudják tartani. Ám ha ezek a példák sejtetik is, hogy a legegyszerűbb szervezetű lényekben az élet a pusztulás jelei nélkül soká fennmaradhat, azért még sem bizonyítják végérvényesen az élet határtalan tartamát. A testünket összetévő legtöbb sejt a növekedés és működés bizonyos időszaka után, előbb-utóbb végül mégis csak elfajul, úgy, hogy a nekik kijutó működést már nem bírják teljesíteni. S ha a testet egészében tekintjük, azt találjuk, hogy minden esetben az egésznek élete bizonyos körforgást végez: a növeke-

déstől az érettségig, ettől az öregségig s végül a halálig. Egyetlen kivételek a csirasejtek, melyeknél az érés és megtermékenyítés folyamatai megifjodáshoz vezetnek, úgy hogy a megtermékenyített pete az aggkor felé való haladás helyett új életre tesz szert, mely az újonnan alakuló szervezetre származik át. Ez a szervezet ismét csirasejteket hoz létre s így a faj fennmarad. Csakis a nemzedékről-nemzedékre való szaporodás értelmében lehet az élet határtalan tartamáról szó. Csakis utódaink útján lehet testünk halhatatlan.

*Az élet átlagos tartama és meghosszabbításának lehetősége.* Minden állatfaj képviselőinek látszólag határozott átlagos életkora van. Ismerünk oly fajokat, melyeknek egyedei csupán néhány óráig élnek, míg más állatfajok egyedei egy évszázadnál is tovább élnek.<sup>1</sup> Az ember átlagos életkora valószínűleg hosszabb lenne s a zsoltóros 70 évén túlterjedne, ha a betegségeket és baleseteket elkerülhetnők. Ezen életrövidítő jelenségek miatt az emberi élet messze az átlagos kor alatt marad. Az ó-testamentum adatai szerint az ember ellenálló ereje a betegség és öregség ellen a régebbi korban nagyobb lehetett. Ámde ezeket az adatokat még a betűhöz szigorúan ragaszkodó teológusok sem ismerik már el, úgy hogy Ádámnak és utódainak 900 és Mathuzsálem 969 éves kora sok más legendával együtt a mendemondák birodalmába tartozik. A zsidó pátriárkák életkora már tetemesen kisebb volt. Ábrahám csak 175 éves lett, József és Józsuá csak 110 évet és Mózes csak 120 évet élt, de Mózesről följegyezték, hogy még ebben a korban sem homályosodott el szemévelága és ereje sem hanyatlott. Korántsem akarom azt állítani, hogy kedvező körülmények közt nem érhetnők el ezt a nagy kort. MECSNIKOV az ilyen hosszú élettartamot nem tartja lehetetlennek. Néha ma is hallunk ily magas életkorról, de kétséges, hogy valaki valaha is elérhetné az ó-testamentumban idézett élettartamot. Arra, hogy a bibliai időben az élettartam hosszabb volt, mint ma, abból a feleletből következtethetnénk, melyet Jakab Pharaó kérdésére adott, mikor életkorát tudakolta: „Zarándoklásom ideje 130 év, rövid és rossz az én életem ideje s nem éri el atyám zarándoklásának idejét.“ Dávidról, ki a statisztika kezdete előtt kifejtette azt a nézetet, hogy rendes élettartamnak a 70 éves kort kell tekinteni, csak azt jegyezték fel, hogy „szép korban“ halt meg. A királyok életkora hatalmas csökkenést mutat az ősapák korához képest; de többen közülök erőszakos halállal múltak ki, sokan pedig éppenséggel nem éltek ideális életet. A nevesebb görögök és rómaiak közül kevés hosszúéletűről tudunk, ugyanaz áll a közép- s új-kor történelmi személyeiről. Hosszúnak

<sup>1</sup> A megközelítőleg határozott élettartam, mely az egyes állatfajoknak ki van szabva, nagyon is ellent mond annak az elméletnek, mely szerint az aggkori pusztulás véletlen, betegségekhez hasonlítható jelenség.



tartjuk az életet, ha jóval 80 éven felül tart. Az emberiség e tekintetben kedvezőbb helyzetben van, mint a legtöbb emlős, bár ezek közül némelyik az emberi életkornál hosszabb ideig él. Különös, hogy az emberi élet rövidebbé a hitszónokok és költők kedvelt témája, jöllehet „a siralom-völgyi lét” sokkal hosszabb a többi lények életénél.

*Az élet vége.* A modern, betegséget megelőzni igyekező orvostan és egészségtan tanításainak gyakorlati alkalmazása az átlagos élettartamot kétségtelenül meghosszabbítja. De még ha a betegség pusztításait teljesen ki tudnók is küszöbölni, testünk sejtei mégis csak megöregszenek s végül megszűnnek működni. Ha ez a jelenség az életre fontos sejteknél következik be, az egész szervezet halála szükségképpen bekövetkezik. Ez örökre általános törvény marad, mely elől nincs menekvés. „Minden mi él, meg fog halni, s a földi életen át az örökkévalóságba olvad.”

A betegségek okozta halál éppen olyan természetellenes, mint az erőszakos halál. A természetes halálnak azonban nyugodt, fájdalom nélküli jelenséggé kellene lennie, erőszakos változás nélkül. DASTRE szerint „a halál utáni vágnak úgy kellene az élet vége felé felébrednie, mint az álom utáni vágnak a nap végén”. A változásnak lassankint, fokozatosan kellene végbe mennie, szabályszerű, fokozatos átmenetek után a halálnak magának végül mint utolsó életjelenségnek kellene bekövetkeznie. Ha mindnyájan biztosak lehetnénk a nyugodt átkelésben, ha biztosak lehetnénk, hogy körülmosott zátonyok nélkül érhetünk révbe, akkor áldott öregség után félelem nélkül nézhetnénk a halál közeledése elé. S ha elérkezik valamikor az a nap, mikor az ember ezt a változást az álom közeledtéhez hasonló egyszerű élettani folyamatnak fogja tekinteni, akkor az életünk fonálát elvágó párka közeledését úgyszólván örömmel fogjuk üdvözölni, a helyett, hogy irtóznánk tőle. Ma a félelem nélküli nyugalomnak ez a napja még alig kezd derengeni. Reméljük, hogy úgy lesz, mint DÜRER ismert metszetén, hol a természettudománytól kisugárzó napfény a melanchóliát elkergeti, mely életünk végét denevérként röpdösi körül s melyet eddig még a másvilági boldog élet reménye sem tudott elzavarni.

*Schäfer E. A.*

## Madagaszkár ősi állatvilágáról.

Madagaszkár Délkelet-Afrika tőszomszédságában, a déli szélesség 12—16. fokai között, nagyjából északészakkelet-déldélnyugati irányban terül el. Ez a sziget sok tekintetben egyike a Földkerekség legérdekesebb területeinek. A mintegy 2000 km hosszú, középszámítással 450 km széles és 590 000 km<sup>2</sup>

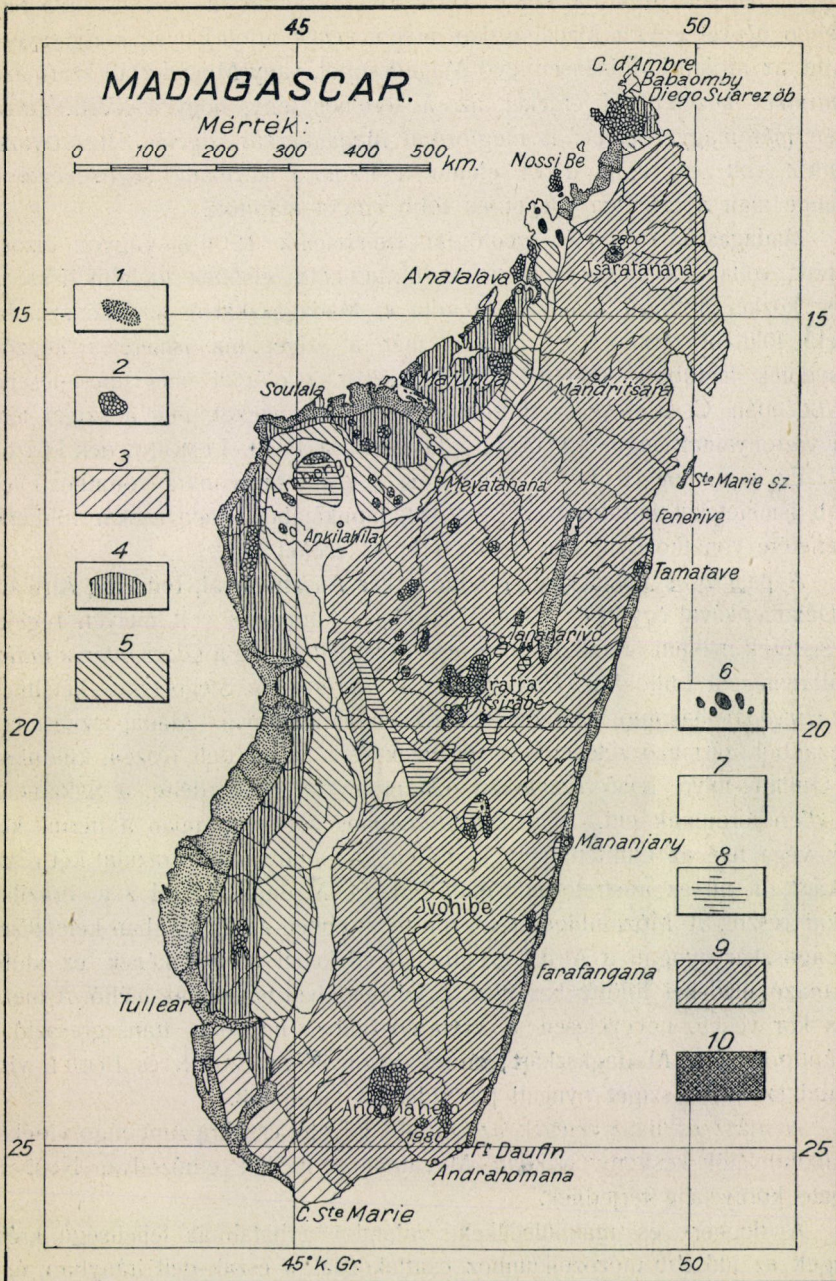
terjedelmű szigetet, mely óriási méreteivel Földünk egyik legnagyobb szigete, nyugaton az afrikai kontinentstől a 4000 m mély Mozambique-csatorna választja el, keleti partjait pedig az Indiai-óceán hullámai mossák. Madagaszkár földje túlnyomórésztben hegyvidék, helyenként tekintélyes magasságokkal és nagykiterjedésű nyílt fensíkokkal. A sziget zömét elfoglaló hegységeket, melyek közül északon a 2500 m magas Tsaratanana, délen a 2200 m-es Ivohibe és az 1980 m-es Andohahelo s a sziget közepe táján a 2827 m-re kiemelkedő Ankaratra a legszámottevőbbek, a partvidéki régióval buja tenyészetű trópusi erdők széles öve köti össze. A magasabb hegyvidékek éghajlata mérsékelt, egészséges; a partmenti síkterületek trópusi éghajlata azonban európaiak számára elviselhetetlen. Az északi partvidék különösen gyilkos éghajlatú.

Madagaszkár fővárosa: Tananarivo, mely már a múlt század nyolcvanas éveiben közel 80,000 lakost számlált, a sziget közepe táján, az Ankaratra-hegység északi lejtőin terül el s a kormányzat székhelye.

Madagaszkárt az afrikai arab kereskedők már mintegy 1500 évvel ezelőtt ismerték. Európába MARCO POLO, a híres velencei utazó, hozta róla az első hírt a XIII. században, ő azonban a tőle Mogaster néven említett szigeten nem járt, hanem csupán ázsiai utazásai alkalmával hallott róla különböző híreket. A szigetet az európaiak 1506. februárius 1-jén fedezték fel, a mikor a MANUEL portugál királytól 1505-ben DOM FRANCESCO DE ALMEIDA alkirály vezetése alatt Indiába küldött expedíció nyolcz hajója, visszatérőben Madagaszkár keleti partját érintette. E hajóhad parancsnoka FERNANDO SOARES volt s így a sziget fölfedezőjének voltaképpen őt, s nem miként sokáig hitték ALMEIDÁ-t, kell tartanunk. Ugyanazon év augusztus havának 10-ikén, Szent Lőrincz napján JOAO GOMEZ D'ABREU Madagaszkár nyugati partján kötött ki s a portugál és spanyol tengerészeknél akkortájt uralkodott szokás szerint, a szigetet a fölfedezés napjáról San-Lorenco-nak nevezte el, mely nevet Madagaszkár mintegy 100 éven át megtartotta.

Későbbi utazók, nevezetesen TRISTAN DA CUNHA és ALFONSO D'ALBUQUERQUE további fölfedezéseket tettek a sziget egyes részein s minthogy ezek az utazások mind közel egyidőben, 1505 és 1507 közt történtek, Madagaszkár történetirői sokáig tévedésben voltak az első fölfedező személyében. Így történhetett az is, hogy a portugálok nagy nemzeti költője: CAMOËNS híres Lusiadájában CUNHA-t énekelte meg Madagaszkár fölfedezőjeként.

XIII. LAJOS francia király alatt, a Societé de l'Orient segítségével, 1642-ben létesült Madagaszkáron az első francia gyarmat, melyet az első francia telepesek szülőföldje után Dauphinének neveztek el. Ezt az elnevezést, mely a sziget déli partján levő FORT DAUPHIN nevében részben napjainkig fennmaradt, az európaiak egy ideig egész Madagaszkárra alkalmazták. Később



1. rajz. Madagaszkar geológiai térképe. (LEMOINE P. szerint.) 1 alluvium; 2 bazalt; 3 harmadidőszaki rétegek; 4 kréta; 5 jura; 6 szienit; 7 liász, triász, perm; 8 kristályos pala; 9 gnájsz, gránit; 10 fonolit.

a sziget teljesen francia kézre került s ez a név a D'ABREU-féle San-Lorenzo névvel együtt Madagaszkár mai nevének adott helyet, mely egyesek szerint az afrikai kontinensen levő Magadorból, vagy Mogadorból származik. Bennünket közelebről érdekel az a történeti tény, hogy a XVIII. század végén már magyar ember is megfordult Madagaszkár szigetén. BENYOVSZKY MÓRICZ volt ez, a ki 1774 elején a francia kormány segítségével és védelme alatt a szigeten telepet és több erődöt alapított.

Madagaszkárról szóló geológiai ismereteink 1900-ig nagyon bizonytalanok voltak, a mikor is BOULE MARCELLIN elsőnek foglalta össze az addig közkézen forgó adatokat. Ő adta ki Madagaszkárról az első számbavehető földtani térképet is, melyen már a sziget ma ismeretes képződményeinek legtöbbször szerepel. Madagaszkár geológiai megismertetésében BOULE után COLCANAP és BARON szereztek érdemeket, míg a sziget földtani viszonyainak legújabb, összefoglaló leírása PAUL LEMOINE-nek köszönhető. Ez a munka 1911-ben jelent meg s így a tárgyunkra vonatkozó legújabb ismereteket tartalmazza. LEMOINE munkájából Madagaszkár földjének történetére vonatkozólag megtudjuk a következőket:

A paleozóos időszakban Madagaszkár Ausztráliával, Indiával, Afrikával és Délamerikával együtt összefüggő, hatalmas kontinens volt, melyen régi eljegesedések nyomai mutatkoztak. A növényzet jellemzője a *Glossopterys indica*, az állatvilágé a hüllőkhöz (*Urocordylus*, *Hatteria*) és a Stegocephal-kételtűekhez (*Eryops*) hasonló csúszómászók csontmaradványai. Madagaszkárnak e korszakból származó rétegei főleg permiek és a sziget déli részén, különösen az Onilahy-folyó felső szakaszán (Mangoky) s attól délre, a Sakamena-völgyben fordulnak elő. A másodidőszakban, sőt már talán a permi korszak vége felé az említett nagy kontinens, a Gondwana-szárazulat két részre szakadt, ú. m. az australo-indo-maláji részre Madagaszkárral s a brazíliai-afrikai részre. A Mozambique-csatorna tehát ebben az időszakban keletkezett. Madagaszkár nyugati s Afrika szemben levő keleti partvidékének ez időből származó üledékei fölötte hasonlóak, a mi rendkívül figyelemre méltó. A mezozóos kor végén, nevezetesen a krétaidőszakban nagyobb transzgresszió és bevándorlás érte Madagaszkárt; ennek bizonyítékai BARON és BOULE vizsgálatai szerint a sziget nyugati partvidékein találhatóak.

A triász és liász rétegek az Onilahy-folyótól északra Ambongo vidékéig s Ankilahilától keskeny csikban Mevatanana mellett elhúzódva, Nosi Bé szigete környékéig terjednek.

A dogger- és malmüledékek, valamint a hatalmas fejlettségű kréta-rétegek az idősebb mezozoikumhoz csatlakoznak s észak-déli irányban, úgyszólván az egész sziget hosszában, elterjedtek. Brachiopodás, echinidás, cefalopodás és laguna-fácziések kerültek e hosszú vonal mentén kifejlődésre, mely utóbbi Majunga vidékén középkrétaidőszaki Dinosaurius-maradványokat

(*Titanosaurus*, *Megalosaurus*) is szolgáltatott. Transzgressziós eocénrétegek a sziget déli fokától: Cap Ste Marietól az Onilahy-folyóig összefüggően, kisebb foltokban pedig főként a Soulalalai-Majungai- és Analalavai-öblök mellékén fordulnak elő.

A sziget északi csücskén, az Ambre-fok mellékén (Bobaomby) oligocén időszaki (Aquitán-) rétegeket találtak, sőt a Diego-Suarezi-öböl mellékén *Ostrea gingensis*-szel jellemzett neogén-rétegeket is. Negyedidőszaki üledékek, korallzátonyok, beltavi és mocsári lerakódások alakjában főként a sziget nyugati peremén és Tananarivo környékén vannak, előfordulnak azonban vékony pásztában a keleti part mentében is, Fort Dauphintól majdnem Teneriveig.

Madagaszkár üledékes képződményei jobbra szintes településűek s nagyjában a sziget nyugati harmadát foglalják el. A keleti harmad s a sziget középső része archaikus kőzetekből, gránitból, gnájszból s alárendelten kristályos palákból áll. Ezt a hatalmas ősi masszívumot a nyugati rész üledékes képződményeitől a szigetet nagyjából északészakkelet-déldélnyugati irányban kettészelő törésvonal választja el, melynek mentén a gnájsz-gránitmasszívum nyugati része még a mezozoos korszak előtt lesüllyedhetett, míg a középső és keleti rész fennmaradt.

Az ősi alaphegység kiemelkedő részét számos helyen törték át fiatal erupciók, melyeknek működése az aquitániai kortól úgyszólván a jelenkorig tartott. E kitörések eredményének tekinthetők a szigeten előforduló bazaltok, limburgitok és tefritok, melyek legnagyobb kiterjedésben Madagaszkár északi csücsán, az Ambre-hegységben s délen az Ivohibe- vagy Ivohitsebe-hegységben láthatók.

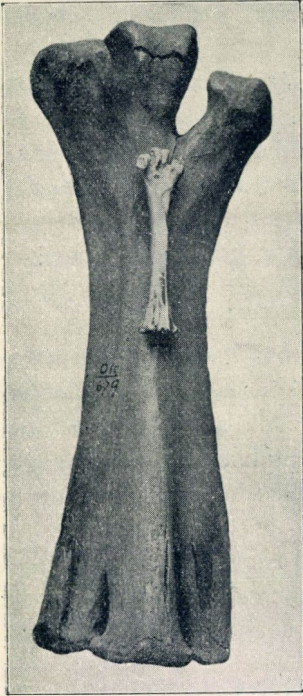
Madagaszkár geológiai viszonyainak e rövid ismertetése után áttérhetek voltaképpen tárgyamra, a sziget állatvilágának ismertetésére. Mielőtt azonban ezt tennem, előrebocsátom, hogy a továbbiak során főként Madagaszkár emlősfajájával óhajtok foglalkozni.

Azt várhatnók, hogy Madagaszkár állatvilága az afrikai kontinenssel való közeli szomszédság következtében a szárazulat állatvilágával szoros kapcsolatban áll. Azonban nem így van.

Madagaszkár állatvilága rendkívül sajátos. Feltűnő mindenekelőtt, hogy nagyobb emlősök, nem tekintve az embertől beszállítottakat, úgyszólván alig fordulnak elő, holott föl kellene tennünk, hogy az aethiopiai régió kelet-afrikai alrégiójára oly jellemző zsiráfok, antilopok, zebrák, orrszarvúak, elefántok, vizilovak, varacskos disznók, oroszlánok, leopárdok, egyéb nagy macskafélék, páviánok, emberszabású majmok, földimalaczkok, struczok stb. itt is otthonosak. Mindezekből azonban Madagaszkárban vadon ma csak a folyami disznó (*Potamochoerus*) él s a többi jellegzetes aethiopiai emlősnemek közül egyedül a viziló az, melynek két kistermetű faja (*Hippopotamus*

*Lemerlei* és *H. madagascariensis*) legalább a pleisztocén időszakban a madagaszkári fauna tagja volt. Ezeket, valamint az embertől behurczolt cziczikányt (*Crocidura*) nem tekintve, a sziget emlősfajnája, mely az említettek s a repülő emlősökön kívül LYDEKKER 1901-ben tett tanúsága szerint 34 nemet foglal magába, teljesen endémikus, a mi úgy értelmezendő, hogy ez a 34 nem másutt sehol sem fordul elő, sőt a családok is, a melyekhez tartoznak, másutt alig, vagy éppen nincsenek képviselve.

A sziget legjellemzőbb állatai a félmajmok rendjébe tartoznak, melyet Madagaszkár mai állatvilágában 11 nem képvisel 36 fajjal. Ezekhez csatlakozik 6 kihalt nem, a pleisztocénben élt 8 fajjal és két ma is élő nem egy-egy kihalt faja; minek folytán Madagaszkár szigetéről a félmajmok rendjéből közel 50 faj ismeretes. A ragadozók közül csupán cibetmacska- és manguszta-féle állatok, a nem repülő rovarévők közül a *tanrek*-félék vagy sörtés-sünök s a *Geogale* élnek itt, a rágcsálók közül pedig 8, az egerek családjába tartozó nem fordul elő; egytől-egyig olyanok, a melyek másutt nem találhatók.



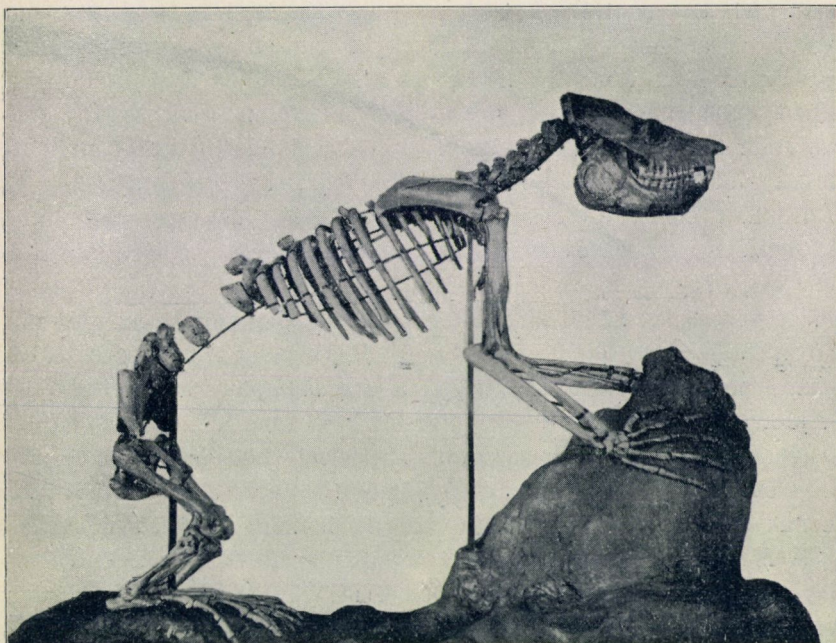
2. kép. Az *Aepyornis Hildebrandti* és a süketfajd (*Tetrao urogallus*) csüdje. Kicsinyítve.

A madarak közül WALLACE régebbi állítása szerint mintegy 50% endémikus, köztük az immár kihalt, óriási *Aepyornis*, melynek egy tojása 150 tyúktojás úrtartalmával egyenlő s melynek egy 26·5 cm hosszú, hatalmas csüdjét (tarsometatarsus) a 2. kép kisebbítve tünteti fel. Ez a csont *Aepyornis Hildebrandti* nevű fajtól való s Madagaszkár középponti részéről, Antsirabé vidékének pleisztocén üledékeiből származik több más *Aepyornis*-csonttal együtt, melyek a m. kir. földtani intézet gyűjteményében vannak.

Összehasonlításként bemutatom a 2. rajzon egy teljesen fejlett magyarországi süketfajd csüdjét is. A süketfajd tudvalevőleg pulykanagyságú állat, mit tudva, a két csont összehasonlítása alapján könnyen elképzelhetők az *Aepyornis* óriási méretei. Egyesek, így GRANDIDIER állítása szerint, az *Aepyornis*, mely minden más madártípustól lényegesen eltér, Madagaszkáron a 15. században még élt s BÜHRER tanúsága szerint a sziget legdélibb részén lakó törzsek szájhagyományában ma is él.

De térjünk vissza az emlősökre és első sorban a félmajmokra.

A félmajmok a magasabbrendű majmoktól egyszerűbb szervezetükben és főként koponyaalkatukban különböznek. Arczuk kifejezéstelen, arczorruk megnyúlt, fogazatuk nem olyan tökéletes, mint a majmoké, könycsontjuk a szemüregen kívül fekszik, szemük kissé oldalvást néz s agyuk gyengébben barázdált, mint a valódi majmoké. A félmajmok, vagy makifélék kevés kivétellel éjjeli állatok, főként növényevők és erdőkben tanyáznak. Madagaszkáron s a Maszkarén-szigeteken kívül csupán Afrikában és az orientális



3. kép. A *Megaladapis Edwardsi* G. GRANDIDIER csontvázánakmásolata a budapesti m. kir. földtani intézet muzeumában. Kisebbitve.

régióban fordulnak elő, itteni fajaik azonban külön családhoz, a *Nycticebus*-félékhez tartoznak, melyek viszont Madagaszkárról hiányzanak. A legnagyobb élő maki az indri (*Indris brevicaudatus*), mely csenevész farka nélkül 60 cm hosszú.

A 3. képen bemutatott állat legnagyobb az összes kihalt és élő makifélék között és ha helyesen ítélek, jókora farkasnagyságú lehetett. Ez az állat a GRANDIDIER-től Madagaszkáron fölfedezett s 1899-ben *Peloriadapis Edwardsi* néven leírt óriás maki, melyet FORSYTH MAJOR már 1894-ben a *Megaladapis* néven nevezett. A faj tehát *Megaladapis Edwardsi Grand.* (3. kép.) Ezenkívül a nemnek még egy faja ismeretes: a *Megaladapis madagascariensis* FORS. MAJ.

Ennek a példánynak eredetijét SIKORA F. bécsi gyűjtő a múlt század kilenczvenes éveinek végén Madagaszkár délkeleti részén, Fort Dauphin közelében, egy Andrahomana mellett fekvő barlangban gyűjtötte. A hiányos csontváz a császári akadémia jóvoltából az udvari természetrajzi múzeumba került, a hol LORENZ VON LIBURNAU lovag tette tanulmány tárgyává. LORENZ a csontváz sérült és hiányos darabjait viasszal pótolta s az ily módon restaurált eredetiről gipszmásolatokat készíttetett, melyeknek egyikét, meglehetősen élettelen módon az udvari múzeum őslénytani osztályában állították fel. A csontvázmásolatok egy példányát sikerült KITTL ERNŐ múzeumi osztályigazgató úrtól csere útján intézetünk múzeuma részére megszerezni s azt közel két hónapi fáradságos munka árán felállíttatnom. A képen bemutatott csontváz fölszerelését vezetésem alatt BLENK JÁNOS műszaki altiszt és HABERL VIKTOR szobrász, földtani intézeti preparátor végezték. Izléses és gondos munkájukért mindkettőjüket teljes elismerés és köszönet illeti.

LORENZ ennek a csontváznak az eredetijét tüzetesen leírta s rekonstrukcióját is közzétette. Ő az ujjperczekek erős hajlottságából arra következtet, hogy ez az állat, miként ma élő rokonai, fákon élt. Ennek a föltevésnek adott kifejezést rekonstrukciójában is, a mely az állatot abban a helyzetben tünteti föl, a mint éppen egy fára mászik. Később azonban megjegyzi LORENZ, hogy a *Megaladapis* rövid hátulsó lábai miatt jó ugró aligha lehetett s hogy testének szabása inkább medvére, mint félmajomra emlékeztet. Nem habozom kijelenteni, hogy én ezt az állatot a pávián- és mandrill-félékhez hasonló zömök testalkata miatt inkább sziklamászónak tekintem s ezt a felfogásomat domborítottam ki felállításában is.

A *Megaladapis*-nemet hatalmas termetén kívül főként a rendkívül megnyúlt arczorr jellemzi. Sok tekintetben emlékeztet az európai paleogénben előforduló *Adapis*-ra, melylyel, miként később látni fogjuk, bizonyára származástani kapcsolatban áll. Innen a neve is. Fogazata<sup>1</sup> erős fejlettségű s a zománcz alig koptatott, miből LORENZ azt következtette, hogy túlnyomóan növényi táplálékkal élt. Az agytek kis űrtartalmából következtetjük, hogy a *Megaladapis* csekély értelmű állat lehetett, a kicsiny átmérőjű látólyuk (foramen opticum) pedig látóképességének korlátozottsága mellett szól.

Az óriás maki egyesek szerint már a pleisztocén időszakban kihalt, mások ellenben azt vélik, hogy még a középkorban is élt, miként az *Aepyornis* és Mauritius szigetének csodálatos madara, a *dodo* (*Didus ineptus*). A *Megaladapis*-nemen kívül öt kihalt *Prosimia*-nem ismeretes Madagaszkárról. Ezek közül a *Thaumastolemur*-t egy s az *Archaeolemur*-t két fajjal 1895-ben FILHOL, a *Palaeopropithecus*-t egy s a *Bradylemur*-t egy fajjal

<sup>1</sup> Fogképlete:  $J \frac{0}{3}, C \frac{1}{1}, P \frac{3}{2}, M \frac{3}{3}$ .



1899-ben GRANDIDIER s a *Hadropithecus*-t egy fajjal 1900-ban LORENZ állította fel.

Már említettem, hogy a *Megaladapis* nem, ősei révén, európai származású. Ismeretes, hogy Nyugateurópa s kiváltképpen Franciaország alsó-oligocén-időszaki rétegei rendkívül sok félmajom- és cibetmacska-féle ragadozó csontmaradványait tartalmazzák, olyanokét, melyeknek mai madagaszkári leszármazottain az ősi rokonság még kimutatható.

Az egyetlen élő félmajmok, melyek a madagaszkáriakkal közelebbi rokonságban vannak, az afrikai *Galago*-félék, és minthogy a cibetmacskafélék főhazája szintén Afrika, bizvást föltehető, hogy Madagaszkár mai állatvilágát az afrikai kontinensen át kapta. Madagaszkár harmadidőszaki rétegeiben mai állatvilágának még csak kezdetleges nyoma sincsen, miért is kétségtelen, hogy e sziget benépesedése emlősökkel, nagyon fiatal keletű. Ha azonban elfogadjuk azt a föltevést, hogy Madagaszkár állatvilága az afrikai kontinensről jött, akkor e bevándorlás idején összeköttetést kell feltennünk Madagaszkár és Afrika között, a mai Mozambique-csatorna helyén. Az is bizonyos, hogy ebben az időben — tehát a harmadidőszak végén — Keletafrikát főként félmajmoknak és cibetmacskaféléknek kellett lakniok, mert ellenkező esetben az aethiopiai kerdőzöknek, vastagbőrűeknek, nagy ragadozóknak stb. Madagaszkár állatvilágában is nyomát kellene lelnünk.

Ámde a helyüket szabadon változtatható repülő emlősökön s két patás állaton kívül, melyekről még szólok, ez az eset nem forog fenn s így kétségtelen, hogy Afrika mai állatvilága a negyedkor elején, talán az első eljegesedés beálltakor, észak felől özönlött be, mikor a Madagaszkárral előbb megvolt összeköttetés már megszűnt s a kontinensről bevándorolt ősi állatvilág, hogy úgy mondjam: fogva maradt. Afrikában azután az újonnan bevándorolt elemek, de különösen a nagy ragadozók, elpusztították az ősi állatvilág elemeit, úgy hogy csak hírmondók maradtak fenn belőlük, míg ellenben Madagaszkáron a szabad fejlődés útja biztosítva lévén, nemcsak a régi törzsek maradhattak fenn, de alkalmazkodás útján újak is keletkezettek.

A madagaszkári rovarrevők, az embertől behurczolt cziczhányt nem tekintve, egytől-egyig háromgumójú (trituberkuláris) felső zápfogakkal tűnnek ki, vagyis a rovarrevőknek ahhoz a kezdetleges csoportjához tartoznak, a melyek mai elterjedésükben Földünk déli részeire szorítkoznak.

A kis egérformájú *Geogale*, mely a *Potamogalidae*-családba tartozik, aethiopiai rokonaitól nemcsak kis termetében, hanem abban is különbözik, hogy az utóbbiak 40 fogával szemben neki csak 34 foga van, miért is talán inkább egy külön család egyedüli képviselőjének kellene tekintenünk.

A sörtés sünök (*Centetidae*) legközelebbi rokonai a nyugatindiai patkányvakondok (*Solenodontidae*); azonban ez a rokonság LYDEKKER szerint nem oly közeli, mint eredetileg vélték. A sörtés sünök családjába tartozó

összes nemek, ú. m. a *Centetes*, *Hemicentetes*, *Ericulus*, *Oryzoryctes*, *Microgale* és *Limnogale* kizárólag madagaszkári fajokat, és pedig 18-at, foglalnak magukba.

Madagaszkár legnagyobb ragadozója az ősczibetmacska vagy fossza (*Cryptoprocta*), melyet egyes szerzők, így SCHLEGEL, BREHM és TROUESSART a macskafélékhez, FLOWER, LYDEKKER és OLDFIELD THOMAS ellenben a czibetmacskákhoz sorolnak. A helyes megoldás az, hogy a fosszák voltaképpen a macskaféléket a czibetmacskákkal összekötő, átmeneti alakok, melyek valószínűleg közvetlenül a franciaországi alsó-mioczénből ismeretes *Proailurus*-tól származtathatók. Érdekes, hogy GRANDIDIER e *Cryptoprocta*-nem fosszilis maradványait is megtalálta egy madagaszkári barlang pleisztocén üledékében.

A többi madagaszkári ragadozók kivétel nélkül a czibetmacskákhoz, illetőleg azok nemeihez tartoznak. Ezek közül négy, úgymint a *Galidictis*, *Galidia*, *Hemigalidia* és *Eupleres*, összesen 6 fajjal, a délafrikai mangusztafélékkel mutat rokonságot, míg az ötödik: vagyis DAUBENTON czibetmacskája (*Fossa*) a széleskörben elterjedt indomaláji *Viverra malaccensis*-hez áll legközelebb. Nem lehetetlen, hogy ez az egyetlen kivétel szintén betelepítésben leli magyarázatát.

Madagaszkár rágcsálói kivétel nélkül az egerek családjából, illetőleg a hörcsögalkatúak közeli rokonságából valók, a hová tudvalevőleg a család legidősebb származékai tartoznak. A szigeten nyolcz nem fordul elő, 13 fajjal, melyek egymással s a délfranciaországi miocén *Anomalomys Gaudryi*-val együtt *Nesomyinae* néven külön alcsaládban egyesülnek. Az említett franciaországi ős kivételével Madagaszkáron kívül sehol sem találhatók. Egyik fajuk: a *Hypogeomys australis*, mely GRANDIDIER kutatása alapján az andrahomanai pleisztocénből ismeretes, már kihalt.

A denevéreket, repülőképeségük miatt, más elbírálásban kell részesítenünk. Mindenesetre érdekes, hogy a *Pteropodidae*-családba tartozó madagaszkári gyümölcsevő denevérek (*Pteropus Edwardsi*, *Vampyrus spectrum*) indomaláji rokonságból valók s ennek a családnak csupán egy, bár széles körben elterjedt neme: az *Epomophorus* honos Afrikában is. A patkósorrú denevérekhez tartozó *Triaenops*-nem, melynek Madagaszkárról két faja ismeretes, úgy az aethiopiai, mint az orientális régióban honos. A simaorrúak közül az egy fajjal szereplő *Myotis*-nem az egész földön elterjedt, a *Myxopoda*-nem ellenben Madagaszkáron endémikus. Az ugyanide tartozó *Taphozous* egy faja (*T. mauritianus* E. Geoffr.) Madagaszkáron, Mauritiuson és a Bourbon-szigeteken kívül Afrikában is honos. Végül a *Nyctinomus*-félék (*Nyctinomus* és *Mormopterus*), melyeknek Madagaszkárról hét faja ismeretes, szintén mind az aethiopiai, mind a keleti állatföldrajzi régióban honosak.

BLANFORD-nak az a nézete, hogy a mezozói korszak végén India és Délafrika közvetlenül összefüggtek s Madagaszkár és a Seychelles-szigetek ehhez a szárazulathoz tartoztak. Ez az összefüggés a kréta-korszak végén

még meglehetett és csak a harmadidőszak elején történt nagyobb sülyedés, mely e kontinens egy részét szigetekre tagolta. E régi szárazulat részei a Lakkadiv-, Malediv- és a Tschagos-szigetek is, valamint a Saya de Malha-pad.

Ez a föltevés nemcsak Madagaszskár *puhatestű állatainak* (Mollusca) származására nézve nyújt kielégítő magyarázatot, de megmagyarázza azt is, hogy miként jöhettek az indomaláji denevértípusok Madagaszskára. A szigetekre tagolódás mindenesetre lassan történt s a pliocén korszak idején a szigetek száma még sokkal nagyobb lehetett, úgy hogy a denevérek kisebb útszakaszokban érkezhettek kelet felől. Érdekes az is, hogy a madagaszskári nagy gyümölcsevő denevérek földrajzi elterjedése számos madárfajéval azonos.

Madagaszskár egyetlen vadon élő patás állatának: a folyami disznónak (*Potamochoerus*) s a már kihalt, kistermetű vizilovaknak jelenlétét BLANFORD egyszerűen úgy magyarázza, hogy ezek a Mozambique-csatornát, a mely ma ugyan a legkeskenyebb pontján is 392 km széles, de a mely az utolsó elszakadással járó lassú sülyedés folyamán BLANFORD szerint legfeljebb 30 km széles lehetett, átúszták.

Azt, hogy ebben a — mondjuk pleisztocén — időszakban Madagaszskárnak a kontinenssel már nem volt szárazföldi összeköttetése, éppen az előbb említett keletafrikai állatvilág teljes hiánya bizonyítja. BLANFORD-nak e föltevését WALLACE, LYDEKKER és LEMOINE is elfogadja s ily módon a madagaszskári emlősfauna származása immár teljesen tiszta világitásban áll előttünk.

*Dr. Kormos Tivadar.*

#### Főbb irodalom.

BLANFORD, W. T., Anniversary Adress to the Geological Society; Proceed. Geol. Soc. 43—110. lap. London, 1890.

BREHM A.-MÉHELY L., Az állatok világa, I—II. köt., Budapest, 1901—1902.

GRANDIDIER, M.-FILHOL, Observations relatives aux ossements d'Hippopotames trouvés dans le marais d'Ambolisatra à Madagascar; Ann. des Sciences Natur. Zool., T. XVI, 1893, 151—190. lap, VII—XV. tábla.

GRANDIDIER, G., Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar. Thèses présentées à la Fac. d. Sc. de Paris et Nouv. Archiv. du Mus., VII., 1—144. lap. I—XII. tábla. 1905.

LEMOINE, P., Madagascar. Handb. d. Region.-Geol., VII. köt., 4. rész. 1—44. lap. Heidelberg, 1911.

LORENZ v. LIBURNAU, L. R. v., Megaladapis EDWARDSI G. GRANDIDIER, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissenschaften, 77. köt., Math.-naturw. Klasse. 451—490. lap.

LYDEKKER, R.-SIEBERT, G., Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Säugetiere. 2. kiadás, 292—309. lap. Jena, 1901.

TROUËSSART, E. L., Catalogus mammalium tam viventium quam fossilium. Suppl. Anno 1904. Berolini, 1904—1905.

WALLACE, A. R.-MEYER, A. B., Die geographische Verbreitung der Thiere, 320—344. lap. Dresden, 1876.

ZITTEL, K. A. v., Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie), 2. rész. Vertebrata. 2. kiadás, München u. Berlin, 1911.

## Az elemek keletkezése és átalakulása.

Régen foglalkoznak annak a kérdésnek tanulmányozásával, hogy az elemek rokon sajátságai között van-e kapcsolat, s ha van, miként magyarázható. A leglényegesebb haladás ezen irányban MEYER L. és MENDELEJEFF nevéhez fűződik, ők állították fel a *periodusos rendszert*. Ennek szerkezetét úgy érthetjük meg legkönnyebben, ha a kész táblázatot elemezzük abban az alakban, a hogyan a rádioaktív anyagok beállítása előtt használatos volt. Az elemek elrendezését az I. táblázat mutatja. Minden elem mellett vagy alatt atómsúlyát találjuk. Láthatjuk, hogy az összes elemek kilencz függőleges oszlopban foglalnak helyet. Mindegyik oszlop a rendszernek egy-egy csoportja. A 0 csoportban a vegyileg közömbös nemes gázok vannak, melyeknek semmiféle vegyületét nem ismerjük. Az I. csoport azokat a fémeket tartalmazza, a melyek viselkedésükben leginkább pozitívek, tehát elektrolízis alkalmával a negatív elektródhoz vonzódnak és ezen válnak ki. Mennél tovább megyünk jobbra, annál kevésbé pozitív elemekre jutunk, míg a IV. csoporttól jobbfelé a negatív természetű elemek következnek. Pontosabban az az egyenes választja el e kétféle elemeket, melyet a *B* és *W* alatt húzhatunk. Ha tovább haladunk jobbra, az elemek negatív természete erősödik, az utolsó csoport elemei a legerősebben negatívek. Az oszlopokban 12 vízszintes sort látunk. Az ugyanazon oszlopban levő elemek fizikai és chemiai tulajdonságaikban rokonok, míg a különböző csoportok elemei egymástól lényegesen eltérnek. Mindegyik oszlop két részre oszlik, mert bár az összes elemek, melyek közös oszlopban vannak, rokonok, mégis vannak olyanok, a melyek egymáshoz inkább hasonlítanak, mint a csoport többi eleméhez. Így pl. a *Rb* és *Cs* egymáshoz jobban hasonlítanak, mint a *K* és *Cu*.

Ha akármelyik vízszintes soron balról jobbra végigmegyünk, akkor az elemek atómsúlya nő, és pedig látszólag rendszertelenül. Az első vízszintes sor elemeinek atómsúlya közt a különbség kerek számokban 1, 2, 3 vagy 4. Ha ugyanazon oszlopban lefelé haladunk, akkor is nő az atómsúly, de itt már fontos törvényszerűséget tapasztalunk. Akármelyik oszlop 2. és 3. sorában levő elemek atómsúlya közt a különbség közelítőleg 16. Így a *He* és *Ne* közt 16·21, *Li* és *Na* közt 16·06, *Be* és *Mg* közt 15·22 stb. Ha tehát valamely elem atómsúlyát 16-tal növeljük, olyan másik, alatta levő elemre jutunk, mely fizikai és vegyi tulajdonságaiban az elsővel rokon. Más szóval, ha az atómsúlyt 16 egységgel nagyobbítjuk, az előbbi fizikai és vegyi tulajdonságok visszatérnek. Ezt röviden úgy szoktuk kifejezni, hogy a fizikai és chemiai tulajdonságok az atómsúly periodusosan visszatérő függvényei. Ez a MENDELEJEFF-féle periodusos törvény.

Maga az a körülmény, hogy az összes elemeket ilyen egységes rendszerbe lehet foglalni, eléggé utal arra, hogy a MENDELEJEFF-féle periodusos

I. táblázat.

	0 csoport	I. csoport	II. csoport	III. csoport	IV. csoport	V. csoport	VI. csoport	VII. csoport	VIII. csoport
1.	H 1								
2.	He 399	Li 694	Be 91	B 110	C 120	N 1401	O 160	F 190	
3.	Ne 202	Na 230	Mg 2432	Al 271	Si 283	P 3104	S 3207	Cl 3546	
4.	Arg 3988	K 391	Ca 4007	Sc 441	Ti 481	V 510	Cr 520	Mn 5493	Fe 5584 Co 5897 Ni 5868
5.	—	Cu 6357	Zn 6537	Ga 699	Ge 725	As 7496	Se 792	Br 7992	
6.	Kr 8292	Rb 8545	Sr 8763	Y 890	Zr 906	Nb 935	Mo 690	—	Ru 1017 Rh 1029 Pd 1067
7.	—	Ag 10788	Cd 11240	Jn 1148	Sn 1190	Sb 1202	Te 1275	J 12692	
8.	Xe 1302	Cs 13281	Ba 13737	La 1390	Ce 14025	—	—	—	
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	
10.	—	—	—	Yb 1732	—	Ta 1815	W 1840	—	Os 1909 Ir 1931 Pt 1952
11.	—	Au 1972	Hg 2006	Tl 2040	Pb 2071	Bi 2080	—	—	
12.	—	—	—	—	Th 2324	—	U 2385	—	



törvénynek mélyebbre ható, az anyagok összetételében vagy keletkezésében rejlő oka van. DR. ILOSVAY LAJOS részletesen ismertette Közlönyünkben<sup>1</sup> MOROSOFF elméletét, mely szerint a földi elemek nem egyszerűek, hanem összetett anyagok, és pedig a nebuléziumból, protohidrogénből és protohéliumból épülnek fel. A protohidrogén és protohélium ezen elmélet szerint az égitestekben önállóan is előfordul. Olyan anyagok ezek, melyek még nem érték el a fejlődésnek ama fokára, a melyen a Földön ismeretes hidrogén és hélium vannak. Ha ezek az égitestek tovább alakulnak, a protoelemekből az idők folyamán a közönségesen ismert hidrogén és hélium lesz. Igaz, hogy MOROSOFF meg tudta magyarázni a periodusos törvényt, de elméletének több gyöngéje van. Egyrészt nagyon mesterkéltné, másrészt az égitestek szinképelemzésében szerzett későbbi tapasztalatok nem támogatják a protoelemek létét. Azt a szinképet, melyet LOCKYER a protohidrogénnek tulajdonított, FOWLER elektromos kisüléssel is elő tudta állítani, ha a kis nyomású hidrogénnel telt csőben hélium is van és az áram elég erős.<sup>2</sup> Nincs tehát okunk fölteni, hogy az égitesteken a földi anyagoknak más alakja is előfordul.

Mióta a rádioaktív anyagok átalakulását ismerjük, a periodusos rendszer magyarázatára olyan alapunk van, mely a tapasztalatok hosszú sorozatára támaszkodik. Körülbelül 10 évvel ezelőtt mondta ki RUTHERFORD, kinek a rádioaktivitás terén rendkívül sokat köszönhetünk, hogy a rádioaktív anyagok sugárzás közben átalakulnak. Ezt ma már kétségtelenül bebizonyítottunk tekinthetjük. Ha pl. chemiailag teljesen tiszta mezothoriumot figyelünk meg, akkor látjuk, hogy sugárzása folyton csökken, de egyidejűleg más természetű sugárzás is nyilvánul, és pedig növekedő mértékben. Ez azt mutatja, hogy mialatt az első anyag felbomlik és így egyre fogy, azalatt másik anyag keletkezik és pedig az előbbiből. Ilyen módon körülbelül 30 rádioaktív elemet ismerünk, vagyis olyan elemeket, melyek önként átalakulnak, melyeknek atómjaiból külső hatás nélkül más anyag atómja fejlődik. Ez volt a rádioaktív jelenségek vizsgálatának egyik legfontosabb eredménye, mert az anyag szerkezetére vonatkozó felfogásunk lényegesen módosult. Azelőtt minden chemiai elemet meghatározott tulajdonságokkal rendelkező, más anyaggá át nem alakítható anyagnak tekintettünk.

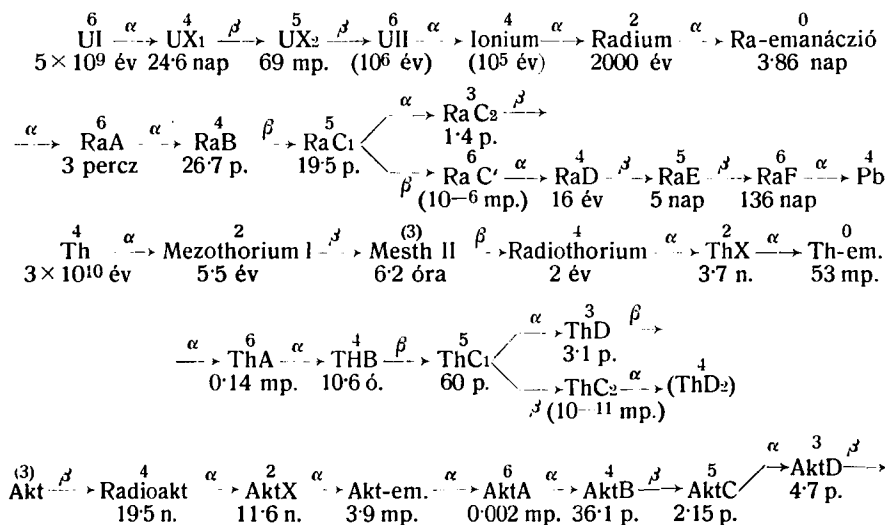
De az összes rádioaktív elemek nem egymásból keletkeznek, legalább mai ismereteink alapján ezt még nem állíthatjuk. Három sorozatot használunk a rádioaktív bomlások feltüntetésére. E sorok kezdő eleme az urán, a thorium és az aktinium. A belőlük előálló anyagok sorozata a II. táblázatban látható. Minden elem neve alatt azt az időt találjuk, a mely alatt

<sup>1</sup> 1912, 44. kötet, 670. lap.

<sup>2</sup> Természettudományi Közlöny, 1913, 45. kötet, 140. lap.

felényire bomlik, más szóval a *bomlási félidőt*. Ez minden rádioaktív elemre jellemző. Az átalakulást jelző nyíl fölött a sugárzás minősége látható. Így pl. a rádium 2000 éves bomlási félidővel  $\alpha$ -sugárzás közben rádiumemanációvá alakul, melyből tovább 3·86 napos félidővel ugyancsak  $\alpha$ -sugárzás közben RaA lesz. Miként látjuk, ez a félidő nagy határok közt változik. A leglassabban bomló rádioaktív elem a thorium (félideje 30 ezermillió év), leggyorsabban pedig a ThC<sub>2</sub> bomlik (félideje körülbelül a másodpercz milliomod-részének százezredrésze). A sorozatokban kétféle átalakulás fordul elő, és pedig vagy  $\alpha$ -, vagy  $\beta$ -sugárzással. A rádioaktív anyagok  $\gamma$ -sugarakat is bocsátanak ki, de  $\gamma$ -sugarak csak  $\beta$ -sugarakkal együtt jelentkeznek, ezért valószínű, hogy nem közvetlenül az atóm felbomlásakor létesülnek, hanem csak a  $\beta$ -sugarak idézik őket elő. Azt is látjuk, hogy az urán-rádium és a thorium sorozatában elágazás van. Ennek az az értelme, hogy RaC<sub>1</sub>-ből egyidejűleg két más anyag is keletkezik. A RaC<sub>1</sub> atomai részben  $\alpha$ -sugárzás közben RaC<sub>2</sub>-vé, részben pedig  $\beta$ -sugárzás következtében RaC'-vé alakulnak.

II. táblázat.



E sorozatok az ioniumtól, a rádiorthoriumtól és a rádioaktiniumtól kezdve szembeszökően megegyeznek. Innen számítva az elemek mind a három sorban ugyanolyan sugárzással bomlanak fel; az egymásnak megfelelő elemek életkora is hasonló, a hosszú és rövid életű elemek egyformán váltakoznak.

Valószínű, hogy az aktinium sora nem önálló, hanem az urán sorozatának elágazása. Azt ma még nem tudjuk, hogy az uránsor melyik eleme létesíti az aktiniumot; az erre vonatkozó vizsgálatok éppen most vannak folyamatban. Talán rövid idő múlva ezt a kérdést is tisztázzák. SODDY azt sejtí, hogy az Akt az UX<sub>2</sub>-ből alakul, FLECK szerint pedig ez a bomlás nem

lehetséges. FAJANS véleménye szerint a keresett elágazás a rádiumnál van, mely részben  $\alpha$ -sugárzással az emanáció felé, részben pedig  $\beta$ -sugárzással az aktinium felé alakul át. A rádium, miként már régebben ismeretes, valóban kibocsát  $\alpha$ - és  $\beta$ -sugarakat,<sup>1</sup> HAHN és MEITNER pedig egyes jelenségekből azt következteti, hogy az  $UX_1$  ágazik el, és pedig  $\beta$ -sugárzással az  $UX_2$  felé és ugyancsak  $\beta$ -sugárzással az Akt felé.<sup>1</sup> Azt ma még nem állíthatjuk, hogy a thorium és urán sora is összekapcsolódik-e ilyen módon. De az a tapasztalat, hogy az urán és thorium a kőzetekben mindig együtt fordul elő, valószínűvé teszi ezt a kapcsolatot is.

Az  $\alpha$ - és  $\beta$ -sugárzás az atómban lényegesen különböző változást okoznak. RUTHERFORD-tól ered az a felfogás, melyet a kísérletek sora kétségtelenné tett, hogy az  $\alpha$ -sugarak pozitív elektromos töltéssel ellátott hélium-atómok. Ha tehát a rádium  $\alpha$ -sugarakat bocsát ki, akkor atóma emanáció-atómra és hélium-atómra bomlik. A hélium atómsúlya 4, és így az emanáció atómsúlya 4-gyel kisebb a rádiuménál. A közvetlen atómsúly-meghatározások ezt igazolták. Általában minden  $\alpha$ -sugárzásnál olyan elem keletkezik, melynek atómsúlya 4-gyel kisebbedik. Nem így a  $\beta$ -sugárzásnál. A  $\beta$ -sugarak anyaghoz nem kötött, önálló elektromos részecskék, elektronok, melyeknek tömege az atóméhoz képest fölötte kicsi. Mikor tehát az atóm  $\beta$ -sugarat bocsát ki és ezáltal a sorozatban utána következő elemmé alakul, olyan anyag keletkezik, melynek atómsúlya az előbbiétől észrevehetően nem különbözik. A radioaktív anyagok rendszeren olyan kis mennyiségben fordulnak elő, hogy atómsúlyukat közvetlenül nem is tudjuk meghatározni. Rendszeren csak az előbbi okoskodást használjuk fel arra, hogy egyes ismeretes atómsúlyokból, a milyen az  $UI$ -é (238·5), a rádiumé (226·5), a thoriumé (232·4) stb., a többi radioaktív elem atómsúlyát is megállapítsuk. Így mondhatjuk, hogy az  $UI$ -ből keletkező  $UX_1$  atómsúlya  $238\cdot5 - 4 = 234\cdot5$ , az ebből  $\beta$ -sugárzással fejlődő  $UX_2$  atómsúlya szintén 234·5.

Ezen átalakulásokban sejtették a periodusos rendszer alapját a nélkül, hogy a rendszer értelmezése sokáig sikerült volna. Ennek az volt az oka, hogy a radioaktív anyagokat nem tudták a periodusos rendszerbe illeszteni, és így nem ismerték az összefüggést a közönséges elemek és a radioaktívak között. FAJANS<sup>2</sup> oldotta meg először ezt a feladatot, miután ugyancsak neki<sup>3</sup> sikerült azt a törvényszerűséget megtalálnia, mely a radioaktív elemek bomlására kivétel nélkül érvényes. FAJANS már régebben észrevette,<sup>4</sup> hogy az

<sup>1</sup> SODDY, Nature, 1913, 91. köt., 634. lap; FLECK, Phil. Mag., 1913, 26. köt., 528. lap; FAJANS, Phys. Zeitschr., 1913, 14. köt., 877. lap; HAHN és MEITNER, ugyanott, 752. lap.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschrift, 1913, XIV. köt., 136. lap.

<sup>3</sup> FAJANS, ugyanott, 131. lap.

<sup>4</sup> Habilitationsschrift, Karlsruhe, 1912. Anhang.



összes megvizsgált esetekben a  $\beta$ -sugárzás után keletkező elem negatívabb azon elemnél, melyből keletkezett, vagyis a második elem a periodusos rendszer magasabbrendű csoportjába kerül. Az  $\alpha$ -sugárzásnál éppen ellenkezőleg mindig pozitívabb anyag fejlődik, tehát a keletkező új elem a periodusos rendszerben balra kerül. Most még csak azt kellett megvizsgálni, hány helylyel tolódnak el a fejlődő elemek mindkét esetben. Ennek a kérdésnek megoldása azért volt nehéz, mert aránylag csak kevés elemről tudtuk, hogy a periodusos rendszer melyik csoportjába tartozik. Ilyen elemek voltak pl.  ${}^6\alpha\text{U} \rightarrow {}^4\alpha\text{J} \rightarrow {}^2\alpha\text{R} \rightarrow {}^0\alpha\text{E}$ , vagy  ${}^4\alpha\text{R} \rightarrow {}^2\alpha\text{T} \rightarrow {}^0\alpha\text{E}$ ,  ${}^2\alpha\text{A} \rightarrow {}^0\alpha\text{E}$ ,  ${}^4\alpha\text{R} \rightarrow {}^0\alpha\text{E}$ . Mint-hogy pedig a három bomlóssor az említett határtól kezdve analog, az egyik sor elemeinek ismeretes csoportszámát át lehet vinni a másik két sor megfelelő elemére is. Ezen ismeretes esetekből FAJANS az általános tételeket meg tudta állapítani. Az  $\alpha$ -sugárzás következtében keletkező elem két csoporttal kerül balra. Így a negyedik csoportban levő ioniumból fejlődő rádium a második csoportba, a belőle keletkező emanáció a 0 csoportba kerül. Ott, a hol az elemek természete régebben ismeretes volt, SODDY<sup>1</sup> már előbb is észrevette a törvényszerűségnek ezt a részét.  $\beta$ -sugárzás alkalmával a keletkező elem egy helylyel jut jobbra. A hol az elemek természete ismeretes volt, ez a tétel mindenütt bevált. Azóta pedig a radioaktív anyagok természetét már többen megvizsgálták. FLECK,<sup>2</sup> továbbá FAJANS és BEER<sup>3</sup> több elem természetét tisztázták, összes eredményeik az előbbi szabálylyal megegyeznek. A megvizsgált elemek a periodusos rendszernek valóban arra a helyére kerülnek, melyet az előbbi törvény alapján elfoglalnak.

Ezen törvény ismerete után FAJANS megoldotta azt a függőben levő feladatot, hogy a radioaktív elemeket a periodusos rendszerbe foglalja. Az összes radioaktív elemek nagy atómsúlyuknál fogva, a rendszer utolsó két sorába jutnak. A III. táblázatban ez a két sor látható. Ekkor a periodusos rendszernek egészen új sajátosságával találkozunk. Míg azelőtt minden helyre csak egy elem került, most ugyanarra a helyre 2, 3, 4, 5, sőt 6 elem is jut. Egy-egy ilyen elemhalmazt FAJANS *plejád*nak nevezett el. Az egy plejádba tartozó elemeket semmiféle módszerrel sem sikerült egymástól elválasztani, bár ezt többen megkísérelték. Így pl. a II. csoport utolsó sorában levő mezothorium I. és rádium egymástól nem különíthető el. A kémiai eljárásokban az ilyen plejád mint egy elem szerepel, a benne levő elemeket külön-külön csak sugárzásukból ismerhetjük fel. A plejád elemei nem egyforma mennyiségben vannak együtt. A régi radioaktív kőzetekben azok az elemek vannak túlsúlyban, a melyek leglassabban bomlanak fel. A plejád nemcsak rádió-

<sup>1</sup> SODDY, *Chemie der Radioelemente*, 1912, 61. lap.

<sup>2</sup> *Chemical News*, 1913, 107. köt., 68. lap.

<sup>3</sup> *Die Naturwissenschaften*, 1913, 1. köt., 339. lap.



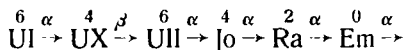
aktív anyagokat tartalmaz. Így a IV. csoport utolsóelőtti sorában az ólom öt más elemmel került össze, az V. csoportban pedig a bizmut-plejád még 4 elemet tartalmaz.

A periodusos átalakulás azonnal feltűnik, ha az urán bomlássorában levő elemek csoportszámát egymás után leírjuk:

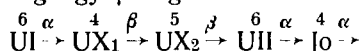
$$\underbrace{645642064564564}$$

Ezen sorban 64564 háromszor fordul elő. A bomlás tehát visszatérő módon következik. De a bomlás rendje meghatározza az elem helyét a periodusos rendszerben, és így a bomlás rendjének visszatérő voltából a táblázat periodusos természetű is következik, egyelőre legalább az utolsó két sorra, melyekben az átalakuló elemek vannak.

FAJANS törvényéből több lényeges és felette érdekes következtetést lehet vonni. Ez vezetett arra a gondolatra, hogy az urán régebben használt bomlássorában:



az UX és UII között még egy  $\beta$ -sugárzó elemnek kell lennie:



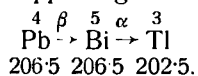
Ezt az elemet valóban meg is találták, a mint Közlönyünk más helyén részletesebben ismertettem.<sup>1</sup>

A másik nagyon fontos következtetés a radioaktív bomlássorok végső elemeire vonatkozik. Az urántartalmú ásványokban mindig van ólom, és pedig az ólom mennyisége egyenesen arányos az uránéval. RUTHERFORD mérései szerint az ólom az urán 0.4%-a. Ebből és egyéb körülményekből úgyszólván biztosan állíthatjuk, hogy az uránsorozatnak végső, már nem radioaktív eleme az ólom, mely a Rádium F-ből közvetlenül keletkezik. Ezt 2. táblázatunk is így tünteti fel. Ezen felfogás alapján azonban az ólom atómsúlyát előre kiszámíthatjuk az uránéból. Említettem, hogy  $\alpha$ -sugárzás folytán az atómsúly 4-gyel csökken, míg  $\beta$ -sugárzásnál az atómsúly változatlan marad. Az UI atómsúlya 238.5. Ebből nyolcz  $\alpha$ -sugárzás után keletkezik az ólom, és így az ólom atómsúlya  $238.5 - 4 \times 4 = 206.5$ . Másrészt a ThC<sub>2</sub>-ből keletkező elemet ThD<sub>2</sub>-nek nevezzük, mely a Pb-mal egy plejádba kerül. A ThD<sub>2</sub>-t még nem sikerült megtalálni. Ez azt mutatja, hogy nagyon lassú bomlásúnak kell lennie. Chemiai tulajdonságai megegyeznek az óloméval, tehát a chemiai vizsgálatokban a ThD<sub>2</sub> ólomnak mutatkozik. Atómsúlya számítás útján 208.5. Így arra a meglepő eredményre jutunk, hogy kétféle ólom van, az egyik az uránból fejlődő, atómsúlya 206.5, a másik a thoriumból keletkező, atómsúlya 208.5. Az ólom közvetlenül megmért atómsúlya 207.1, tehát az előbbi

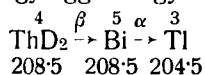
<sup>1</sup> 1913, 45. köt., 803. lap.

két érték közé esik. Ezt könnyen megmagyarázhatjuk, ha a közönséges ólmot az előbb említett kétféle ólom keverékének tekintjük.

Egy nevezetes lépéssel még tovább is mehetünk. A rádioaktív anyagokban mindig van bizmut is. Azt, hogy ez is a rádioaktív anyagokból fejlődik, atómsúlya (208·0) is valószínűvé teszi. Ez az érték nagyon közel van a ThD és a ThD<sub>2</sub> atómsúlyához (208·4). De a bizmut ThD-ből, vagy ThD<sub>2</sub>-ből nem keletkezhetik, mert ezek β-sugárzók, és így a belőlük keletkező elem csak a IV. vagy V. csoportban lehet, holott a Bi a VI. csoportba tartozik. Ha tehát a Bi a bomlássor eleme, akkor csak a Pb-ből származhat, és pedig β-sugárzás következtében, mert a thoriumólom, vagyis a Pb és a Bi megegyező atómsúlyúak. A rádioaktív anyagokban mindig van thallium is, melynek atómsúlya éppen 4 egységgel kisebb a bizmuténál, és így azt képzelhetjük, hogy a Th a Bi-ből keletkezik α-sugárzás következtében. Így tehát az előbbi sorokat a következőképpen egészíthetjük ki:



Ennek az átalakulásnak nemcsak az uránból származó ólom van alávetve, hanem a thoriumból fejlődő ólom (ThD<sub>2</sub>) is, csak hogy itt az előbbieket szerint az atómsúlyok mindenütt két egységgel nagyobbak:



A bizmut közvetlenül megmért atómsúlya (208·0) e két érték közé esik, tehát a közönséges bizmutot is az uránból és thoriumból fejlődő bizmutfajok keverékének tekinthetjük.

Mikor átalakulásokról beszélünk, mindig csak a periodusos rendszer utolsó két vízszintes sorára hivatkozunk, mert a rádioaktív elemek, melyekről tudjuk, hogy átalakulnak, csakis ebbe a két sorba jutnak. Miként láttuk, e két sor megszerkesztése tisztán az átalakuláson, a rádioaktív bomláson alapszik. Ez az eredmény azt a gondolatot keltheti, hogy esetleg a többi elem is egymásból fejlődik, bár itt az átalakulást kísérletileg kimutatni nem tudjuk.<sup>1</sup> E felfogás szerint a periodusos rendszer az elemek bomlásában rejlő FAJANS-féle törvényszerűségeken alapszik. De vajon minden elem rádioaktív? Sokszor vizsgálták már, vajon a közönséges elemeken lehet-e sugárzást észlelni. Valóban minden anyag kis mértékben sugárzó. De ez még nem dönti el a kérdést, mert lehetséges, hogy ezt a sugárzást a vizsgált anyaghoz keveredő kis mennyiségű rádioaktív elem idézi elő. De ha a sugárzás magának az elemnek tulajdonsága, akkor a sugárzás gyenge voltából azt következtethetjük, hogy azok az elemek, a melyeket közönségesen nem szoktunk rádioaktívoknak nevezni, nagyon lassan bomlanak fel. Tapasztalatilag

<sup>1</sup> FAJANS, Berichte der Deutschen Chemischen Ges., 1913, 46. köt., 422. lap.

e kérdést eldönteni máig még nem sikerült. A rádioaktív anyagokról tudjuk, hogy az, a mit chemiailag egy elemnek mondunk, a megegyező chemiai tulajdonságú elemek keveréke, t. i. plejád. Azt is láttuk, hogy a *Pb*, *Bi* és *Tl* is valószínűleg több elemnek keveréke, így az ólom az uránólm és thoriumólm keveréke. Lehetséges tehát, hogy a periodusos rendszer többi helyén is plejád van, és így az, a mit mi jelenleg aranyanak mondunk és egyszerű anyagnak tekintünk, többféle, chemiailag teljesen egyező elemnek keveréke. Éppen úgy, mint az ólom atómsúlya csak középértéke az említett kétféle ólomatómsúlyának, a közönséges elemek atómsúlyát is ilyen középértéknek foghatjuk fel.<sup>1</sup>

Ennek a felfogásnak alapján könnyen megérthető némely szabályszerűség, melyet már régebben ismerünk. Így pl. RYDBERG-nek feltűnt, hogy az első két vízszintes sorból az elemeknek két olyan sorát lehet összeválasztani, hogy az egymásután következő elemek atómsúlya 4-gyel különbözzék. E sorok: Li, B, (N), F, Na, Al, Pb, Cl, a másik pedig He, (Be), C, Ne, Mg, Si, S. De ezek az elemek a periodusos rendszerben éppen két csoporttal térnek el egymástól, miként az  $\alpha$ -sugárzó anyagok. Az előbbi felfogás alapján tehát ezen elemek egymásból  $\alpha$ -sugárzással állhatnak elő. A különbség nem pontosan, hanem csak nagy közelítéssel 4, de ennek az lehet a magyarázata, hogy az atómsúlyok középértékek. Ha tehát azt a törvényt, mely a rádioaktív anyagok bomlásán uralkodik, a közönséges elemekre is kiterjesztjük, a periodusos rendszernek olyan egyszerű alapját kapjuk, a mely az utolsó két sorban levő rádioaktív anyagoknál tapasztalatilag is igazolható.

Mende Jenő.

## Termesztett növényeink egyenlőtlen munkavégzésének problémája.

PFAUNDLER 1902-ben kiszámította, hogy ha a Nap energiamennyiségét, melyet a Föld felületére sugároz ki, évenként és hektáronként 6630000000 kkalóriában állapítjuk meg, ebből a növényvilágnak 5300000 kkalória áll rendelkezésére táplálóanyagok létrehozására. Ezzel szemben PFAUNDLER szerint az ember táplálóanyagenergiáját 1095 kkalóriában véve fel (holott a fiziológia mai tanítása szerint átlagban 2464 kalória LIEBIG és VIERORDT, 2732 HELMHOLTZ, 2985'6 RUBNER és D'ARSONVAL, 2719 ATWATER számításai alapján), egy hektár terület földön, kerek számban, öt ember élhet meg.

SACHS szerint azonban a növény a Nap sugarainak, melyek leveleit érik, csak mintegy 0'8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át, DETLEFFSENS szerint pedig csak 0'3—1'1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át hasz-

<sup>1</sup> Verhandl. d. Deutschen Phys. Ges., 1913, 15. köt., 240. lap.

nálhatja fel az asszimiláció (áthasonítás) munkájára, melynek eredményeként a növényt alkotó szerves vegyületek (növényi fehérjék, zsírok, szénhidrátok stb.) keletkeznek. Vagyis táplálószerű, tápanyagenergiául ennek is csak bizonyos százaléka szolgál, úgyannyira, hogy a PFAUNDLER kiszámított értékeitől a gyakorlat eredményei messze eltérnek.

Az emberiség rohamos szaporodása következtében növekedő világ-fogyasztással már nem tart arányt a világ mezőgazdasági termelésének növekedése. MALTHUS RÓBERT tanait s CROOKES WILLIAM jóslásait korunk nehéz megélhetési viszonyai is már-már igazolják.

Érdekes példa erre az Egyesült-Államok fogyasztásának növekvése. STRAKOSCH feljegyzései szerint ugyanis az Egyesült-Államok gabona-termése 1880-tól 1903-ig 1123741 millió bushellel, vagyis 41·5%-kal emelkedett s mégis az 1880. évi 1341 millió koronát érő liszt- és gabonakivitel 1903-ban 1105 millió koronára csökkent, annyira növekedett a lakosság fogyasztása. RYBARK számításai szerint pedig a németországi mezőgazdaság összes termelése 1800-tól 1900-ig 212%-kal emelkedett, a mi Németország mai népességére vonatkoztatva csak 33% termelési többletet jelent.

Arra, hogy egyes országokban a termelés a fogyasztás arányában növekedjék, két mód áll a mezőgazdaság rendelkezésére; egyik az, hogy a mezőgazdaságilag művelhető földek területét növeljék, miként ezt Németország is tette, 1800-tól 1900-ig 43%-kal gyarapítván szántóföldjeinek területét; a másik az, hogy ugyanazon a szántóföld-területen a termésmennyiséget különböző okszerű eljárásokkal fokozzák. Az első mód egyszerűbb és közvetlenebb, de ha a művelhető területek már mind le vannak foglalva, a gyarapítás lehetetlen. Így homloktérbe lép a második mód: t. i. törekedni kell a termelés mennyiségét növelni. Ez bár korlátok közé van szorítva, mégis az egyedüli békésen megvalósítható eljárás.

Arra nézve, hogy a termés mennyiségének növelése miként lehetséges, STRAKOSCH SIEGFRIED-nek az utolsó években méltán nagy feltűnést keltő művecskéje<sup>1</sup> igyekszik tájékoztatni, melynek gondolatmenetét a következőkben ismertetem.

Ha a vízi kulturák tápláló oldataiban felnevelt, különböző növények kémiai összetételét vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a mennyiségileg uralkodó alkotórészeket nem a tápláló oldatban levő sók képviselik, hanem a szén, illetve a szénnek különböző vegyületei, ú. m. keményítő, cukrok, növényi fehérjék stb., tehát olyan vegyületek, melyek a táplálóoldatban nem voltak benne és hogy e szerves vegyületek mennyisége az alkalmazott táplálóoldatok

<sup>1</sup> Das Problem der ungleichen Arbeitsleistung unserer Kulturpflanzen, Berlin, PAUL PAREY.

elhasználása mellett faj szerint különböző. Más szóval az élő, zöld növénynek megvan az a tulajdonsága, hogy a széndioxidot a levélzöld (chlorofil) segítségével, a napfénytől támogatva szétbontja, a szenet víz közbejöttével átalakítja szénhidrátokká, míg az oxigén felszabadul. A növénynek e tulajdonsága faji természetű, vagyis ugyanazon talajtáplálék elhasználása mellett a különböző fajú növények különböző mennyiségű szerves anyagot termelnek, anyagasszimiláló tehetségük tehát mennyiségileg ellenőrizhetőleg különbözik egymástól.

A mezőgazdaságra nézve tehát, melynek alaplétfeltétele éppen a növények asszimiláló tehetsége, illetve ennek a tehetségnek okszerű fejlesztése, felette fontos, hogy a növényeknek e fajtól függő viszonylagos tehetségét szigorúan mennyiségileg meghatározzuk, illetőleg számértékekben kifejezzük. Ha ez lehetséges, a mezőgazdaság kezében volna a megoldás kulcsa, a mennyiben a növényeknek csakis ama fajtáit természeténél, a melyek a legkisebb mennyiségű táplálóanyag fogyasztása s ugyanazon mennyiségű munka. töke stb. elhasználása mellett, a táplálkozásra használható legnagyobb mennyiségű szerves anyagot teremnék.

A tiszta nyereség megállapítása úgy látszik nem czélszerű az asszimiláció mértékeül. A gazdasági kiadásnak és bevételnek a legkülönbözőbb körülményektől (időjárás stb. stb.) függő ingadozása azt mutatja, hogy a fenti érték összehasonlítás szempontjából teljesen megbízhatatlan. Erre a célra — a függő változók lehető kiiktatása végett — a viszonylagos asszimiláló tehetség meghatározása céljából alkalmazza STRAKOSCH az asszimilációhatás, vagyis az *asszimilációs érték* fogalmát. „Az asszimilációs érték oly hányados, mely kifejezi azt a viszonyt, mely a növény által bizonyos meghatározott területről előállított hasznavehető anyag és az elfogyasztott talaj-táplálóanyag mennyisége között van.“

$$\text{Asszimilációs érték} = \frac{\text{Előállított hasznavehető anyag}}{\text{Elfogyasztott talajtáplálósó.}}$$

Az asszimilációs érték tehát a növény munkaképességének mennyiségi meghatározása. Ezeknek az értékmenyiségeknek meghatározása azonban nehézségekbe ütközik. Így első sorban az előállított hasznavehető anyagnak, a felhasználható termésnek értékelése nem biztos. „Az egyes javak becslése mindig hasznuk szerint történik“ (Philippovich); a hasznos növények termése tehát csakis táplálóértékük alapján történhetik, mert az egyes adatok csakis így hasonlíthatók össze. S bár az egyes államok művelhető területeinek több mint fele (Ausztria-Magyarországnak 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a, Franciaországnak 64·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a, Németországnak 65·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-a) szántóföld és rét s bár az élettannak a táplálko-

zással foglalkozó része az utolsó években rohamosan fejlődött, mégis a táplálószeresek élettani haszonértékének meghatározása tekintében alig vagyunk túl a kezdeten. Valamivel kedvezőbbek a viszonyok az állati takarmányok kalorikus értékeinek meghatározásánál. Ehhez járul még, hogy a fogyasztó közönség a táplálószeresek értékelésének dolgában nagyon tájékozatlan és még ma is „az élelmiszerek táplálóértékét súly és térfogat szerint állapítja meg“, jegyzi meg KÖNIG, „azt híven, hogy ha egy nagy halom főzelék, vagy burgonya van előttünk, egyúttal egy nagy tömeg táplálóanyagot juttatunk szervezetünkbe“.

Hasonlók az esetek a talaj tápláló anyagainak meghatározásánál is, hol a trágya- és táplálóanyagszükséglet között, mint nem azonos fogalmak között, kell éles határt vonnunk.

A fogalmaknak egyrészt ingadozó, másrészt nem helyes meghatározása vezet azután a termelő és fogyasztó közötti folytonos nézeteltérésre, mert a közöttük levő kölcsönös kapcsolat — az értékek hibás magyarázata következtében — egyik félnek mindig kárát okozza, pedig a helyes elv ez: „a földművelőnek megfelelő díj fáradságáért és költségeiért, a népnek pedig olcsón előállított táplálószer“.

STRAKOSCH az asszimilációs érték két mennyiségének meghatározását, az említett ingadozásoknak lehető szűk körre való korlátozásával, a következő módon kísérli meg.

Tekintettel arra, hogy az összes növényi termékeket, termésök legkülönbözőbb volta miatt, ugyanabból a szempontból — a hasznosság alapján — elbírálni nem lehet, STRAKOSCH megelégszik az emberi táplálószereseket s az állati takarmányokat szolgáltató növények termésének érték meghatározásával, jellemezve a RUBNER által bevezetett „élettani haszonérték“, vagyis azon energiamennyiség alapján, melyet a táplálékban felvett alkotórészek a szervezetben kifejteni képesek. A táplálószeresek értékének meghatározására többféle módszert használnak. A legegyszerűbb ezek közül a táplálóértéknek kaloriméteres úton való meghatározása, megállapítva hőegységekben azt a hőmennyiséget, melyet a táplálószer a szervezetben való elégeésekor szolgáltat. A táplálószeresek 3 főalkotórészét kalóriákban fejezve ki, a következő értékekhez jutunk: a fehérje égéshője 4834 kalória, a zsír 9300 kalória és a szénhidráté 4000 kalória, vagyis a három táplálóalkotórész viszony száma: 1·2 : 2·3 : 1, állandó. Minthogy pénzértékük a nagyon változó piaci áráktól függ, pénzértékek viszony száma is változó, így WOLFF szerint 3 : 2 : 1, KÜHN szerint: 6 : 2·4 : 1, GOLTZ szerint 6 : 4 : 1, KÖNIG szerint 5 : 3 : 1, WAGNER, FLEISCHMANN szerint 5 : 3 : 1, HEINRICH szerint 5 : 4 : 1, HENNEBERG szerint 3 : 1 : 4 : 1 stb. stb. Az energiaforgalom mai állása szerint kétségtelen ugyan, hogy a szervezet által termelt energia a szervezetben az által keletkezik, hogy a táplálószeresek potenciális energiája aktuálissá válik, vagyis a tápláló-



szerek az állati testben ugyanannyi hőt szolgáltatnak, mint mikor kaloriméterben égetjük el őket. Csakhogy ez a nyers energiamennyiség az állati testben nem használódik ki teljesen s kihasználása is — fajok szerint — változik úgy, hogy szükségesnek látszott a felhasznált tiszta kalóriák megállapítása. A kísérletek azonban ez irányban még nem befejezettek.

Egy másik út a táplálószernek osztályozása, emészthetőségük szerint „táplálóegységek“ alapján. Az emészthetőség meghatározásánál fontos szerepe van azonban az állatfajnak, a mennyiben végeredményben nagy különbséget okoz, hogy a táplálószer a húsevők testsúlyának 5—6%-át, vagy a növényevők 15—20%-át (tehénnél a bélcsatorna a test hosszának 20-szorosa, juhnál és kecskénél 27-szerese, disznónál 14-szerese, lónál és szamárnál 11—12-szerese) kitevő hosszú bélcsatornán át jut-e keresztül. (Az emberé 7—8%.) Továbbá az emészthetőség értéke változik az állatfajok, ugyanazon faj különböző fajtái s ugyanazon fajta különböző egyénei szerint, még pedig az életkortól, nyugalmi, vagy dolgozó állapottól függően, valamint változik a táplálóanyagokat magukban foglaló növények különböző fajtái szerint is úgy, hogy tisztán csak „az emészthető táplálóanyagok mennyisége“, mint ezt KELLNER kifejezi, „tekintet nélkül hatóképességükre, takarmányszámítás alapjául nem szolgálhat“.

STRAKOSCH azon az alapon, hogy a fenti két módszerrel megállapított eredmények még korántsem mondhatók befejezetteknek, továbbá tekintettel arra, hogy a végrehajtott kísérleteket legnagyobb részben állatokkal végezték, s mert az állatoktól felvett táplálóanyagok, mint állati termékek: tej, zsír, gyapjú, hús vagy állati munka ismét az ember szolgálatába jutnak, alapmértékül a növényi termékek élettani haszonértékét — az állati testben kifejtett hasznossági koefficiensük alapján — állapítja meg. S miután KELLNER O. a takarmányok nagy részén szabatos élettani kísérletekkel határozta meg azoknak termelőképességét, a számításokon alapuló emésztési módszerek helyett KELLNER „keményítőérték“-elméletét fogadja el, mely KELLNER-nek ama megfigyelésén alapul, hogy 100 g keményítőliszt, vagy más hasonló polyszakharid 24·8 g testzsírt létesít.

1 kg megemésztett keményítőlisztből lesz	248 g testzsír
1 „ „ nyerscukorból lesz	188 „ „
1 „ „ nyersrostból lesz	253 „ „
1 „ fehérjéből lesz	235 „ „

Vagyis meghatározott takarmánnyal takarmányozva, a test zsírbeli növekedése csak négygyel szorzandó, hogy megkapjuk a takarmány „keményítőértékét“. Ha a „keményítőérték“ egységét pénzben fejezzük ki, a mi KELLNER szerint 1 kg „keményítőérték“ mennyiségben 15.67 pf., 1 kg

emészthető fehérje pedig 24.98 pf (németországi árakat véve fel), megkapjuk az asszimilációs érték számlálójának pénzbeli értékét.<sup>1</sup>

Az „asszimilációs érték“ kiszámításánál fontos még a növény által a termelés céljából elfogyasztott táplálóanyag értékének pontos megállapítása. Mikor ezt az értéket meg akarjuk állapítani, éles különbséget kell tennünk: a trágyaszükséglet, mely változó és a táplálóanyag-szükséglet között, mely minden egyes növényfajra állandó mennyiségű. A trágyaszükséglet ugyanis a különböző fajta növénynek a különböző tápláló anyagok iránt tanusított különböző abszorbeáló tulajdonságán alapszik. Egyesek könnyebben, mások nehezebben veszik fel ugyanazon talaj táplálóanyag-tartalmából a szükséges mennyiséget. Ezt nevezzük a növények trágyaszükségletének. De ez is az időjárásnak, a növény művelésének, a talaj fizikai szerkezetének stb. állandó hatása alatt áll. A táplálóanyag-szükséglet azonban állandó, jelezvén vele azt a táplálóanyag-mennyiséget, melyet a termés a talajból vesz fel. Ezért a fogyasztási érték meghatározásánál csakis ez utóbbi jöhet tekintetbe. E mennyiséget kémiai elemzés segítségével határozzák meg s a végértékeket: „trágyaegységek“-ben fejezik ki. Az elfogyasztott vagy elhasznált táplálóanyag pénzértékének megállapításánál, tekintettel arra, hogy az egyes trágyák hatóanyagainak értéke is változik, a különböző trágyák szerint (pl. WAGNER szerint, ha a nitrogén a salétromsavas nátriumban 100, akkor a kénsavas ammoniumban 88, a fel nem tárt perui guanóban 80, a vérlisztben 69, a halguanóban 64, a szarúlisztben 63, a húslisztben 54 s a gyapjúporban 33). STRAKOSCH elfogadja SETTEGAST ajánlatát s alapegységül az istállótrágya piaci árát véve fel, annak értékét a benne foglalt nitrogén és ásványi alkotórészek szerint határozza meg. Minthogy a talajban nagymennyiségű alkalcium és a magnézium, kén és vas pedig csak igen kis mértékben vonódnak el a talajtól, a számítás egyszerűsítéseül elégséges, ha csakis a nitrogén, káli és foszforsav mennyiségére vagyunk tekintettel. Mellőzve EBERT-nek, GOLTZ-nak és WOLFF-nak számításait, STRAKOSCH 1900—1905-ig végzett átlagszámításai alapján a káli, foszforsav és nitrogén 1 kg-jának értékét (németországi árakat véve fel) 17.8 pfennig, 28.2 pf, 121 pf-ben állapítja meg, melyeknek viszonya 1 : 1.56 : 6.85. A növény táplálóanyag fogyasztásának pénzértékét megkapjuk, ha a növény káliumfogyasztását 17.8-del, foszforsavfogyasztását 28.2-del és nitrogénfogyasztását 121-el sokszorozzuk, midőn a mi pénzértékviszonyaink alapján 21.4 fill., 33.8 fill. és 145.2 fillérhez jutunk.

<sup>1</sup> A takarmányok „keményítőértékének“ kiszámítása pénzértékekben egyszerű, ha a takarmány „keményítőértékét“ 100 kg-onként 15.67 pf-gel számítjuk s hozzá minden kg „emészthető fehérjére“, minthogy ez az emésztésnél, hús- és tejképződésnél külön veendő tekintetbe, még 10.25 pf-et adunk hozzá. (1 kg emészthető fehérje „keményítőértéke“ 0.94. Vagyis 15.67 - 0.94 · 14.73 és 24.98 - 14.73 = 10.25.)

Kivételek ez alól pillangós virágúak, melyeknek nitrogénfogyasztása a HELL-RIEGEL által megállapított szimbiózis hatásaképpen = 0.

Elosztva az ily módon megállapított felhasználható anyagtermés értékét a talajból kivett táplálóanyagmennyiség értékével, megkapjuk az „asszimilációs értéket“, vagyis azt a viszonzyszámot, hogy mily mértékben értékesítette a növény az elhasznált táplálóanyagokat, a mi pedig a növény munkabírásának ismertető jele. Ennek megvilágítására közlöm STRAKOSCH-nak a termesztett növényeinkre kiszámított táblázatából a minket is érdeklő adatokat.

A 168. és 169. lapon közölt számokból érdekes következtetésekhez juthatunk, melyeket helyesen felhasználva kimélhető a talaj és fokozható a termés mennyisége is. Ugyanis a növényeknek a talaj fizikai és chemiai tulajdonságaira gyakorolt hatása vezetett a vetésforgós gazdálkodásra, midőn az elővetés mintegy előkészíti az utána következőnek feltételeit, hogy a növény igényei s a gazdasági kívánalmak között lehetőleg összhang létesülhessen. Ezt az összhangot THAER az ő vetésforgójával (kapásnövény—tavaszi vetés—lóhere—őszi vetés—hüvelyesek—őszi vetés) igyekezett elérni; minthogy azonban a növények biológiai törvényeire nagyobb súlyt helyezett, az elméletileg várt eredményeket nem érte el. LIEBIG pedig THAER-rel ellentétben azt hitte, hogy az ásványi műtrágyákat alkalmazva, magát a vetésforgó biológiai törvényei alól felszabadítja, miért is eredménye, tekintettel a talaj fizikai-chemiai s biológiai egyensúlyára, szintén nem közelítette meg az eszményit, mert a gazdasági föltételeknek túlságosan kedvezett. STRAKOSCH e két elmélet között, a vetésforgó alkalmazásában az „asszimilációs érték“ fogalmának tekintetbe vételével ismeri fel a legjobb utat. Közölt táblázatában pl. az angol perje (*Lolium perenne*) értéke 46, a mezei komócsin (*Phleum pratense*) 68, vagyis ugyanazon talaj táplálóanyagfogyasztása mellett a *Phleum* másfélszer annyi hasznos anyagot termel, mint a *Lolium*. A lóbab táplálóanyagtartalma körülbelül négyszerese a rozsnak, a sójababé pedig hétszerese, a mi ismét más mellékkörülmények tekintetbe vételével arra serkent, hogy a hüvelyeseket nagyobb mértékben kell termelni, miután rendkívül magas asszimilációs értékük eddigi mellőzésüket megmagyarázhatatlanná teszi. (Németországban a hüvelyesek számára alig fordítják a szántóföld 3·5%-át stb.) A burgonya „asszimilációs értéke“ csekély, 149, a cukorrépáé sem nagy, 257; de ez utóbbi, használható anyagának jóval nagyobb ára miatt, nagyon meghalálja a ráfordított költséget. Egyébként a cukorrépa asszimilációs értéke, szemben a takarmányrépáéval, érdekes példája, hogy a kiválasztásnak mily nagy hatása van a növény élettani munkavégzésére. A gabona-növények között a kukoriczának van legnagyobb munkabírása, miért is STRAKOSCH — SEMLER megfigyelései alapján — azt ajánlja, hogy a burgonya helyett nagyobb mértékben termeljék. A rozs, buza, árpa és zab 100 : 103 : 114 : 95 arányban viszonylanak egymáshoz, mi viszont azt bizo-

A termesztett növény neve	Középlermés ad hektáronként kilogrammban	Középtermésben van	
		Keményítő-érték	
		egyenként	összesen
kilogramm			
Rozs ( <i>Secale cereale</i> L) ... ..	{ 2,100 szemet 5,000 szalmát 300 pelyvát	1497·0 530·0 66·0	2093·0
Buza ( <i>Triticum vulgare</i> L) ... ..	{ 3,000 szemet 4,000 szalmát 450 pelyvát	2139·0 436·0 109·0	
Árpa ( <i>Hordeum vulgare</i> L) ... ..	{ 2,500 szemet 3,000 szalmát 500 kalászt	1800·0 570·0 122·5	2492·5
Zab ( <i>Avena sativa</i> L) ... ..	{ 2,400 szemet 3,600 szalmát 350 pelyvát	1432·8 612·0 100·1	2144·9
Kukoricza ( <i>Zea Mays</i> L) ... ..	{ 4,500 szemet 6,500 szalmát 1,500 csutkát	3677·5 1319·5 316·5	5303·5
Lóbab ( <i>Vicia Taba</i> L) ... ..	{ 3,400 magot 3,200 szalmát 900 hüvelyt	2264·4 614·4 196·2	3075·0
Sójabab ( <i>Soja Hispida Mönch</i> L) ...	{ 2,800 magot 700 szalmát	2349·2 1134·0	3483·2
Rizs ( <i>Oryza sativa</i> L) ... ..	{ 3,000 szemet 3,000 szalmát 500 pelyvát	2460·0 405·0 125·0	2990·0
Burgonya ( <i>Solanum tuberosum</i> L) ...	{ 25,000 gumót 3,000 levelet	4750·0 759·0	5509·0
Czukorrépa ( <i>Beta vulgaris</i> L) ... ..	{ 35,000 répát 7,000 levelet	5530·0 2254·0	7784·0
Takarmányrépa ( <i>Beta vulgaris</i> L) ...	{ 50,000 répát 13,000 levelet	3150·0 689·0	3839·0
Vörös lóhere ( <i>Trifolium pratense</i> L)	28,000 zölden	—	2716·0
Luczerna ( <i>Medicago sativa</i> L) ... ..	32,000 zölden	—	2912·0
Repcze ( <i>Brassica Napus oleifera</i> L)	{ 24,000 magot 5,000 szalmát 1,700 beczőt	3127·2 760·0 215·9	4103·1
Mezei komócsin ( <i>Phleum pratense</i> L)	26,000 zölden	—	3640·0
Angol perje ( <i>Lolium perenne</i> L) ...	18,000 zölden	—	1908·0

hektáronként		A termés értéke márkában kifejezve	Egy hektár területéről elvont			A táplálóanyag-fogyasztási értéke márkában	Asszimilációs érték	Asszimilációs érték átszámítva roszegységekre (Rozs = 100)	Középtermés termésének többletértéke a fogyasztási kiadásoknál hektáronként márkában									
Emészthető fehérje			K <sub>2</sub> O káli	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> fosz-forsav	N nitrogén													
egyenként	összesen																	
kilogramm																		
182·7 2·0 2·1	186·8	347	56·74	32·08	62·70	94.—	3·7	100	253.—									
270·0 — 4·05										274·05	449	44·60	34·41	84·84	121.—	3·8	103	328.—
152·5 1·8 2·5																		
172·8 3·6 4·9	181·3	355	76·93	27·08	67·52	103.—	3·5	95	252.—									
297·0 84·5 18·0										399·5	1240	127·0	50·05	106·50	165.—	7·4	211	1075.—
656·2 102·4 3·6																		
733·6 210·0	943·6	643	70·49	50·32	—	26.—	24·7	668	617.—									
165·0 36·0 0·5										201·5	490	31·54	18·28	29·44	46.—	10·6	286	444.—
25·0 27·0																		
105·0 98·0	203·0	1241	160·16	35·21	77·0	131.—	9·5	257	1110.—									
50·0 130·0										180·0	620	295·61	51·35	129·0	223.—	2·8	76	397.—
—																		
—	544·0	512	144·64	52·12	—	40·42	12·6	340	503·58									
331·2 35·0 18·7										384·9	682	95·50	58·34	113·76	171.—	3·9	105	511.—
—																		
—	234·0	323	247·32	63·0	104·40	188.—	1·7	46	135.—									

nyítja, hogy az árpa a zabbal szemben elsőbbségben van. Már ez a néhány felsorolt adat is erősen tanúskodik a mellett, „hogy mai vetésforgóink még elég teret nyitnak az asszimilációs érték hatására“ — a Nap által percenként és 1 m<sup>2</sup>-ként 37 kalóriát kisugárzó hő okszerű felhasználása szempontjából — és hogy „az a viszony, melyben természetett növényeinket termeljük, nincs változatlanul megadva“. E szerint növényeinknek — a vetésforgónál tekintetbe vett — egyenlőtlen munkavégzése „lehetségessé teszi a termés hatalmas emelkedését a nélkül, hogy költségtöbbletet, az értékes talajtöket nagyobb mértékben kellene igénybe venni“.

Ennek bemutatására STRAKOSCH számítást közöl egy, Németország gazdasági, éghajlati s topografiai helyzetével egyező képzelt államra nézve, melyben a jelenlegi viszonyok szerint, minden 1 márka értékű elfogyasztott talajtáplálóanyagra, 3.87 márka fiziologailag használható anyag terem, s kimutatja, hogy az általa képzelt államban az „asszimilációs érték“ helyes felhasználásával a legjobb munkás növényeket termelve, minden egyes márka elhasznált táplálóanyag 5.72 márka élettanilag használható anyagot fog létrehozni, mi az egész terület élettani hasznóértékét 46%-kal fogja emelni, mi pénzértékben több, mint 3 milliárd márkát jelent.

Bár az élettani hasznóérték s a piaci érték közt fennálló jelenlegi különbségek, továbbá jelenlegi kulturállapotaink miatt, csak részleteiben lehet lesz is STRAKOSCH ajánlatát megvalósítani: annyit mégis el kell ismernünk, hogy STRAKOSCH a termés értékének megállapítását okszerűbb alapokra fektette s a célhoz közelebb juttatta, már pedig „The man — mondja DEAN SWIFT — who makes two ears of corn or two blades of grass to grow where only one grew before is a great benefactor to his country“.<sup>1</sup> *Dr. Irk Károly.*

## A múlt évi erdélyi szélvihar.

Tavaly május hó közepén közölték a napilapok, hogy május 13-ikán Szolnok-Dobokamegyében Bálványosváralja nevű községet rettenetesen elpusztította egy szélvihar. Hasonló hírek érkeztek Szolnok-Dobokának még néhány, továbbá Kolozs- és Maros-Torda vármegyének szintén több községéből. Hazánkban, sőt Európában a közelmúltban ehhez hasonló szélvihar nem dühöngött, melynek egész falvak estek áldozatául. A Kolozsvárra érkező hírek alapján a rendkívüli szélviharnak pályáját DR. CHOLNOKY JENŐ, az egyetemi földrajzi intézet igazgatója rajzolta meg. Iránya NW—SE volt. A szélvihar pályáját helyszíni vizsgálattal megállapítani, lefolyását, pusztítását megismerni, a pusztításról fotografiákat készíteni hárman vállalkoztunk, DR. SÁVOLY

<sup>1</sup> Az az ember, ki egy szem gabona, vagy egy szál fű helyett ugyanazon területen kettőt termel, nagy jóltevője hazájának.

FERENCZ asszisztens, az Orsz. Meteorológiai Intézet kiküldöttje, XANTUS JÁNOS, a kolozsvári egyetem ásványtani intézetének tanársegédje és én.

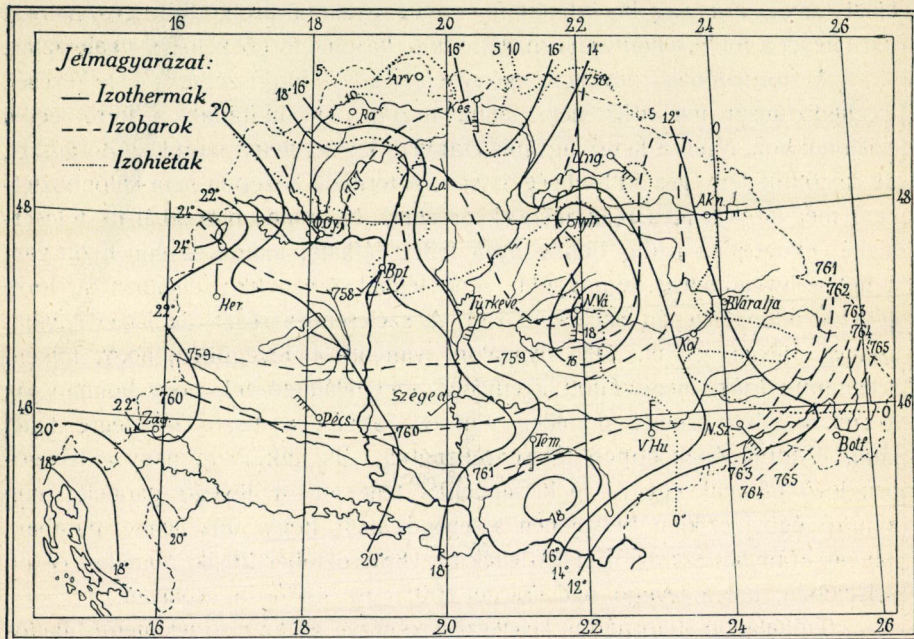
1912. május hó 18-ikán indultunk el Désről a SE-re levő Bálványos-váraljára s onnan kezdve hol szekérrel, hol gyalog végig mentünk a szélvihar pályáján egészen Székelyudvarhelyig, hol volt ugyan erős szél, de kárt nem tett. Székelyudvarhelyre május hó 24-ikén érkeztünk. Május hó 29-ikén elmentem Déstől NW-ra, Blenkemezőre, mely községnek vidékén először pusztított a szélvihar Erdély területén. Utunk alatt meggyőződünk, hogy a szélvész hatalmas tornádó volt. Ez a neve a meteorológiában Észak-Amerika rendkívül heves, aránylag kis átmérőjű és elég gyakran uralkodó forgószeleinek. Ezt a nevet a többi, a kontinensen előforduló, hasonló forgószelekre is alkalmazták.

A tornádónak nevezett mérsékelt égövi forgószelenek keletkezését, mechanizmusát ma még nem látjuk tisztán. Hasonlítanak a forró égövi ciklonokhoz. Mind a kettő ugyanis aránylag kis területre szorítkozó forgószelel, de közöttük lényeges különbség is van. A tornádó közepén nem különböztethető meg szélcsendes rész még akkor sem, ha nincsen szabályos tölcseralakú fellege; ha pedig benne ilyen fellege látható, akkor ez éppen ott van, a hol a levegőtömeg legnagyobb sebességgel örvénylik; ellenben a forró égövi ciklon közepén szélcsend van. A szélcsendes részt az ismert „vihar szeme“ néven jelölik. Oly nyugalom van itt a levegőben, hogy, miként szemtanuk írják, meggyújtott gyertyával sem található fel, hogy honnan jön a szél, a vihar szemében fellege nincsen, abban a tiszta kék égre lehet látni. A tornádónak éppen tölcser-fellegeből ítélhetjük meg, hogy a levegőben levő párának egy része kicsapódott, tehát ott a levegő páratelt; míg a forró égövi ciklon belsejében a levegő nem hogy dús lenne párában, hanem aránylag száraz. Ezt észlelték az 1882. október 20-iki Manilla-ciklon belsejében, hol a levegő nedvessége 100<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-ról 43<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-ra csökkent.

Túlhaladtok a tornádók keletkezésére nézve az az első tekintetre hihetőnek látszó felfogás, mely szerint a tornádókat az okozná, hogy a Föld felszínéhez közel levő, túlságosan felmelegedett s a felmelegedés ideje alatt nyugalomban levő levegőréteg gyorsan a fölötte levő hidegebb réteg fölé tódul. E felfogás szerint a mozgékony állapotban levő levegő alsó, könnyebb rétege ott, a hol valami a levegő egyensúlyát megzavarja, mintegy kürtőszerű nyíláson rohamosan törekszik fel, a mi azután örvénylő mozgásban nyilvánul. Hasonló a kép ahhoz, a mikor az edény alsó nyílásából kifolyó vízben örvénylő mozgást látunk. A levegő alsóbb rétegeinek hirtelen felmelegedése csak kis forgószeleket, „tornyokat, melyeket porból rakott a szél“, okozhat, hasonlóan a tűzvész támasztotta kis forgószelelhez. Az olyan hatalmas erővel megnyilatkozó tornádók az alsó levegőrétegekből nem támadhatnak; ezek a levegőtenger magasabb részeiből erednek, csak onnan nyúlnak lefelé, a mit a felülről lefelé mozgó, tölcseralakú felhő is elárul. A tornádók-

ban megnyilatkozó, örvénylő mozgást azért sem lehet kizárólag a fölfelé tóduló levegőből származtatni, mert ismerünk más fölfelé törő légáramlást, a melyben örvénylő mozgás nincsen. A felszálló légáramlásakor keletkező kumulusz felhők nincsenek örvénylő mozgásban.

A tornádó keletkezését úgyis magyarázzák, hogy két, egymás mellett elhaladó, különböző irányú szél függőleges érintőfelületén támad, mert ott forgó mozgás állhat elő, azonban az észlelések e föltevés ellen szólnak, mert gyakran a légtölcsér (tromba) által elpusztított hely közvetlen környékén, a légtölcsér átvonulása előtt, illetve átvonulásakor, vagy egyáltalában nem



1. rajz. A légnomás, hőmérséklet és csapadék eloszlása hazánkban. 1912. május 13-ikán reggel 7 órakor.

volt szél, vagy csak kis sebességű szél fújt. Két, egymás felett elhaladó, különböző irányú szél érintőfelületén sem támad tornádó.

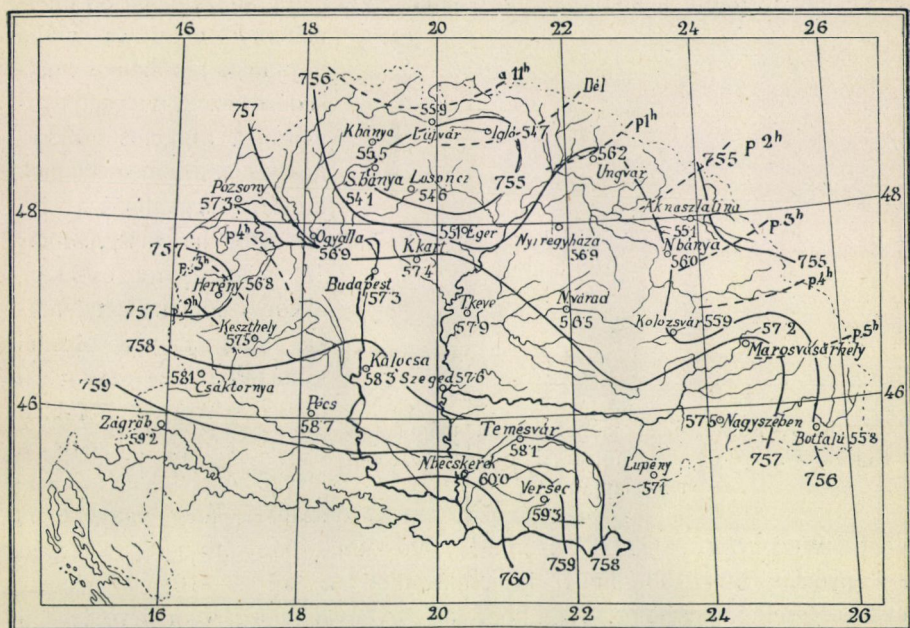
Mind a mellett, hogy az alsóbb levegőrétegeknek túlságosan meleg volta egyedül tornádót nem létesíthet, mégis úgy látszik, hogy úgy az előbb említett körülmény, valamint a levegőnek dús páratartalma kedvezhet annak, hogy a magasban létesült tűnemény a Föld felszínéig terjeszkedjék. Azonban a levegő alsóbb rétegeinek nem szükséges nyugalomban lenniök, minthogy a tapasztalatok szerint szeles időben is keletkezhetnek tromba, tornádó.

A tornádók leggyakoribbak Észak-Amerikában; itt azt tapasztalták, hogy azok rendszeren egy ciklonnak (= depresszióznak) délkeleti szögletében



keletkeznek és az eddigi megfigyelések szerint az óramutató mozgásával ellenkező értelemben örvénylett a levegő. Ezek alapján DAVIS W. a tornádók forgó mozgását a ciklonokéból származtatja. Való, hogy a tornádóknak a ciklonokkal és az ezekben jelentkező zivatarokkal némi kapcsolatban kell lenniök.

Miként a ciklonok, úgy a tornádók is az örvénylő mozgáson kívül haladó mozgást is végeznek. Ismeretes, hogy a mérsékelt égövi ciklonok, más szóval depressziók, W-ról E-felé haladnak. A tornádók haladása szintén keleties irányú. FINLEY az egyesült-államokbeli tornádókat felölelő munkájában 383-nak közölte haladásirányát:



2. rajz. Izobárok 1912. május 13-ikán délután 2 órakor és izobrontok ugyanazon a napon. — = izobárok, ..... = izobrontok. MASSÁNY ERNŐ szerint.

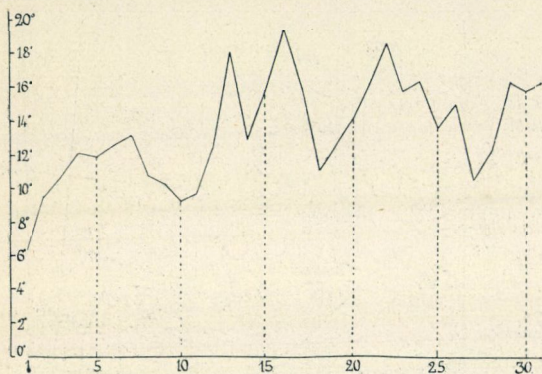
NE	SE	ENE	E	NNE	ESE	SSE
304	35	15	15	6	5	3 <sup>1</sup>

E szerint legtöbb tornádó NE-felé, már sokkal kevesebb, de az előbbi után a legtöbb SE-felé halad. Az 1912. május 13-iki erdélyi tornádónak is ez volt az iránya.

A levegő vízszintes irányú mozgásain kívül (örvénylés és tovahaladás) mind a ciklonban, mind a tornádóban felfelé is mozog. Még nem egészen tisztázott, hogy ez miként történik; de van olyan meteorológus is, pl.

<sup>1</sup> DURAND GREVILLE, Böen und Tornados; Meteor. Zeitschrift, XIV. köt., 11. lap.

VIALAY ALFRED,<sup>1</sup> a ki kétségbe vonja, hogy ciklon (forró égövi) közepén a levegő fölfelé szálljon. Annyi kétségtelen, hogy a levegő nyomása mind a ciklonban, mind a tornádóban egyaránt alacsony. Barográfok érdekesen világosítják meg, hogy a levegő nyomása mekkorát csökken egy-egy tornádó elvonulásakor. Az Északamerikai Unió Arkansas államában levő Little Rock meteorológiai állomáson a levegő nyomásának 21 milliméterrel való csökkenését és rögtönös emelkedését jelezte egy barográf az 1894. október 20-iki tornádó átvonulásakor. Még nagyobb légnyomáscsökkenés is ismeretes. Mikor 1898. október hó 2-ikán délután 1 órakor Bizerte kikötője felett elhaladt egy tornádó, a kikötőben levő egyik hajó barográfja hirtelen 35 milliméternyi esést és utána ugyanakkora rohamos emelkedést jelezte. A levegő nyomásának rohamos csökkenésével jár a hőmérsékletnek hirtelen megváltozása is: és pedig ha a légnyomás 10 milliméterrel csökken, akkor a hőmérséklet 1 fokkal száll alá; a bizertei tornádóban e szerint a hőmérsékletnek 3-5 fokkal kellett esnie. Ilyenkor a levegő hőmérsékletének alászállása még nagyobb is



3. rajz. A hőmérséklet menete 1912. májusban Kolozsvárt. Az egyetemi földrajzi intézeti észlelések alapján.

lehet. WEGENER ALFRED szerint<sup>2</sup> valószínű, hogy tornádó közepén a légnyomás 50—100 mm-t is csökkenhet, a mi 5—10<sup>0</sup> hőmérsékletsüllyedéssel kapcsolatos. Az, hogy az örvénylő mozgásban levő levegő hőmérséklete hirtelen alászáll, azt eredményezi, hogy a benne levő vízpára részben felhő alakjában kicsapódik, még pedig a tornádó közepén, minthogy a légnyomáscsökkenés ott a legnagyobb s ennek következtében ott nagyobb a hőmérsékletsüllyedés is. A páralecsapódás feljebb nagyobb területen történik, mint lejjebb, mert a keletkező felhő olyan tölcserhez hasonlítható, a melynek szélesebb része magasabban, szűkebb része pedig lejjebb van. Ez a tölcseralakú felleg leérhet egészen a Föld felszínéig; az örvénylés sebessége másodpercenként 45—250 m. lehet, de elérhet 450 m-t is, a mi már a kilőtt puskagolyó sebessége. A Föld felszínén ilyen hatalmas erejű szél isszonyúan pusztít, akadályt nem ismer, fákat kitép,

<sup>1</sup> Les circulations atmosphériques című művében (98. lap).

<sup>2</sup> Thermodynamik der Atmosphäre, 222. lap.

épületeket rombadönt, a puszta földet is felszántja, kis tavakat kiürít, stb. A tölcséralakú felhő a rombolás közben megtelik mindenféle porral, szeméttel, felragadott tárgyakkal, miért a felhő rendkívül sötét színű.

A tornádók keletkezésére hatással van a levegő alsóbb rétegeinek állapota is, ennél fogva legnagyobb valószínűséggel a napnak, illetve évnak abban a szakában fordulnak elő, a mikor kialakulásukra leginkább megvannak a már említett kedvező körülmények, nevezetesen: aránylag magas hőmér-



4. kép. Bálványosvárjalja egyik utcája (Felszeg-utca) a tornádó után.

séklet, az alsóbb rétegeknek hirtelen fölmelegedése, túlságosan labilis egyensúlyú levegő, dús páratartalom.

Sok adat tanúsítja, hogy a tornádó keletkezésére legalkalmasabbak a tavaszi hónapok, főként május; ekkor könnyen bekövetkezhetik a levegő-rétegeknek erősen labilis elhelyezkedése; a napi maximum délután 4 óra tájt van. A tornádók tüzetesebb tanulmányozása és egybevetése más meteorológiai tünetekkel sejtetik, hogy azok összefüggésben vannak a zivatarokkal, jégesőkkel. A köztük levő hasonlóságokból arra következtethetünk, hogy az előidézésükre alkalmas körülmények azonosak. Összefüggésükre vall DURAND GRÉVILLE-nek ide vonatkozó összeállítása,<sup>1</sup> a mely szerint a tornádóknak, zivataroknak haladásiránya, minimális, maximális és közepes

<sup>1</sup> Meteor. Zeitschrift, XIV. kötet, Böen und Tornados.

sebessége körülbelül ugyanaz. Ezt támogatja HANN véleménye is, hogy t. i. a tornádók és jégesők napi szakaszának szélsőségei és amplitudója megegyeznek; általában véve a napi és évi szakaszok arra mutatnak, hogy e tűnemények között csak fokozatbeli különbség van. Ime egy idevonatkozó példa: a tornádók maximuma délután 3—5 óra között van, HANN-nak a megállapítása északamerikai adatok alapján; HEGYFOKY KABOS szerint pedig a zivatarok maximuma nálunk Magyarországon szintén erre az időszakra esik, sőt a hazánkban előfordult tornádók is mind ebben az időben voltak,



5. kép. A bálványosváraíjai kath. templom és paplak a tornádó után.

egynek, a gajdobrainak kivételével, ugyanis a novszkai, valkányi, székelyföldi s a legutóbbi erdélyi tornádó mind délután 4 óra tájt pusztítottak.

A zivatarok nem a levegő alsóbb rétegeiben keletkeznek; valószínű, hogy a velük rokon tornádókét sem itt kell keresni, hanem magasabban. HANN szerint a kumuluskeletkezés felett, a czirrusfellegek alatti rétegekben keletkeznek. WEGENER ALFRED a két jelenség: tornádó és zivatar között levő szoros összefüggés kapcsán, a tornádót már nem is tekinti önálló forgószelelnek, hanem a zivatar tengelye meghosszabbodásának. Ő azt következteti, hogy a tornádó tengelye legtöbbször nem függőleges, hanem

ferde, a tornádónak, trombának nevezett forgószél csak egy része a zivatarok alkalmával keletkező vízszintes tengelyű forgószélnek, melynek mozgása gyakran szépen látható az úgynevezett „koszorúfelhő“ kialakulásában. WEGENER magyarázata szerint a vihar vízszintes tengelyének két vége nem végződik hirtelen a „levegőben“, hanem meghajolva folytatódik s alkotja a tornádók forgástengelyét, mely ha a földre ér, óriási pusztulást okoz. Ezt a föltevését támogatják a tapasztalati tények, t. i. olyan tornádóról nem tudunk, a melyeknek környékén ne lett volna zivatar, továbbá a tornádók a velük kapcsolatos zivatarokjárta vidéktől mindig inkább oldalt haladnak, a leg-



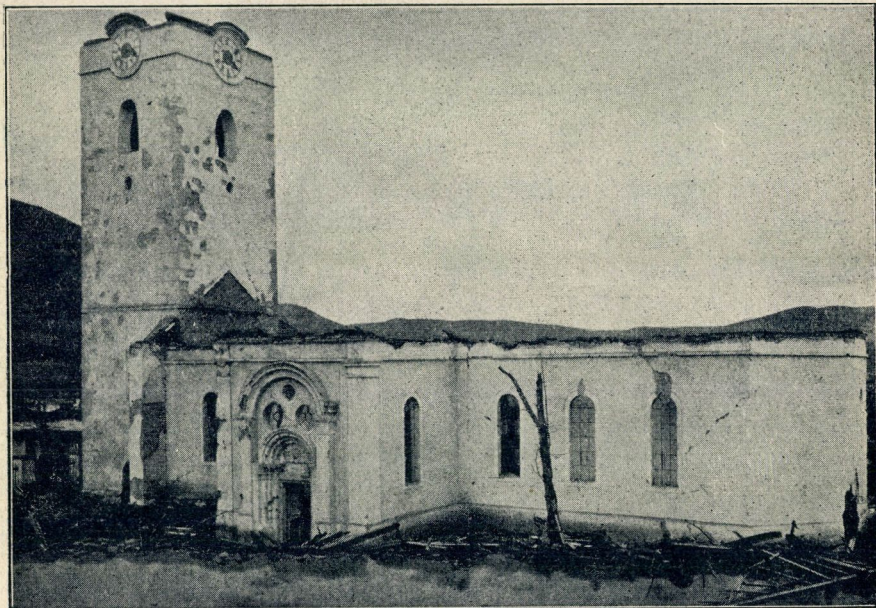
6. kép. A bálványosvárjai róm. kath. paplak a tornádó után.

nagyobb jégeső, a legerősebb zivatar ilyenkor nem azokon a helyeken van, a hol a tornádó járt, hanem tőle oldalt. Azon a helyen, a hol a tornádó elvonult, mennydörgést, villámlást észlelnek ugyan, de esőt egyáltalában nem, vagy csak kevés esőt s ez is inkább a tromba elvonulása előtt, vagy után esik.

A vízszintes tengelyű forgószélnek mind a jobb, mind a bal vége lenyúlhat a földre s WEGENER értelmezése szerint belőle egy, esetleg két tornádó, t. i. baloldali, vagy pedig jobboldali származhat. Az előbbi az óramutató mozgásával ellenkező, az utóbbi pedig megegyező értelemben forog.

A vízszintes tengelyű forgószelket, melyeket a meteorológusok bő névvel jelölnek, tovahaladásukban a Föld felé hajló végeik, azaz a tornádók

kísérik WEGENER szerint. Böenek és tornádónak együttes tovamo­z­gása felvilágosítást nyújt arról, hogy miért látszik némelyik tornádó olyan szeszélyes járásúnak, azaz miért vannak ugrások pályájukon. Ennek az a magya­rázata, hogy a böenek lehajló tengelye megrövidült, azaz a tornádó vissza­húzó­dott a vízszintes tengelyű zivatarba; ha onnan ismét kiválik és a vihar tengelye ismét megnyúlva és meghajolva a földet éri: akkor megint nagy pusztítást végez. De ebben az esetben csak úgy fog tökéletesen az előbbi pusztításvonulat irányába rombolni, ha a vihar tengelyének lehajló része ugyanannyival nyúlt meg, mint a mennyivel megrövidült akkor, a mikor a



7. kép. A bálványosvárjalai ref. templom a tornádó után.

vízszintes tengelyű zivatarba visszahúzó­dott. Ha ez nem következett be, föl­téve, hogy a vihar tovahaladásának iránya nem változott meg, akkor a tor­nádó egész pályáját egymással egyközes irányú, apró pályarészletek jelölik. Ha a tovahaladás iránya is megváltozott, a tornádó pályája az egyenes vonaltól még sokkal eltérőbb és szabálytalanabb lehet.

WEGENER magyarázata felvilágosít a tornádók pályájának alakjáról, azonban hatása részleteinek vizsgálásakor figyelembe kell venni haladó moz­gásukon kívül még forgó mozgásukat is. A tornádóban, melyről feltesszük, hogy körpályán végez forgó mozgást és hogy haladását egyenes vonallal ábrázol­hatjuk, az örvénylés középpontjától egyenlő távolságra fekvő kör mentén, az örvénylően mozgó levegőrészeknek valódi sebessége nem mindenütt egyenlő,

hanem a forgó és haladó sebességek eredője szerint változik. Legnagyobb ott, a hol a forgó és a haladó sebességek irányai megegyeznek; legkisebb pedig ott, a hol azok ellentétesek. Olyan tornádóban, a mely NW-ról SE-felé haladt s ilyen volt az is, a mely 1912. május 13-ikán dühöngött, legerősebbek az NW-szelek, a tornádó jobb oldalán levők, feltéve, hogy benne a levegő az óramutató mozgásával ellenkező irányban kering, továbbá ilyen föltételek mellett a legerősebben elpusztult részek a középet nem tekintve, inkább azokon a helyeken vannak, a melyek az örvénylés tengelyétől jobbra esnek.

Mikor az örvénylő mozgás valamely területen tovahalad, a rajta levő tárgyak s maga a Föld felszíne is egymás után különböző irányú szelek



8. kép. A magyarborzási ref. templom romjai a tornádó után.

hatása alá kerülnek, még akkor is, ha a tornádó egyenes vonalú pályán halad. Azt, hogy egy ponton rendkívül rövid idő alatt különböző irányú és erejű szelek fujhattak, az bizonyítja, hogy a lerombolt épületnek darabjai, faágak stb. különböző irányokba szóródtak.

A tornádó tengelyétől kifelé az örvénylő mozgás sebessége nem mindig fokozatosan, hanem gyakran rendkívül hirtelen csökken, úgy hogy erősen elpusztított helyek közvetlen közelében vannak olyanok is, a melyeken erősebb szélnek hatása nem látszik. Egyes helyeken fák kitörve, épületek romokban hevernek, szomszédságukban pedig egyes fák teljesen érintetlenül díszlenek. Én is tapasztaltam, hogy a forgó mozgás sebessége az örvénylés tengelyétől kifelé távolodva, nem egyenletesen gyöngül, hanem ismét megnövekedhetik és csak távolabb kezd ismét csökkenni.

Az 1912. május 13-iki szélvihar előzményeiről némi felvilágosítást adnak ugyan a meteorológiai összehasonlító térképek, azonban lefolyásáról értékeesebb adatokat csak meteorológiai jelzőműszerek, vagy a szélvihar átvonulásakor végzett leolvasások tájékoztathatnának. Sajnos, ilyen adataink nincsenek. A szélvihar rendkívül gyorsan és sohasem tapasztalt erővel lepte meg az embereket. A szerencsétlenül járt falvak lakosai aránylag keveset tudtak elmondani a vihar lefolyásáról; ez természetes is, mert hiszen vagyonukat, életüket kellett menteniök s nem jutott idejük megfigyelni a körülöttük végbenő nagyszerű, de végzetes kimenetelű jelenséget. Valóban megdöbbentően fenséges lehetett az a szélóriás, a mely minden akadálylallyal megbirkózva száguldott, házakat rombolt, erdőt letarolt, szekereket, állatokat, épületeket



9. kép. АҢТАҢ földbirtokos magyarborzási kuriája a tornádó után.

repített fel a magasba s épületrészeket több kilométernyi távolságban rakott le. Szerencsére a szélvihar a mily hirtelen jött, oly gyorsan távozott is, különben ha valahol hosszabb ideig dühöng, semmit sem hagyott volna helyén. A viharnek rendkívül gyors tovaladásából értjük meg, hogy a szerencsétlenül járt lakók olyan keveset tudtak mondani róla.

1912. május hó 12-ikén reggel a Meteorológiai Intézet jelentése így szól: Európa területére depresszió érkezett, középpontja Skandinávia, délnyugatra a Biskayai öböl felé látszik terjeszkedni. Május 13-ikán reggelre már keletebbre vonult, középpontja a Botteni öbölben van (730·9 mm). Ennek a depresszióknak dél felé, Magyarország felett, kiöblösödése van, a mint azt a 10 mm-enként megrajzolt izobárok mutatják. Érdekesebb részletet nyújthatna az a térkép, melyen az izobár vonalak milliméterenként volnának feltüntetve,



ezt azonban csak Magyarországra nézve (1912. V. 13. 7<sup>h</sup> 8<sup>h</sup> a. m.) rajzolhatam meg (1. rajz), mert hiányzottak az elegendő külföldi adatok. Ezen feltűnik a 758 mm-es izobárnak Észak-Magyarország felett levő két keskeny kiöblösödése. Május 13-ikán, az erdélyi szélvihar napján a légnyomásnak említett elhelyezkedése hasonlít ahhoz, a melyet 1902. augusztus 20-ikáról ismerünk, mikor szintén nagy szélvész dühöngött az országban Komárom és Bars vármegyék területén, főként pedig az utóbbi megyebeli Kistapolcsány községben. Ezt a zivatart ismertette RÓNA ZSIGMOND,<sup>1</sup> a Meteor. Intézet igazgatója, megjegyzi azt, a mi áll az 1912. május 13-iki szélvihar előz-



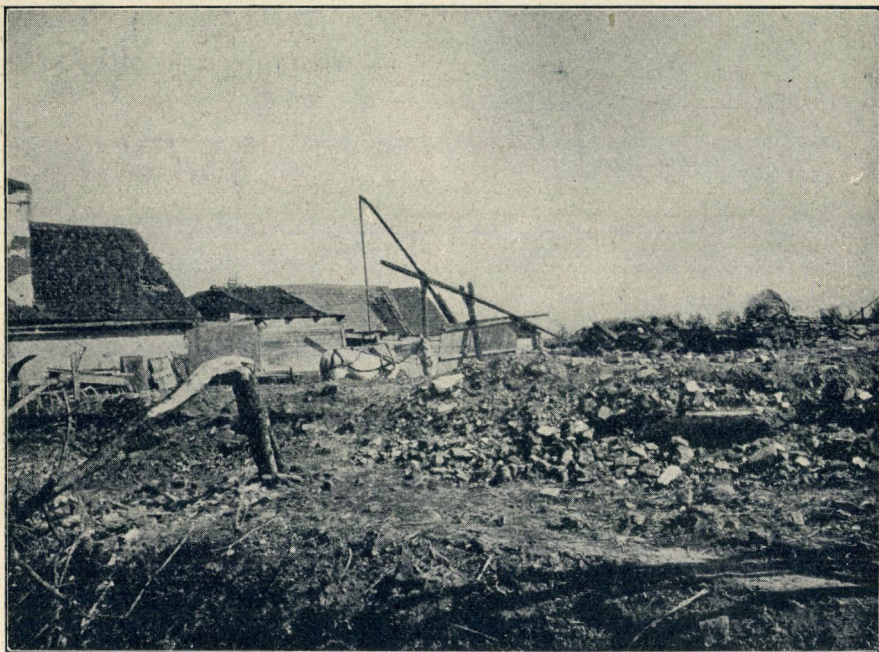
10. kép. AJTAY földbirtokos csűrje Kéthelyen (Kétel) a tornádó után.

ményére is, hogy t. i.: „Megint találkozunk azzal a jellemző esettel, hogy két maximum között hazánkban egy északi depresszió nyúlványa gyanánt másodlagos minimum lép fel“.<sup>2</sup> Tehát május 13-ikán a levegőtenger hazánk

<sup>1</sup> Magyarország éghajlata, II. köt., 649. lap.

<sup>2</sup> A 2. rajzon feltüntetett térképhez utólag jutottam. Ugyanis a kolozsvári egyetem földrajzi intézetének kérésére DR. MASSÁNY ERNŐ meteorológiai intézeti adjunktus nemcsak a szükséges május 13-ikán délután 2 órakor leolvasott és feldolgozott adatokat bocsátotta rendelkezésemre, hanem azok alapján megrajzolta az előbb említett időpontra vonatkozó légnyomás térképet, a melyre reávezette az aznapi izobrontokat is. A térkép feltünteteti összehasonlítva az 1. rajz szinoptikus térképével a légnyomásnak tetemes alászállását Magyarország NE-i felének, az alacsony légnyomású területnek egy a Nagybánya Marosvásárhelyt összekötő egyenes vonaltól SW-ra nyúló beöblösödését. Láthatók rajta azonkívül a zivatartok tovaladását feltüntető izobront-vonalak.

felett örvénylő mozgásban volt délies és északias szelekkel. Ugyancsak ezen a napon, valamint már előzőkön is a levegő alsóbb rétegei túlságosan melegek voltak, május 11-ikén Franciaországban a levegő hőmérsékletének maximumai  $30-36^{\circ}$  közt váltakoztak, Ausztriában is magas hőmérsékletet észleltek. Magas hőmérséklet uralkodott e helyeken május 12-ikén is. Május 13-ikán nálunk szökött fel szokatlanul a hőmérséklet; tehát ekkorra a meleg nyugatról hazánkba érkezett. A Dunántúl meg az Alföldön majdnem mindenütt  $30^{\circ}$  fölött, Kolozsvárt pedig  $28,1^{\circ} C^{\circ}$  volt a napi maximum. Azokról a helyekről, a melyeken a szél pusztított, sajnos, nincsen meteorológiai följegy-



11. kép. A körjegyző házának romjai Beresztelkén a tornádó után.

zésünk, de a lakók mondják, hogy szokatlanul rekkenő meleg volt. A levegő fölmelegedése a kolozsvári egyetemi földrajzi intézet szerint május hó 3. pentádjában meglehetősen hirtelen történt; ezt tanúsítja a májusi pentádokból szerkesztett grafikon. Érdekes a kolozsvári megfigyelések alapján a napi hőmérséklet középértékeiről készített grafikon (3. rajz) is. Ezen, május 13-ikán, valamint 16-ikán hirtelen fölmelegedést látunk. Ezt a fölmelegedést ezeken a napokon egy-egy szokatlanul nagy szélvihar, majd hirtelen lehülés követte.

Május 13-ikán, ezen a túlságosan meleg napon, a délutáni órákban támadt az orkán, a melynek előpostái voltak a mátészalkai és tiszafüredi szél-

viharok, de pusztító szélvihar csak Erdélyben alakult ki. Pályáját csakugyan egyenes vonallal jelölhetjük, melynek végpontjai körülbelül Tordavilma és Székelyudvarhely. Tordavilmán még csak falusi házak szalmafedelét szedte le s vitte SE-re a blenkemezei szőlőkbe. Kezdetben itt még csak keskeny sávban haladt. Blenkemezőn rendkívül erős szél fújt kb. 100 méter szélességben; valamivel gyengébb, de még mindig elég erős szél haladt mellette kb. 20—25 méteres szélességben kétoldalt, úgy hogy a vihar szélessége 150 méterre becsülhető. A vihar délkelet felé haladva, már sokkal szélesebb, 4—5 km, sőt néhol még ennél is szélesebb úton száguldott.



12. kép. BÁRÓ BÁNFFY ZOLTÁN beresztelki parkja a tornádó után.

A vihar 3<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> délután volt Bálványosváralján; ekkor állította meg a református templom toronyóráját; 4<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>-kor már Udvarhelymegyében, Korondon pusztított 113 kilométerrel SE-re Bálványosváraljától.<sup>1</sup> Tehát a szél NW-ről SE-felé haladt. Leginkább ebbe az irányba hordta tova a magával ragadott tárgyakat s a legtöbb fát szintén ilyen irányba döntötte ki, vagy törte le.

Az NW-i világtáj felé mutattak az elpusztult, vagy csak némileg is a vihartól szenvedett községek lakói; mikor azt kérdeztem tőlük, hogy honnan jött a szél, honnan közeledett az a sötét felleg, a melynek oly rémes, meg-

<sup>1</sup> A korondi jegyző megnézte óráját a vihar kitörésekor.

lepetésszerű megjelenéséről beszéltek. A szemtanuk elbeszélései szerint a fellegeknek nemcsak gyors haladó, hanem örvénylő mozgása is volt. Többen „összecsapó fellegeket“ láttak, mások pedig a fellegeknek „kavargását“ észlelték. A magyarborzási állami iskolai tanító látta messziről közeledni a vöröses-szürke fellegtömeget, mely már szalmával megrakódva érkezett a községbe. Látta, hogy a felleg a falu határán leereszkedik a hegyre, gomolyog, pillanat alatt rettenetes szél sivít végig a községen, mely fölél sűrű homályt borít a szeméttel, porral, tetőkről leszedett szalmával, zsindelelyel megrakódott felleg.



13. kép. Tornádó által kitört tölgyfa Mezőbanyicván, az Avas nevű részen, a BÁNFFY-kastélyal szemben levő hegy oldalán. A fa koronája SE-nek mutat.

AJTAY ISTVÁN keteli földbirtokos, a ki a délelőtti órák időjárásáról is számot tudott adni, elmondta, hogy a szélvihar napján reggel 6 órakor eső permetezett; délelőtt kissé felhős volt, de 11 óra tájt feltünően felmelegedett. Délután 4 órakor, házától nem messze, kint volt a szabadban; NW felől hirtelen megjelent egy fekete felhő, mely vonalasan jött feléje; a mi hasonló volt szerinte ahhoz, mint mikor zsákból lisztet töltenek ki, vagy pedig a cséplőgép gőzkazánjából gőzt eresztenek ki. Hasonlata arra vall, hogy a tornádó fellege tölcseralakúan végződött. A felleg megjelenésekor alig érezhető gyenge szél fujt, a mit jégeső követett; majd isszonyú erővel

tört ki a vihar. Ő egy kerítés oszlopa mellé húzódott, mert bár házától alig volt 150 méterre, tovább nem haladhatott. Körülötte a deszkakerítések egy pillanat alatt a földön feküdtek. A levegő oly fulasztó volt, hogy nem tudott jól lélekzeni, szédülés fogta el s orra vére megeredt. A levegőben annyi por volt, hogy fehérenműje valósággal sáros lett. Ruháját összeszaggatták a levegőbe ragadott zsindelek, kezét megsebezte a jégeső. A szélviharral egyidejűleg „sarkos“, ritka szemű jég esett. A levegőben zsindelek, szalma és háztetőrészek csak úgy röpködtek. Összeszakadt posztóruháján a szél úgy helyezte el a porszemeket, hogy elrendeződésök a ripplemarkokra



14. kép. Csabaujfalu községháza a tornádó után.

emlékeztetett. Még néhány megfigyelést közölhetnék, melyek mind a sötét fellegről s a szélnek váratlan gyors megjelenéséről szólnak. A nagy sebességgel közeledő sötét felleg tág teret nyújtott a nép képzelőtehetségének. A vele egyszerre megérkezett szél hatalmas ereje és pusztítása pedig valósággal rémületbe ejtett mindenkit. Mikor a szélvihar pályáját bejártuk, mi is megdöbbenő képeket láttunk. Bálványosváraljától Korondig, hol kisebb, hol nagyobb romhalmazok borították a vihar látogatta falvakat. Távolabb letarolt erdők, kidöntött, vagy tört egyes fák, szétszórt szalma, a földbe 15—20 cm-re befürödött zsindelek jelezték a vihar útját.

Ime néhány kép a pusztulásról. Bálványosváraalja határában az Emberhegy nevű domb oldalán elszórtan juhok hullái fehérlettek a részben romokban hevert tanya körül. A juhnyáj a vihar kitörésekor lenn volt a domb alatt a patak mellett. A pásztor a juhokat be akarta terelni a karámba, de erre már nem volt ideje; a szél felkapta és a domb oldalára ejtette őket le a patak színe felett mintegy 100 méter magasságban. A vihar a patakon átvezető híd észak-nyugatra néző felének gerendázatát felszedte s egyes darabjait az Emberhegy oldalára hordta. A tornádó a községben még nagyobb kárt tett: Bálványosváraaljának főutczája beleesett a tornádó haladás-irányába; ezen az épületek nagy része rendkívül megrongálódott, a fedél anyagát: szalmát, zsinolyt leszedte, az egész tetőszerkezetet, gerendázatot összetörte, nagy részét elhordta, hasonlóképpen elhordta a padláson összehalmozott tárgyakat s gabonát is. Voltak telkek, melyeken csak téglá, kőromok árulták el, hogy rajta épületek voltak. A katolikus templomnak fedelét és mennyezetét szedte le a vihar; a református templom tornyának sisakját is ledobta. Sokat szenvedett a szomszédos katolikus paplak is, melynek tetőszerkezetét nagyon megbolygatta; zsinolyfedele egy részét nagy táblákban feltépte, gerendázatát összetörte, elhordta, az el nem vitt részt pedig néhány decziméterrel tovább toltá. A lelkészlakás előszobájában a fal mellett állott egy nagy faajtókkal elzárt szekrény tele ruhával, könyvvel; ezt a szél átvitte a szomszédos szobába, ott megfordította, a földhöz vágta, tartalmát kiszórta és úgy elvitte, hogy legnagyobb részét nem is találták meg.

A község határában a gyümölcsfák legnagyobb része is a vihar áldozatául esett. Nagyobb területeken minden fa törzse kitörve, vagy pedig gyökerestől kitépve hevert, leginkább NW—SE-i irányba fektetve, másutt, hol a szél gyengébb volt, csak a fa ágát törte le sokszor úgy, hogy a fa kérégt is lehántotta.

Bálványosváraaljától délkelet felé utazva, sorra felkerestük azokat a községeket, a melyekben a szélvihar nagyobb erővel dult. Mindenfelé ugyanazok a szomorú képek ismétlődtek, mint Bálványosváraalján. A Maros völgyéig a szélvihar mindenütt erős volt, a miről az épületek tanúskodtak; a Maros völgyén keresztül menve, a vihar fokozatosan veszített erejéből. Korondon már csak az épületek fedelét bolygatta meg.

Útközben a bejárt vidék általános katonai térképére berajzoltuk a tornádótól szenvedett községeket stb., megállapítva mindenütt a pusztítás határvonalát. Így megkaptuk a szélvihar pályáját, a mely mintegy 150 km hosszú, meglehetősen egyenes NW—SE irányú sáv gyanánt tűnik fel, kezdőpontja Tordavilma község Szolnok-Doboka vármegyében Déstől NW-ra, végpontja Korond; a pálya szélessége változó, átlag 3—4 km, legnagyobb szélesség 5 km. A térképünkön megrajzolt határvonal körülveszi azt a területet, a melyen épületekben, fákban kárt tett a szél. A tornádó ereje megítélésének alapjául nem azt vettük, hogy hány ház, gazdasági épület, esetleg hány szalmafedél puszt-

tult el, hanem azt, hogy milyen szilárdságúak voltak azok az épületek stb., a melyek a szélnek ellentállani nem bírtak.

A már említett Bálványosvárálja sorsában részesültek Csabaújfalu, Magyarborzás, Ketel, Szászmáté, Mezőakna, Beresztelke; kevesebbet szenvedtek: Blenkemező, Kisbáton, Szászbongárd, Barátos, Mezőbanyicza, Tancs, Kisfülpös, Magyarpéterlaka; de még mindig romboló viharról tanúskodnak: Tordavilma, Vicze, Mezőszentmihálytelke, Oláhsolymos, Mezőerked, Magyarfülpös, Petele, Jobbágytelke, Hódos, Mikháza, Atyha községek s még egy néhány, a melyekben a szél már kisebb erővel támadott.

A felsorolt falvakra a szélvihar NW-ról zúdult, a forgószélnek ugyanilyen irányú összetevője volt legerősebb. Ilyen irányú szélről tanúskodik a legtöbb épületrom, a legtöbb kidöntött fa, de arra nézve is vannak bizonyítékaink, hogy más irányú szelek romboltak. Így a bálványosváráljai református templom tornyának tetőszerkezete bádofedéllel a templomtól NE-re levő patakba zuhant; a templom hajójának tetőzete pedig S-re és SE-re került és össze-vissza tört. A templommal szomszédos néhány szalmafödeles házról csak a szalmát fújta le a szélvihar, de nem vitte messze, hanem mindjárt a házak mellé, tőlük mind NW-i irányba tette le. A templomtól délre eső paplakon és telken SE-i irányú szél pusztított; a színből kihozta a kocsit és NW irányba dobta el. Ugyancsak ebben a községben a róm. kath. plébánia épülete tetejének egy részét a szél leszedte, a fennmaradt részét nyugati irányú szélnek kellett továbbvinnie. (A 6. képen látható, hogy az említett épületen, a mely WE irányú, a fedélszerkezet odább van helyezve.) Ellenben az a szél, a mely a plébánia belsejében pusztított, déli irányú volt. Forgószélről tanúskodik a magyarborzási állami elemi iskola csűrje is. Ezt a vihar szétszedte és egyik részét észak, másik részét pedig dél felé hordta el.

A különböző irányú szelek hatásán kívül a tornádó amaz ismertető jelével is találkoztunk, hogy erősen elpusztult részek és teljesen szélvihartól mentes területek váltakoztak. Így Blenkemezőn a SIMÓ-féle gazdasági udvarban a romokban levő épületek közvetlen szomszédságában, teljesen ép fákat találtunk és a lakóháznak, mely a rombadőlt épületekhez nagyon közel van, semmi baja sem esett. Ellenben a haladás irányába eső fákat mintegy 150 m széles sávon erősen megrongálta és sokat derékban kettétört. A fáknak egy része a gazdasági épületeknél mélyebben, lenn a völgyben volt; ezeknek csak a magasabb részeit bántotta a vihar és némelyik fának csak tetejéről szedte le a lombzatot.

Szászmátén a LÁZAR-féle udvarban három hosszú, egymás végtében épített kő- és téglastálló volt. Ezek közül egyiknek nagyobb része romokban hevert, körülbelül egy harmada pedig teljesen épen maradt.

Ketelen az egyik AJTAY-féle udvarházat a szélvihar nagyon megrongálta, a szomszédságában egy kőből épült csűr romokban hevert; néhány lépésre



a másik AJTAY-féle udvarház teljesen sértetlenül maradt. Mindaz, a mit az erdélyi tornádó által elpusztított területen láttam, arról tanúskodott, hogy típusos tornádó sujtotta azt a szerencsétlen vidéket, t. i. a tornádóban megnyilatkozó örvénylő mozgásban a sebesség nemcsak hogy nem egyenletesen csökkent a tornádó tengelyétől kifelé, hanem valószínűleg a középponttól távolabb újabb, bár talán kisebb sebességi maximumok is támadtak, minek következménye, hogy az erősen elpusztult részek ép, vagy csak kevésbé rongált részekkel váltakozva találhatóak a tornádó pályáján, aránylag egészen kis területen. Említettem, hogy a LAZÁR-féle udvaron levő három istálló közül a szélső kétharmadában tönkrement, a megmaradt rész után következő épület is érezte a tornádó erejét, mert egész fedélszerkezetét leszedte a szél, míg az előző kettővel egy vonalba épült harmadik istálló épen maradt. Nem szenvedtek a szomszédságában épült udvarház, valamint a gazdasági udvar felé tekintő homlokzata előtt díszlő fák sem, ellenben a ház háta mögött levő fákat kitörte a szél. A kis kihagyásokkal történő pusztításokat nem lehet úgy magyarázni, hogy a tornádó ugrott egyet, felemelkedett a magasba, e közben nem pusztított, azután ismét leszállt, hogy útját újból pusztítás jelölje. Ez a föltevés azért is helytelen, mert csak 20—50 méteres távolságokról van szó s nem valószínű, hogy egy több 100 méter átmérőjű örvénylő mozgásban levő levegőtömeg a föld színéről úgy emelkedjék fel s oda megint úgy térjen vissza, hogy közöttük 20—50 m széles terület kimaradhasson. Az ilyen-szerű föltevés valószínűtlensége mellett szól még az is, hogy a tornádó haladó mozgásának sebessége is tekintélyes.

A tornádónak vízszintesen megnyilatkozó mozgásain kívül van még egy fontos irányú mozgása, t. i. fölfelé. Ezt sok megfigyelés erősíti meg. Ilyenek: Bálványosváralján az emberhegyi tanyán a vihar a juhokat fölkapta s a hegy oldalához csapta; ugyanebben a községben a szél egy két tehéntől húzott szekeret, melyen egy ember ült, egy hid korlátján keresztül emelve dobta le, mikor a tehenek lába kitört.

Ketelen egy lovasembert, kinek lovába még két felnőtt ember is belekapaszkodott, a szél fölkapott, lovast és lovat az út menti fűzfák tetején átemelve, a szomszédos rétre tette le. Útközben a két ember lesodródott. Ugyanitt 12 szekér, 2 éves sarjából álló boglyát felragadott kb. 10 m magasra s csak a magasban szórta szét.

Blenkemezőn a gazdasági udvaron levő béres-szekereket ragadta föl a szél a levegőbe. Beresztelkén a mezőn dolgozó embereket, pásztorgyermekeket emelte föl a levegőbe.

Az erősen fölfelé tartó légáramlás rohamos, nagyfokú légnyomás-süllyedéssel kapcsolatos. A tornádójárta területről azonban nincsen egyetlen egy műszerről leolvasott adatunk, mely a légnyomás járásáról tájékoztatna.

A kolozsvári egyetem meteorológiai állomásának adatai szerint május



13-ikán közvetlenül leolvasott barométerállások a következők voltak : 728·0, 725·3, 725·4 mm, melyekből a napi középérték 726·2 mm, május 12-ikén 732·6, május 14-ikén 728·6 mm volt a barométer középértéke. Ezek szerint a légnyomás 13-ikán némileg csökkent, a 14-ikén észlelt emelkedés után ismét süllyedt keveset. AJTAY ISTVÁN keteli birtokosnak orrvérfolyása, szédülése is arra vall, hogy a levegőnyomás körülötte nagyon csökkenhetett.

A szél emelő erejének és a légnyomás csökkenésének hatására következtek a megrongált épületekből is. A szél *Blenkemezőn* egy magtárépületnek zsindelelyel fedett tetejét kb. 10 cm magasra emelte, ez által az egész gerendaszerkezet csapjait összetörte úgy, hogy az egész tetőszerkezetet le kellett bontani. *Bálványosváralján* a plébánia épületgerendázatát a szélnek a falazatból egyszer ki kellett emelnie s csak így hordhatta tovább épen maradt darabjait. *Magyarpéterlakán* egy fából épült istállónak tetejét a szél felkapta s vele együtt tova vitte az oldalrészeket is, míg a középen levő jászolt sértetlenül otthagya a hozzá kötött tehennel. Sok helyen láttuk, hogy a vihar az épület tetejét az épülettől nem messze egészen épen lerakta, ellenben az oldalfalakat, melyeken a fedél nyugodott, teljesen tönkre tette. Ebben a példában joggal gondolhatunk arra, hogy más tényező is közreműködött. A felszálló heves légáramlás következtében nagy nyomáskülönbség lehetett az épület körül és az épület belsejében ; a benn uralkodó nagyobb nyomású levegő is szerepelt az épület oldalfalainak elpusztításakor. Ugyanezt mutatja Ketel községben kb. fél méter vastag kőfalú csűrnek romja ; a látszat olyan, mintha a csűr falát valami belső erő vetette volna szét. A levegő nyomásbeli nagyobb különbségekre és a tornádóban megnyilatkozó felfelé tartó összetevőre mutat a bálványosváraljai áll. el. iskolában a mennyezet alá került függöny esete is ; ez csak úgy történhetett, hogy mikor a falakról fölemelkedett a mennyezet, a szél az oldalfal tetejére fujta fel a függönyt, melyet a helyére visszazökkenett mennyezet odaszorított.

A szélvihar a felragadott tárgyakat nemcsak néhány méterrel, hanem több km-rel is tovább vitte. Sok ruhát stb. úgy elvitt, hogy sehol sem találták meg. A tornádó pályáján mindenütt előfordult, hogy a házak fedeléről a szalmát a szomszéd község határáig is elvitte ; pl. Drága- és Tordavilma házáiról a szalma a blenkemezei szőlőkbe került. *Blenkemezőn* a SIMÓ-udvarbeli istállókról a zsindelelyt a községtől SE-re levő dumbravai tanyára hordta a szél. Ezek a jelenségek nagyszerűen kijelölik a forgószél legerősebb sebességű részének irányát. Ketelen egy 50 m hosszú fából épült csűrnek nyomát sem láttuk ; faalkotórészeit sehol sem találták meg. A magyarborzási AJTAY-udvarház bádofedelének darabjait a keteli határban. a csabaújfalusi községi bíró párnáit a bödi erdőben találták meg. Még egy papiroslap útját kell fölemlítenem, melyet a korondi róm. kath. plébánián láttam. A lapot egy székely találta a pálfalvi erdőben, Korondtól keletre a Kebele

patak völgyében a Tekenyős részen, egy fenyőágra fennakadva. A diósgyőri papirosívnek külső oldalán ez volt olvasható.

275. Bálványosvárálja. — Telekjegyzőkönyv A. — Borzási Ferencz, kinek neje Bálint Julia :

A korondi jegyző állítása szerint ez olyan irat, a melyet csak jegyzői hivatalban őriznek, de felek részére nem adnak ki. Bizonyára a bálványosváráljai elpusztult jegyzői hivatalból vitte el a szél 113 km-es útjára. Rajta semmiféle szakadás nem látszott, jeléül annak, hogy jó magason ott kellett haladnia, a hol zsindey s más apró tárgy nem juthatott hozzá és a hol jégeső sem bántotta. A levegőben maradt mindaddig, a míg a szélnek elég nagy sebessége volt. Korondon túl, a pálfalvai erdőben már csak néhány kidöntött fa jelezte a szélvihart, tovább délkelet felé már nem volt pusztító ereje. Korond közelében megszűnt a szélnek nagy sebessége, a mit az is jelez, hogy éppen a pálfalvai erdőben, az utolsó pusztítás helyén esett le a telekjegyzőkönyv. Korondon a szélvihar inkább csak a magasban vonult el, miért nem is hagyott nagyobb nyomot, Székelyudvarhelyt is volt ugyan erős szél, de már nem pusztított és tőle délkeletre csak két helyen uralkodott szokatlan erejű szélvihar, a nélkül, hogy nagyobb kárt okozott volna.

\* \* \*

Az 1912. május 13-iki tornádón kívül 1889 óta a hazai irodalomban még a következőket ismerjük :

1. Az 1889. május hó 10-ikén Gajdobra község (Bács-Bodrod vm.-ben) határában d. u. 12<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>-kor a vihar kenderföldeket pusztított el, egy pocsolya vizét felragadta a magasba és egy gőzmalomra zudította.<sup>1</sup>

2. 1892. május hó 31 én Novszkán (Pozsega vm.-ben) d. u. a 4<sup>h</sup> 16<sup>m</sup>-kor elindított vonatot a sinekből kiemelte, a vonat utolsó kocsiját magasra feloldította és a telegráfvezeték fölött a töltéstől mintegy 30 m távolságra dobta. A tornádó átmérője 2·5 km volt.<sup>2</sup>

3. 1907. május hó 25-ikén a tornádó d. u. 4 óratájt Kecset, Kisfalud, Farkaslaka és Szentlélek székelyföldi községeken (Udvarhely vm.) száguldott végig. Ismertette DR. CHOLNOKY JENŐ.<sup>3</sup>

4. 1908. április 21-ikén Valkányban (Torontál vm.) pusztított. Épületeknek tetejét rongálta meg, fákat csavart ki, továbbá egy üres tehervonatot felfordított.<sup>4</sup>

Ezek szerint 23 év alatt volt összesen 5 tornádó, melyek között legnagyobb volt az 1912-iki, mely 140 km hosszúságban éreztette romboló hatását.

*Dr. Schilling Gábor.*

<sup>1</sup> Meteorologische Zeitschrift, 1889. évf., 318. lap.

<sup>2</sup> Meteorologische Zeitschrift, 1892. évf., 320. lap.

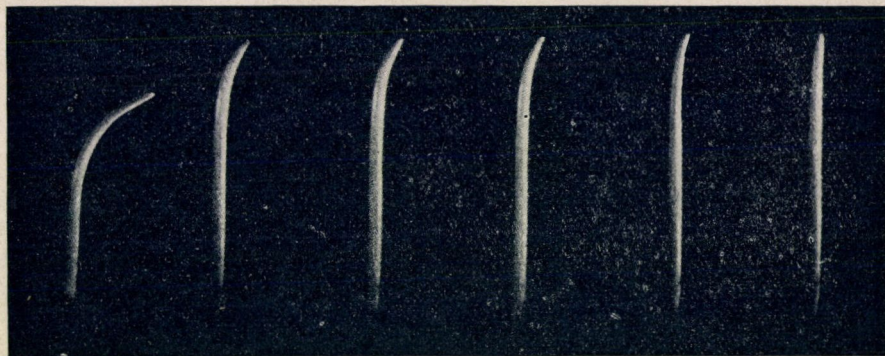
<sup>3</sup> Földrajzi Közlemények, 1907. évf., 272. lap.

<sup>4</sup> BERECZ EDE, Orkán Délmagyarországon; Az Időjárás, 1908. évf., 121. lap.

## A növények fényérzékelése.

A növények foto- vagy heliotropizmusának pontos vizsgálata újabban olyan érdekes összefüggések megállapítására vezetett, melyek jelentőségükben túlterjednek a fototropizmus keretein, sőt érvényesek nemcsak a fény, hanem más ingerfajok érzékelésére is és az állat- és emberélettan bizonyos törvényszerűségeivel megegyezők. Mennyiségi vizsgálatokról van szó, melyeknek megértése céljából előbb egy mintakísérletet ismertetek, hogy ennek kapcsán néhány alapfogalomra mutathassak rá.

Legalkalmasabb anyag ilyen vizsgálatokra a zab (*Avena sativa*) fiatal csiranövénye, melynek coleoptyljából<sup>1</sup> az első lomblevelek még ki nem bontakoztak. A coleoptyl a lehető legegyszerűbb alakú: egyenes, 2—3 cm magas, hengeres, 2—3 mm vastag képződmény, teljesen sima felülettel, tompa csúcscsal. A legkisebb elgörbülés is könnyen észrevehető rajta, ez



1. kép. A fény hatása etiolált zabcsiranövénykére (coleoptyl). PRINGSHEIM szerint.

pedig fontos, mert a csúcson kezdődő görbülés az első, látható, biztos jele annak, hogy a coleoptyl az egyoldali, vagy egy oldalról erősebb megvilágítása iránt érzékeny (1. rajz). Első sorban azt akarjuk megállapítani, hogy mily erősnek, vagy mily hosszúnak kell lenni ennek az egyoldali megvilágításnak, azaz ingerlésnek ahhoz, hogy hatására még beálljon a görbülés. E célra sötétben neveljük a kísérletre szánt zabcsiranövényt, még pedig azért, hogy a kísérlet előtti megvilágítás hatásai ne zavarhassák a megfigyelést és másrészt azért, mert az etiolált csiranövények mindig érzékenyebbek. 20 db. ilyen etiolált, cserépben nevelt csiranövénykét világítsunk meg sötét szobában kb. 0.09 métergyertya erősséggel 4 perczig; az ezután bekövetkező jelenségeket pedig gyenge vörös lámpafénynél kísérjük figyelemmel. Alig

<sup>1</sup> Az első lomblevelet burkoló csöves képlet; némelyek szerint a sziklevel módosulása.

fél óra múlva néhány coleoptylnak, később többnek is a csúcsa, már gyengén elhajlik a fény felé. Az elhajlások lassanként még erősödnek (1. rajz) s a kísérlet kezdete után kb. egy órával az összes húszból, 10—12 kezdett elgömbülni. A többi egyenes maradt és nem hajlott meg még később sem, mikor pedig a már meggömbültek is újra kiegyenesednek. Feltűnőek ezek az egyéni eltérések; némelyik gyorsan reagál, más még későn se. De az abszolút többség még éppen gömbült; ebből megítélhetjük a coleoptylok átlagos viselkedését. Ezzel a 0'09 métergyertya erősségű és 4 perczig tartó ingerléssel éppen az érzékelés alsó határán jártunk. Ilyen ingerlés tehát átlagban elegendő arra, hogy hatására a zab coleoptyljénél megkezdődjék, bár csak gyengén is és hamar mulóan, a fototropikus görbülés, vagyis a szabad szemmel is látható változás. Még ennyi se gömbült volna meg, ha az ingerlés kevesebb ideig tartott volna; hosszabb ideig tartó megvilágítás után több, talán valamennyi és erősebben is elhajlott volna. *A megvilágításnak (vagy általában az ingerlésnek) azt a legrövidebb ható idejét, mely éppen elegendő arra, hogy bárcsak utóhatásképpen még reakciót keltsen: nevezzük prezentációs időnek, vagyis az ingerlés elegendő idejének, röviden elegendő időnek.*

A reakció, miként az előbb ismertetett kísérlet is mutatja, csak jóval az ingerlés megszűnte után áll be. Ez azt árulja el, hogy a görbülést közvetlenül eredményező belső folyamatok, ha már megindultak, tovább folytathatnak akkor is, ha az ingerlés már megszűnt. A megvilágításnak azért kell „elegendő” ideig (prezentációs időig) tartani, hogy ezek a folyamatok (az ú. n. motorikus szakasz) a látható reakció létrehozatala előtt meg ne akadjanak. Attól a határértéktől, a melyet ez a prezentációs idő megjelöl, csakis a reakciónak, nem pedig magának az érzékelésnek lehetősége függ. Az érzékelést nem minden esetben követi reakció. Bonyolódottabb kísérletekkel kimutatható ugyanis, hogy az elegendőnél sokkal rövidebb ideig tartó ingerlésre is támad ingerület, csakhogy az ilyen ingerület szabad szemmel is látható elhajlást nem kelt. Valamint az ingernek el kell érni bizonyos alsó határt, hogy az érzékelés lehetővé váljék és hogy ingerület támadhasson: hasonlóképpen az ingerületnek bizonyos mértékig fokozódnia kell, hogy reakció létesüljön.

Az élettani tünemények sohasem követik oly pontossággal a megállapított törvényeket, mint a fizikaiak és a kémiaiak, nyilván azért, mert a valóságban oly bonyolódottak, hogy törvényeinkbe nem tudjuk belefoglalni az összes közreműködő tényezőt. Az elegendő idő értéke sem szigorúan állandó még ugyanannál a fajnál és ugyanolyan külső körülmények közt sem. Már láttuk is, hogy az egyéni eltérések mily jelentékenyek. Azonkívül a külső körülményeknek előttünk ismeretes változásaitól is nagyon függ a prezentációs idő. Függ a hőmérséklettől, a levegő nedvességétől, tisztátalan-

ságaitól, függ a kísérleti növény származásától, fejlettségétől, növekedésének gyorsaságától. Meg kell állapítani mindezeknek a hatását, de legfontosabb azt tudni, hogy miképpen hat az elegendő időre magának az ingernek mennyiségi-minőségi különböző volta? Mert nem lehet közömbös a fény színe, még kevésbé az intenzitása.

\* \* \*

Miképpen függ a fotoprezentációs idő a megvilágítás erősségétől? Ezt a kérdést tette fel BLAAUW Utrechtben és FRÖSCHEL Bécsben s mindketten egymástól függetlenül ugyanarra az eredményre jutottak.

Ha a fényforrástól (AUER-féle lámpa, elektromos lámpa) különböző távolságokban egyszerre állítunk fel egy-egy cserép kísérleti növényt, pl.  $\frac{1}{2}$  méterre a legközelebbit, 4 méterre a legtávolabbt (természetesen sötét szobában), akkor ugyanabban az egy kísérletben egyszerre nagyon különböző intenzitású megvilágításoknak hatását figyelhetjük meg, mert a fény erőssége tudvalevőleg a távolság négyzetének arányában csökken. Ez nagyon megkönnyíti a munkát. Nem kell végig keresgélni a különböző fényerősségeknek megfelelő elegendő időket; e helyett azt kell megállapítanunk, hogy bizonyos megvilágítási idő mekkora távolságban, azaz mekkora fényerősség mellett az éppen elegendő? Tegyük fel, hogy tetszőleges megvilágítás után a lámpához legközelebbi cserépben valamennyi növény görbül, a legtávolabbiban ellenben egy sem, míg a kettő között valamelyikben a példányoknak 50—60%-a. Kiszámítva azt a fényintenzitást, mely ez utóbbi távolságban a növényeket érte, meg tudjuk az ezen intenzitásnak megfelelő elegendő időt. Hosszabb-rövidebb ideű megvilágítással egy sorozat kísérlettel meghatározhatjuk, hogy miképpen függ az elegendő idő a megvilágítás erősségétől. FRÖSCHEL adatai a *Lepidium* (zsázsa) csiranövényére vonatkozólag:<sup>1</sup>

A megvilágítás erőssége:	Elegendő idő:
0·206 métergyertya	32—35 percz
0·828            "          "	7—8            "          "
3·311            "          "	1·5—2         "          "
13·244           "          "	0·5—0·75     "          "
52·970           "          "	9 másodperc
211·891          "          "	2               "          "

Tehát, ha a fény erősebb, az elegendő idő rövidebb. Ilyenszerű eredményt lehetett várni már előre. De a pontosabb egybevetésből kitűnik az is, hogy az összetartozó értékek szorzata meglehetősen állandó: középértékben = 6·73, azaz, hogy az elegendő idő oly arányban lesz mindinkább rövidebb, mint a milyen arányban a megvilágítás erősödik. Sőt ez

<sup>1</sup> A fényforrás fényerősségének mértékegysége a normálgyertya, a HEFNER-féle lámpa erőssége; a megvilágítás erősségének egysége a métergyertya.

az összefüggés érvényes ezeknek az adatoknak a határain túl is. Ezt mutatják pl. BLAAUW-nak a zab csiranövénykéjével végzett kísérletei:

A megvilágítás erőssége métergyertyákban	Elegendő idő	A kettő szorzata másodperc-méter- gyertyákban
0·000170	43 óra	26·3
0·000609	10 „	21·9
0·0498	8 percz	23·9
0·0898	4 „	21·6
0·6156	40 másodpercz	24·8
1·0998	25 „	27·5
3·0281	8 „	24·2
26520·00	$\frac{1}{1000}$ „	26·5

A szorzatok eltérései látszólag nagyok, de az elegendő idők és a fény-intenzitások nagy különbségei mellett elenyészőek. A leghosszabb elegendő idő 154800000-szerese a legrövidebbnek. Pedig az elegendő idők nem is egészen pontosak, a mennyiben egész órákra, perczekre, másodperczekre vannak kikerekítve. De arra nézve, hogy a szorzatot állandónak vehessük, még jelentősebb az, hogy növekedő eltérés nem mutatkozik sem az alsó, sem a felső határ felé. Számításoknak lehet alapja ez az összefüggés. Ennek nyomán rendezett újabb kísérletekben sikerült FRÖSCHEL-nek a sok ibolyántúli sugarat szolgáltató HERAEUS-féle lámpával  $\frac{1}{1000}$  és  $\frac{1}{10000}$  másodperczre rövidíteni meg az elegendő időt ugyancsak a zab coleoptyljénél. Tehát a reakció létesítéséhez a megvilágítás erőssége szerint néha 43 órás megvilágítás szükséges, majd pedig  $\frac{1}{1000}$  másodperczes megvilágítás is elegendő.

A fordított arányosság, illetőleg a szorzat állandóságának törvénye érvényes a kísérletileg elérhető legfelső és legalsó határig.

Elegendő megvilágításnál az idő és intenzitás szorzata állandó. De a fény erősségének és hatóidejének szorzata a ható fény mennyiséget adja. A fölfedezett törvény tehát így fejezhető ki: *a fototropizmus okozta elhajlás létesítéséhez szükséges legkisebb fény mennyiség állandó ugyanolyan külső körülmények közt a hatóidő, illetőleg intenzitás minden változása mellett.* Ez az állandó fény-mennyiség méter-gyertya-másodperczekben kifejezve jellemző az egyes növényfajra, bár eddig még nem sikerült egészen pontosan meghatározni. Legalkalmasabban prezentációs szorzatnak nevezhető.

Hozzávetőleg azt mondhatjuk, hogy a mely fajnak kisebb a prezentációs szorzata, az a fény iránt érzékenyebb. Az érzékenység pontos jelzőjének azonban nem tekinthetjük az elegendő időt, sem reciprok-értékét nem használhatjuk az érzékenység mértékéül, miként FRÖSCHEL gondolja,<sup>1</sup> akkor, ha különböző fajokat, különböző érzékeny részeket hasonlítunk össze,

<sup>1</sup> Ezért nem lehet a prezentációs szorzatot „érzékenységi exponensnek” nevezni.

mert ugyanolyan érzékenység mellett is nagyobbak kell az elegendő időnek lenni akkor, ha pl. a sejtfal, vagy a plazma esetleges nem érzékeny részei erősebben nyelik el a fényt, vagy akkor, ha a növekedés lassúbb, a görbülő tehetség csekélyebb, a reakciós idő hosszabb, vagy végül bizonyára akkor is, ha a reakció nem az érzékelés helyén következik be, azaz van ingerületvezetés stb. Ha ki van zárva, hogy mindezek a tényezők az elegendő időre különbözőképpen hassanak az összehasonlítandó példányoknál, csakis akkor lehet még ugyanannál a fajnál is az érzékenységnek mértéke az elegendő idő fordítottja.

A *Phycomyces* gomba, a zab egyszikű-, a zsásza kétszikű növény. E három faj oly eltérő típusokat képvisel, hogy a mi ezekre érvényes, azt bátran az egész növényvilágra kiterjeszthetjük. Nem valószínű, hogy más fajoknál más összefüggéseket derítene ki a további kutatás. Az egész növényvilágra való általánosítást egyébként még más is támogatja. Ez a törvény nemcsak a növények fényérzékelésének a törvénye. Ugyanez ismeretes már régebben az emberi szem fénypercepcziójáról is: fordított arányosság az a legkisebb fényintenzitás és azon hozzátartozó legkisebb megvilágítási idő közt, a mely mellett még éppen támad fényérzet. CHARPENTIER szerint<sup>1</sup> ez 0·0021 és 0·125 másodperces expozíciók határa közt érvényes. Megállapították továbbá azt is, hogy mennél kisebb valamely fehér lap, annál erősebben kell azt megvilágítanunk, hogy még éppen észre vehessük. Ez is azt jelenti, hogy az érzékelés alsó határánál a ható fény mennyiségnek (ez esetben a terület és fényerősség szorzatának) állandónak kell lenni.

Ugyanez a törvényszerűség érvényes a növények anthocziánjának képződésénél is, a mit szintén a fény indít meg.<sup>2</sup> Továbbá ugyanez a törvénye a növények nehézségerőérzékelésének is,<sup>3</sup> vagyis fordított arányosság a reakció létesítéséhez szükséges legkisebb ható intenzitás (centrifugális erő, nehézségerő) és a legkisebb ható idő közt.<sup>4</sup> Mindez pedig így foglalható össze általános törvénybe: *az észlelhető reakciót létesíteni bíró legkisebb energiámmennyiség állandó, ugyanolyan külső körülmények közt ugyanannál az ingerfajnál, ugyanarra az érzékeny szervre nézve.*

Ez az egyszerű összefüggés a BUNSEN-ROSCOE-féle fotochemiai törvényt juttatja eszünkbe, mely szerint a fotochemiai hatás (= a fény hatására keletkezett vegyület mennyisége) arányos az intenzitás és az idő szorzatával.

<sup>1</sup> Archive d'Ophthalmologie, 10. köt., 1890.

<sup>2</sup> L. LINSBAUER, Ueber photochemische Induktion bei der Anthokyanbildung; WIESNER-Festschrift, 1908.

<sup>3</sup> FITTING, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang; Jahrb. f. wiss. Bot., XLI. köt.

<sup>4</sup> BACH, Ueber die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations- und Reaktionszeit von verschiedenen Aussenbedingungen; Jahrb. für wiss. Bot., XLIV, 1907.



Ámbár az újabb fotochemia szerint érvényes ugyanez a törvény néhány esetre, így éppen azokra, a melyeken eredetileg felépült, de egyébként nem általános érvényességű, mert a reakciósebesség törvénye szerint a tömeghatás törvénye szerint folynak le a fotochemiai reakciók is és arányossági összefüggések csak ott állhatnak fenn, a hol az átalakuló vegyület töménysége változatlan, a hol a fénymező nem egynemű: de a szervezetben ezek a feltételek mindenesetre megvannak; ott is szükségképpen annyi érvényes a törvényből, hogy ugyanakkora fotochemiai hatás elérésére mindig ugyanakkora fény mennyiség szükséges. És ez analóg a fényperczepció törvényével. Az „ugyanakkora fotochemiai hatásnak“ megfelel az éppen észlelhető, azaz mindig ugyanakkora tropizmusos reakció. Az eredményt mindkét esetben a fény okozza. Vajjon nem a tünetnyek azonosságán alapszik-e a törvények hasonló volta? A prezentációs szorzat állandósága nem azt árulja-e el, hogy a fényérzékelés fotochemiai reakció útján támad az érzékeny szervben? Valami olyan anyag lehet a plazmában, mely megvilágításkor pl. redukálódik és e redukció termékei idézhetik elő a további folyamatokat . . . .

Csak az a kérdés, hogy lehet-e törvények összefüggések mennyiségbeli hasonlóságából a tünetnyek minőségbeli azonosságára következtetni? Teljes biztonsággal semmiesetre sem! Azonban nem nagyon valószínű-e mégis a növények fényérzékelésének legelső részletét fotochemiai hatással magyarázni? PRINGSHEIM<sup>1</sup> azt az ellentétést teszi, hogy a fordított arányosság vonatkozhatik akármely energiafajnak mássá való alakulására. De mire gondolhatnánk nagyobb valószínűséggel ebben az esetben, mint arra, hogy a fényenergia kémiai energiává alakul?

Hiszen a szem fényérzékeléséről még sokkal valószínűbb, hogy fotochemiai reakció közvetítésével történik; és ezt a valószínűséget nemcsak ilyen törvénybeli analógia támogatja. Kísérletileg bizonyos, hogy a szemben fotochemiai reakció is megy végbe, jelesen ilyen tünetny a szembibor elhalványodása. Csakhogy viszont ez a reakció nem lehet szükséges a fényérzékeléshez, mert hiányzik a legélesebben látó helyen: a sárga folton (macula lutea).

Csupán valószínű, hogy a fényérzékelés fotochemiai reakción alapszik. Azt se tudjuk, hogy milynemű lehet ez a fotochemiai folyamat? Energia megkötésével vagy felszabadulásával jár-e? A fototropikus reakciónak más, itt nem is érintett mennyiségi viszonyai mindenesetre megmagyarázhatók nemcsak endothermás-reakcióval, miként PRINGSHEIM véli, hanem exothermásokkal is, sőt bizonyos tekintetben még jobban. Ily irányban a mennyiségi viszonyok további kutatása is fontos; ámde annak eldöntésére, hogy ez a

<sup>1</sup> PRINGSHEIM, Heliotropische Studien, III. Mitt.; COHN's Beiträge z. Biologie d. Pflanzen, X. kötet.



fotóchemiai magyarázat helyes-e vagy nem, első sorban minőségi vizsgálatok volnának szükségesek, melyek megállapítanak, hogy mi az a fényérző vegyület és mivé alakul át?

\* \* \*

Az említett kísérletekben a megvilágítás fehér fénynyel történt. Érdekesnek kínálkozik tehát az a kérdés, hogy milyen ingerlő hatással lehetnek a színek különböző színei, a más és más hullámhosszúságú sugarak? 1878-ban WIESNER azt tapasztalta, hogy legerősebben hatók az ibolyántúli és ibolyaszínű sugarak; ezeken innen a színekben pedig mindinkább gyengül a hatás, úgy hogy sárga fényben már nincs is heliotropikus reakció. De a WIESNER adatai nem pontosak, mert a különböző színű sugarak hatását a fényerősség tekintetbe vétele nélkül nem lehet egybevetni. Azonkívül a különböző színek iránti érzékenységre nem a reakciós időből, hanem az elegendő időből lehet következtetni, WIESNER kísérleti idejében pedig az elegendő idő még ismeretlen fogalom volt. Szükséges volt tehát, hogy BLAAUW meghatározza éppen ezt különböző színű megvilágítás mellett. BLAAUW erős ívlámpától jó távolra, szélesre húzott színeképe elé állította fel egy sorban a kísérleti növényeket (zab csiranövényeket). Az eredmény az volt, hogy a színek vörös részében a csiranövényképek coleoptyljei egyenesek maradtak, kék-ultraibolya részében erősen görbültek. Tehát a fehér fényben is tulajdonképpen az erősen törő sugarak hatásosak. A nem görbülők és erősen görbülők között pedig átmenetesek voltak. Ebből megállapítható az a határszín, a melyben éppen még van reakció. A ható és nem ható sugaraknak ez a határa azonban nem mindig állandó. Annál inkább eltolódik a színeképe gyengén törő része felé, mennél hosszabb ideig tart a megvilágítás. Pl.:

Megvilágítás	Határ a sugarak hullám- hosszúságával jelezve
6300 másodperc	534 $\mu\mu$
120       "	499       "
5         "	487       "
4         "	478       "

Ha bizonyos fény sugaránál, pl. a 499  $\mu\mu$ -osnál, 120 másodpercznyi megvilágítás mellett van az a határ, a melynél éppen még észlelhető görbülés, akkor ebben a színben ez a 120 másodperc az elegendő idő. Ilyképpen a táblázat adatai egyenesen az elegendő időnek színek szerinti változását jelzik. Egészítsük ki ezt még azzal, hogy kb. a színeképe 364  $\mu\mu$ -os sugarainál az ibolyántúli részben a hatás szintén nagyon gyenge. Hasonló kísérletekkel hasonló eredményre jutott BLAAUW a Phycomyces-en is.

Ámde ezeknek az értékeknek alapján még nem lehet összehasonlítani a különböző színek iránti érzékenységet, mert a színeképe egyes színeinek intenzitása nem egyenlő, már pedig az elegendő idő ettől is függ. Ezért BLAAUW

először is az ő ivlámpájának prizmás színekével kapott értékekből kiszámította a rendes színekre vonatkozó elegendő időket; azután számbavéve, hogy mily viszonyban vannak egymással fényerősség dolgában a rendes színek színei, kiszámította, hogy mekkorák lennének az elegendő idők az egyes színekben akkor, ha a fényerőségek egyenlők lennének. A prezentációs szorzat állandóságából pedig nagyon valószínű, hogy a különböző színekre vonatkozó elegendő idők egymással ugyanabban a viszonyban vannak bármely fényerősség mellett is bizonyos korlátok közt. Ezeknek fordított értékei tehát általában kifejezik a különböző színek iránti viszonylagos érzékenységet. A zab csiranövénykének coleoptyljére vonatkozó néhány adat:

A sugár hullám-hosszúsága	Viszonylagos érzékenység
534 $\mu\mu$	0.34
499 "	20
478 "	717
448 "	825

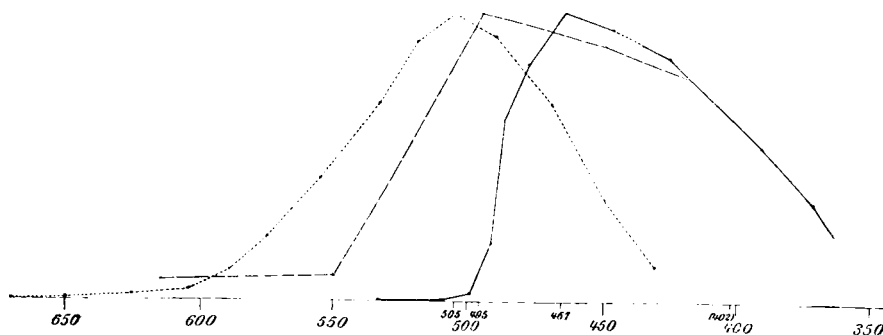
Ezeket a viszonyokat mutatja BLAAUW grafikonja a zab-csiranövény coleoptyljére, a *Phycomyces* sporangiumtartóijára és összehasonlítás kedvéért KRARUP nyomán az emberi szemre nézve (2. rajz).

Az érzékenység eloszlása eszerint például az zabnál a következő: Elenyészően csekély a gyengén törő sugarak iránt egészen a zöldig, és pedig 534  $\mu\mu$ -nál 2600-szor kisebb, mint a szem legérzékenyebb helyén; csekély egészen a kékeszöldig (500  $\mu\mu$ ), de innen kezdve erősen emelkedik és 465  $\mu\mu$ -nál az indigóban eléri maximumát; még odább már csökken és az ibolya és ibolyántúli fénysugarak közt 390  $\mu\mu$ -nál körülbelül csak félakkora, mint a maximumnál és elég nagy még az ibolyántúli részben 365  $\mu\mu$ -nál is.

A fototropikus reakció nagyon sokszor az asszimilációra kedvező helyzetbe juttatja a növényt. Jellemző példái ennek azok a lomblevelek, a melyek lapjukkal fordulnak a fény felé, ha az nem túl erős. Igaz ugyan, hogy a fototropizmus nem áll mindig az asszimiláció szolgálatában, mégis felmerülhet a gondolat, vajjon nem erre az ökológiai célra való-e a fototropizmus általában? Ebből a szempontból érdekes, hogy az előbbi görbe egészen más, mint az, melyik az asszimilációnak a fény színétől való függését ábrázolja. A nagy kísérleti akadályok miatt ezt ugyan még nem állapították meg egészen pontosan, de annyi mégis bizonyos, hogy az asszimiláció a színeknek éppen a gyengén törő részében legerősebb. Abból azonban, hogy az asszimiláció másképpen függ a színtől, mint a fototropikus érzékenység, még nem következtethetjük azt, hogy az asszimiláció és fototropizmus közt semmi ökológiai kapcsolat se lehetne.

Ha, miként előbb láttuk, olyan nagyon valószínű, hogy a fényérzékelés a fény kémiai hatásán alapszik, akkor most sem elégedhetünk meg

annyinak egyszerű megállapításával, hogy különböző színek iránt különböző az érzékenység. Talán ez a különbözőség csak látszat, hiszen a minimális érzékelés általános törvényében (195. lap) csak energiamentiség szerepelt, a szín pedig független a sugár energiataralmától. Nagy valószínűséggel adhatjuk meg ennek a magyarázatát annak alapján, hogy a más és más hullámhosszúságú sugarakat a testek más és más mértékben nyelik el. Ez elmélet szerint az érzékenység színek szerinti eloszlásának görbéje nem ábrázol mást, mint azt, hogy az érzékeny plazma a különböző sugarakat mily mértékben nyeli el. Látszólag azért legérzékenyebb a zab coleoptylje a 465  $\mu\mu$ -os sugarak iránt, mert ezeket nyeli el a legerősebben. Az ugyanolyan fényerősségű vörös sugarakat sokkal kisebb mértékben nyeli el, ezek tehát úgy hatnak, mintha fényerősségük volna csekélyebb. Ahányszorta kisebb az egyik sugár elnyelési kitevője mint a másiké, annyi-



2. kép. A zabcsiranövény (coleoptyl), a *Phycomyces* sporangiumtartója és az ember szem színek iránti érzékenységének görbéje. Az abszcisszára irt számok a sugarak hullámhosszúságát jelzik  $\mu\mu$ -okban. BLAAUW szerint.

— a zabcsiranövény, ..... a *Phycomyces* sporangiumtartó, ..... az ember szem színérzékenységének görbéje.

szorta kellene ennek a sugárnak intenzívebbnek lennie, hogy ugyanakkora hatást kelthessen. A különböző színeknek megfelelő elegendő idők az illető színek elnyelt intenzitásával fordítva arányosak. A szín, a sugár hullámhosszúsága tulajdonképpen egészen mellékes az érzékelésnél. Tehát alapjában véve az elegendő idő itt is az intenzitástól, a fényhordozta energiától függ. A színek iránti érzékenység is benn van abban az általános törvényben, mely azt fejezi ki, hogy a legkisebb reakció az energiamentisegtől függ.

De ez a valószínű magyarázat is, valamint a másik is csak akkor válik bizonyossá, ha ismeretes lesz az a vegyület, mely a fényt a plazmában elnyeli és ha ennek elnyelési görbéje az érzékenység görbéjével egyezni fog.

Ennyit tudunk arról, hogy miképpen függ a fotoprezentációs idő a fény mennyiségétől és minőségétől.

\* \* \*

Már régebben is tudták (BERTHOLD 1882), hogy a pozitív és negatív fotoreakció nem lényegesen különböző és nem választható el egymástól, a mennyiben vannak növények, a melyek gyenge megvilágításra pozitívan, erőse ellenben negatívan reagálnak. OLTMANN (1897) egy ivlámpától különböző távolságokra állított fel *Phycomyces*-kulturákat és azt tapasztalta, hogy a lámpától 80 cm-nyire pozitív, 20—30 cm-nyire pedig negatív irányú volt az elhajlás. (E két távolságban a megvilágítás erőssége körülbelül úgy aránylik egymáshoz, mint 100 : 8.) E két határ közt pedig egy helyen egyenesen maradt sporangiumtartók jelezték a + és — közötti átmenetet. Túlerős megvilágításban tehát negatív a reakció pozitív helyett. A mely növények pedig negatívan reagálnak a leggyengébb megvilágításra is, azokat úgy tekinthetjük, hogy számukra az a leggyengébb megvilágítás is túlerős. (Lehet azonban, hogy más kísérleti berendezéssel sikerülni fog ezeknél is létesíteni pozitív görbülést.) Viszont nagy fényt igénylő növényeknél eddigelé nagyon erős megvilágítással sem lehetett negatív reakciót kelteni, legfeljebb a közömbös átmeneti pontot sikerült elérni.

Ez a negatív és pozitív reakció viszonya, ha a megvilágítás állandó. Állandó maga a negatív görbülés is. Ezekből a kísérletekből úgy látszik, mintha a reakció irányára csupán a fényerősségnek volna döntő hatása; mintha volna olyan fényerősség, a mely mellett a görbülés csak negatív, és volna olyan, a mely mellett csak pozitív lehet. Az újabb kutatók azonban, a melyek a fény erőssége mellett számbavették a ható időt is, mást mutattak ki. Kiderült, hogy negatív reakció válthatja fel a pozitívat

Ha az összes ható fény mennyiség :	Akkor a reakció :
100—150 méter-gyertyamásodpercz (prezentációs szorzat)	gyengén pozitív; reagál a példányok 40—60%-a
800—1500 m. gy. mp. (és pedig az intenzitás ugyanakkora, a ható idő hosszabb)	erősen pozitív; reagál valamennyi példány
kb. 3000 m. gy. mp.	gyengén pozitív; a reakcióidő sokkal hosszabb, mert a negatív irányú belső folyamatok már jelentősek
100,000—200,000 m. gy. mp.	általában nincs görbülés; a pozitív és negatív irányú belső folyamatok ellensúlyozzák egymást.
2,000,000 m. gy. mp.	gyengén negatív.
4—12 millió m. gy. mp.	erősen negatív.

a fényintenzitás változása nélkül is, ha a megvilágítás nem tart egészen a görbülés bekövetkeztéig, vagy még azon is túl. Legrészletesebb erről a BLAAUW megfigyelése s közvetlenül egybe is vethető az OLTMANNNS-éval, mert *Phycomyces* sporangiumtartó volt a kísérleti tárgy mindkét esetben. (Lásd az előző lapon levő táblázatot.)

De az így keltett negatív reakció nem sokáig tart. Elsimul a pozitív is,<sup>1</sup> ha nem állandó az ingerlés, a negatív még gyorsabban.

Mindezek a kísérletek azt mutatják, hogy a reakció iránya (+, —) nem a fényerősségtől magától, hanem az összes ható fény mennyiségtől függ. Ugyanoly erősségű megvilágításnak rövid hatására pozitív, hosszabb hatására negatív lehet az utólag bekövetkező görbülés. PRINGSHEIM pedig azt találta, hogy az a legkisebb fény mennyiség, a mely ugyanakkora negatív reakciót létesít, a hatóidő és megvilágítás bármely változása mellett is állandó. Ugyanakkorának tekintendő a negatív reakció nemcsak akkor, ha éppen még látható görbülésben nyilvánul, hanem akkor is, ha a pozitívat még éppen ellensúlyozni tudja. PRINGSHEIM is a reakció elmaradásával mérte a negatív reakciót. A zab csiranövénykének coleoptyljénél NERNST-féle lámpa fényével körülbelül 600, AUER-féle lámpa fényével 900 m. gy. mp. az a legkisebb fény mennyiség, melynek hatására nem áll be a görbülés. *A fényerősséggel fordított arányban áll az a legkisebb megvilágítási idő is, a mely mellett már éppen nem áll be se pozitív, se negatív elhajlás, az az idő, a melyet a negatív reakció prezentációs idejének lehetne nevezni.*

*A keltő inger mennyiség állandóságának törvénye a negatív reakcióra is vonatkozik.* Azonban ennek fotochemiai magyarázata már kevésbé valószínű. A negatív percepcziót nem lehet a teljes ingerfolyamat más részleteitől oly elkülönítve tárgyalni, mint a pozitívat. Bonyolult nehézségek támadnak, melyek közt még nem látunk egyszerű utat a megoldás felé.

*Dr. Paál Árpád.*

## A földmágnességi háborgásokról.

A földmágnességi háborgásokra vonatkozó vizsgálatokat két csoportba oszthatjuk. Az egyik csoportba tartozók statisztikai módszert alkalmaznak és ily úton a háborgások gyakoriságára vonatkozólag fontos eredményekhez jutottak. Kimutatták, hogy a háborgások gyakoriságában, épp úgy, mint a földmágnességi elemek napi változásában körülbelül 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub> évi szakaszosság van, mely a napfoltok gyakoriságában is föllelhető. A mikor sok a napfolt, több a háborgás, kevesebb napfolt idejében a háborgások száma is kevesebb.

<sup>1</sup> Nem tekintve azt, ha a növényi rész időközben elveszti növekedő, tehát reagáló tehetségét.

A háborgásoknak gyakorisága az év folyamán is szabályos ingadozást mutat: legkisebb júniusban és decemberben, legnagyobb februáriusban és októberben. A nap 24 órájában sem oszlik el egyformán a háborgások gyakorisága: közép sarkmagasságokban dél körül van a gyakoriságnak legkisebb és este 9 óra körül legnagyobb értéke.

A háborgások fizikai magyarázatához azonban ezek az önmagukban fontos és érdekes eredmények nem vezetnek. Ebben az irányban csak azóta haladtunk, a mióta több helyen egyidőben végzett észlelésekből az egyidejű háborgató erőket vizsgálják. E vizsgálatok alkotják az imént említett csoportok másodikát.

Már GAUSS és WEBER szerveztek egyidejű földmágnességi észleléseket Európa több helyén a múlt század 30-as éveiben. Bizonyos, előre megállapított napokon a földmágnességi elemek értékét ötpercenként följegyezték. Ezekből az adatokból kiderült, hogy a nagy háborgások egész Európában egyszerre jelentkeznek és a háborgató erő változása is nagy általánosságban egyenlő, de részletekben van eltérés. A GAUSS-tól szervezett egyidejű észlelések néhány év múlva megszűntek és hasonló vizsgálatok, tökéletesebb módon, azóta végezhetők, a mióta a Föld különböző pontjain önjelző műszerek folytonosan jegyzik a földmágnességi erő változásait.

E vizsgálatok közül legfontosabbak a következők:

SCHMIDT ADOLF<sup>1</sup> több oly mágneses háborgást vizsgált meg, mely főbb vonásaiban egy, a légkörben másodpercenként körülbelül egy kilométer sebességgel tovahaladó, köralakú elektromos áram mágneses hatásával volt leírható. Ha ily áram valamely hely fölött elvonul, a háborgató erő következő változásokat mutatja: a vízszintes összetevő, irányát megtartva, nő, egy legnagyobb értéket ér el, azután fogy és elenyészik akkor, a mikor az áram középpontja az állomás fölött van; innét 180<sup>o</sup>-kal változott iránynyal ismét nő egy legnagyobb értékig, azután ismét fogy. A háborgató erő függőleges összetevője legnagyobb (fölfelé vagy lefelé irányuló a szerint, a mint az áramlás iránya [az áramot felülről tekintve] az óramutató járásával ellenkező, vagy egyező) akkor, a mikor a vízszintes összetevő elenyészik. Ezen időpont előtt és után fogy, majd ellenkező irányúvá válik és mint ilyen szintén legnagyobb értéket ér el. Ezeket az egyszerű viszonyokat módosítják a haladó áramtól a Földben indukált áramrendszerek. Ezeknek hatása abban nyilvánul, hogy a függőleges összetevő később éri el szélső értékét, mint a vízszintes összetevő elenyészik és úgy a vízszintes, mint a függőleges összetevőnek ama szélső értékei, melyeket az áram középpontjának az észlelő hely fölé érkezés előtt és után mutatnak, nem egyenlők, a milyenek volnának indukált áramok nélkül. Azokon a helyeken,

<sup>1</sup> Ueber die Ursachen d. magnet. Stürme; Met. Zeitschr., 1899, 385. lap.

a melyeknek közelében az áramrendszer elvonul, a vízszintes összetevők, az áramlás iránya szerint egy pont felé összetartanak, vagy egy pontból széttartanak és a mily mértékben távolodik az áramrendszer, mindinkább párvonalassá válnak. SCHMIDT nyomán DR. LAMPEL JAKAB<sup>1</sup> a sarki állomásokon 1882—83. években kapott adatokból kísérte meg ily áramrendszerek kimutatását.

Ily áramrendszerek keletkezése a légkörben nem meglepő, ha meggondoljuk, hogy SCHUSTER vizsgálatai szerint a földmágnességi elemek napi változását is, a Földön kívül levő áramrendszerek okozzák, továbbá, hogy SCHMIDT szerint a Föld állandó, csupán lassú változásoknak alávetett mágneses terének egy csekély (körülbelül  $\frac{1}{40}$ -ed) része a Földön kívül fekvő hatókra vezetendő vissza.

Képzeltető, hogy légkörünk legfelső részei a Naptól kiinduló ibolyántúli, vagy pedig katódsugárzás hatása alatt egyes helyeken jobb vezetőkké válnak és így a mindig meglévő áramrendszerben hirtelen és nagy változások történnek. Az áramláshoz szükséges elektromindító erőt a Föld állandó mágneses tere és a légrétegek meg a Föld relatív mozgása szolgáltatja oly módon, hogy e mágneses tér erővonalai a felsőbb légrétegekben elektromindító erőt indukálnak. Ez SCHUSTER-nek alapgondolata a háborgások magyarázására.<sup>2</sup>

BIRKELAND-nak a földmágnességi háborgásokra vonatkozó nézetei szorosan összefüggnek az északi fény keletkezésére felállított föltevésével.<sup>3</sup> Szerinte a Nap katódsugarakat (negatív elektromosságú részecskéket) küld a Föld felé és ezek keltik a legfelső légrétegekben az északi fény néven ismert fénytűneményeket. E felfogás PAULSEN elméletében is megvan.<sup>4</sup> Annak, hogy e fénytűnemény főképpen a sarkvidékeken nagyon gyakori, az az oka, hogy a katódsugarak főképpen e vidékeken jutnak a Föld közelébe. A katódsugarak mágneses mezőben egyenes irányú pályájukból kitérnek. Egnemű mágneses mezőben (a hol a mágneses erő nagysága és iránya mindenütt ugyanaz) egy negatív elektromosságú részecske, ha eredeti iránya nem esik össze az erővonalak irányával, hengeren fekvő csavarvonalat ír le. A henger tengelye párvonalas a mágneses erővonalakkal, sugara arányos a mozgó részecske sebességének azon összetevőjével, mely merőleges a mágneses erővonalakra, a csavarvonal magassága arányos a mágneses mező irányába eső sebességösszetevővel. E magasság és a henger sugara azonkívül fordítva arányos a mező erősségével. Egyetlen egy sarkból kiinduló mágneses mezőben a pálya forgási kúpon fekvő csavarvonal; a kúp csúcsa a mágneses

<sup>1</sup> A mágneses háborgások okairól; Időjárás, 1910, 81—89. lap és 109—119. lap.

<sup>2</sup> Terr. Magn., XV. köt., 123. lap.

<sup>3</sup> The Norwegian Aurora Polaris Expedition 1902—03, Christiania, 1909.

<sup>4</sup> Sur les récentes théories de l'aurore polaire; Bull. de l'Acad. Roy. d. Sciences etc. de Danemark, 1906, 2. sz., 109—144. lap.

sark, alkotói az erővonalak. Két ellentett sark mezejében, ha a tekintetbe jövő távolságok a sarkoktól nagyok a két sark egymástól való távolságához képest, az elektromos részecske pályáját STÖRMER vizsgálta meg és e vizsgálataival BIRKELAND elméletét matematikai formában is kifejtette és a szigorúbb összehasonlítást a tapasztalattal lehetővé tette.<sup>1</sup>

BIRKELAND-nak e tárgyra vonatkozó kísérleteiben, melyeket a katódsugarak útjába helyezett gömbalakú elektromágnessel végzett, a katódsugarak a mágneses sarkok körül tölcseralakban a gömb felülete felé áramlanak; a bárium-platinacizianürre bevont gömbön a sarkok közelében és az egyenlítő körül fényes gyűrű keletkezik, néha pedig, ha a gömb mágneses momentuma a katódsugarak sebességéhez jól volt megválasztva, a gömböt az egyenlítő körül egy fénygyűrű, miként Saturnust a gyűrűje, vette körül. Mindezek a jelenségek megmagyarázhatók azokkal a pályákkal, a melyeket STÖRMER talált.

Gyorsan haladó elektromos töltésű részecskék úgy hatnak a mágnes-tűre, mint elektromos áramok. BIRKELAND szerint a katódsugaraknak mágneses hatását észleljük a földmágnességi háborgásokban. A különbség BIRKELAND és SCHUSTER elmélete között az, hogy az előbbi szerint a háborgások a Napból jövő és nagy sebességgel haladó elektromos töltésű részecskéknek közvetlen mágneses hatásától származnak, az utóbbi szerint a Napból jövő sugárzások (katód- és ibolyántúli-sugarak) a felső légrétegeket jobb vezetőképességűvé teszik és ezzel az amúgy is meglevő áramok erősségében változásokat létesítenek. Az utóbbi felfogásból kiindulva azt kellene várnunk, hogy a háborgásokat okozó erőter hasonlít azokhoz, a melyekkel a földmágnességi erőnek állandó terét és rendes változásait írhatjuk le. Valóban találunk is ilyen vonatkozást. A BIRKELAND-tól „egyenlítői háborgásoknak“ nevezett zavarok egyik fajtája főbb vonásaiban oly külső áramrendszerrel írható le, a milyennel a Föld állandó terének ama részében találkozunk, a melyet külső hatók okoznak.<sup>2</sup> A BIRKELAND-tól poláris és cyclo-medián háborgásoknak nevezett zavarok erőtere pedig a napi változást okozó erőterre emlékeztet.

Az északi fénynek és a földmágnességi háborgásoknak magyarázása oly természetű elektromos részecskék mágneses hatásával, mint a milyenek a laboratóriumban előállítható katódsugarak, némi nehézséggel jár. Az északi fény legnagyobb zónája a valóságban a mágneses sarkot körülvevő mintegy 20 fok sugarú kör, STÖRMER számításai pedig 2·3—3·4 fokú kört adnak.

<sup>1</sup> STÖRMER-nek számos, e tárgyra vonatkozó közleményéből csupán a következőket említem meg: Sur les trajectoires des corpusc. électrisés etc.; Arch. d. Sciences phys. et naturelles de Genève 1907, 1911, 1912. évf.

<sup>2</sup> L. A. BAUER, The Physical Theory of the Earth's magn. and electr. phenomena; Terr. Magn., 1910, 15. köt., 117. lap.



Nehezen válik érthetővé az északi fény megjelenése közép és alacsony sarkmagasságokban, mert itt a részecskék nem jöhetnek közel a Földhöz. Azok a részecskék, a melyek BIRKELAND kísérletében az egyenlítői fénygyűrűt alkotják és a melyekkel ő az úgynevezett egyenlítői háborgásokat magyarázni akarja, nagyon távol vannak a Földtől. A legkisebb távolság, melybe az egyenlítő közelében juthatnak,  $3.6 \times 10^6$ — $1.6 \times 10^6$  kilométer. E nehézség megszüntetésére vagy oly katódsugarakat kell feltennünk, melyek a fény sebességével közel egyenlő sebességgel haladnak,<sup>1</sup> vagy pedig más fajta sugarakat kell feltennünk, így például  $\alpha$ -sugarakat.<sup>2</sup> Az utóbbi esetben az északi fény legnagyobb öve  $16.6$ — $18.1$  fok sugarú kör; az egyenlítő közelében a legkisebb távolság, melyre a Földet megközelíthetik,  $68 \times 10^3$ — $58 \times 10^3$  kilométer még mindig rendkívül nagy távolság, úgy hogy rendkívüli áramerősséget kell feltenni oly célból, hogy bizonyos mágneses háborgásokat ez áramok mágneses hatásával lehessen magyarázni. A közel fénysebességgel haladó katódsugarakra e legkisebb távolság 38000 kilométer. Azok a mágneses háborgások, melyek a sarkvidékeken legerősebbek, a közép és alacsony sarkmagasságokban gyengék (BIRKELAND „poláris háborgásai“), könnyebben magyarázhatók a sarkvidékeken behatoló katódsugarakkal, mert itt a Földhöz jóval közelebb juthatnak. Még közelebb juthatnak az egyenlítői vidékeken is azok a negatív töltésű részecskék, a melyeket ARRHENIUS tételez fel; ezek a fénynyomás következtében jutnak a Napból a Föld közelébe.<sup>3</sup> E részecskék beáramlási területe nem szorítkozik főképpen a sarkvidékekre, mint a katód- és  $\alpha$ -sugaraké, hanem a Földnek a Nap felé fordított oldala a beáramlási terület.

A fénysebességgel közel egyenlő sebességű katódsugaraknak felvétele megegyezik az északi fény átlagos magasságából e sugarakra következtethető elnyelési viszonyokkal.<sup>4</sup> STÖRMER az északi fény fotografiai főlvételeiből a magasságukat megállapította. Legnagyobb magasságnak 370, és legkisebbnek 37 km-t talált. Az első magasság a felső légrétegeknek e sugarakkal szemben tanúsított akkora elnyelő képességére vezet, mely sokszorosán ( $10^{10}$ -szer) felülmulja a katódsugarakra talált elnyelő képességet; az utóbbi magasságból oly abszorpczió következtethető, mely az eddig ismert leggyorsabb katódsugarakra talált abszorpczióképességnek csak  $\frac{1}{6}$ -od része, tehát a sugarak sebessége közel egyenlő a fénysebességgel. Az utóbbi eredmény azt bizonyítja, hogy az északi fényt létesítő katódsugarak jóval gyorsabbak, mint az eddig ismert legsebesebb katódsugarak, az első eredmény pedig arra mutat, hogy 370 km magasságban még tekintélyes elnyelő

<sup>1</sup> P. LENARD, Ueber die Strahlen d. Nordlichter etc.; Meteor. Zeitschr., 1911, 482. lap.

<sup>2</sup> MENDE J., Az északi fény oka; Természettudományi Közlöny, 1912, 850. lap.

<sup>3</sup> Terr. Magnet., 1905. 10. köt., 1—8. lap.

<sup>4</sup> Meteor. Zeitschr., 1911, 481—488. lap.

anyag, minden valószínűség szerint hidrogén, van. E nagy magasságban levő északi fény talán  $\alpha$ -sugarak elnyelése útján keletkezik; e sugaraknak elnyelődése sokkal nagyobb, mint a katód sugaraké.<sup>1</sup>

Azok a rajzok, melyeket az önjelző műszerek a földmágnességi elemek változásáról háborgások alkalmával különböző észlelőhelyeken följegyeznek, azt mutatják, hogy e változások nagyobb területen nagyon hasonlók és közelítőleg ugyanabban az abszolút időpillanatban jelentkeznek. (E megjegyzés a SCHMIDT-től talált vándorló áramrendszerekkel leírható háborgásoknál csak kisebb területre érvényes.) A mi különbség (néhány perc) mutatkozik az időben, azt a legújabb időkgig általában annak tulajdonították, hogy az idő megállapítása, részben az óraállás, részben a rajz kimérésének hibái következtében, bizonytalan. A háborgások egyidejűségének vizsgálatára különösen jól használhatóak azok a háborgások, a melyek hirtelen kezdődnek. Ezeknél a kezdő időpont jól megállapítható. Ilyen háborgások kezdő időpontjait vizsgálta meg BAUER L. A. és FARIS<sup>2</sup> és mindkettő azt találta, hogy a kezdő időpontban különböző helyeken jelentkező különbségek nem az idő megállapításának bizonytalanságából származnak, hanem ezek e háborgások terjedési sebességének következményei. BAUER következtetéseit CHREE megtámadta<sup>3</sup> és e kérdés még nincs véglegesen eldöntve. BAUER azt találja, hogy e háborgások 100—200 km/sec.-rendű sebességgel haladnak, tehát a Földet 7—3 perc alatt kerülik meg. Említésre méltó, hogy ily terjedési sebesség összhangzásban van a háborgásoknak BIRKELAND-féle magyarázatával, de a SCHUSTER-féle elmélet is ilyen rendű terjedési sebességre vezet.<sup>4</sup>

A háborgásoknak nagyon érdekes alakját fedezte fel és vizsgálta meg ESCHENHAGEN,<sup>5</sup> nevezetesen az úgynevezett „lüktetéseket“ (pulsatio). Ezek nagyon rövid szakaszosságú, kicsiny ingadozások az elemek értékében. ESCHENHAGEN körülbelül 30—40 másodperces periodusú ingadozásokat talált, melyeknek amplitudója a vízszintes összetevőben ennek  $\frac{1}{100000}$  —  $\frac{2}{100000}$  része. BIRKELAND is foglalkozott ezekkel a háborgásokkal<sup>6</sup>, később EBERT<sup>7</sup> is folytatott ilyen vizsgálatokat. Utóbbi azt találta, hogy a „lüktetés“-ek között vannak nagyon kicsiny, a másodperc néhány tizedrészével egyenlő, szakaszosságú szabályos ingadozások, a melyek nagyobb területen egyszerre jelentkeznek és felveti azt kérdést, hogy ezek nem a Föld elektromos saját rez-

<sup>1</sup> MENDE J., Az északi fény oka; Természettudományi Közlöny, 1912, 850. lap.

<sup>2</sup> Terr. Magn., 15. köt., 1910, 9—20. l. p. 93—105. lap, 219—232. lap.

<sup>3</sup> Nature, 1911. márczius 16-iki szám, 78. lap.

<sup>4</sup> Terr. Magn., XV. köt., 124—125. lap.

<sup>5</sup> Terr. Magn., II. köt., 1897, 105—116. lap.

<sup>6</sup> Expédition Norvégienne de 1899—1900. Christiania 1901.

<sup>7</sup> Sitzber. d. kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., XXXVI. köt., 1906, 527—543. lap.

gégei-e? Ha ugyanis a Föld elektromos egyensúlya megzavarodik, akkor az egyensúlyi állapotába nem egyszerre tér vissza, hanem elektromos rezgések útján, melyeknek periodusa 0·15. Szerinte nem volna nehéz oly rezonátort szerkeszteni, mely ilyen rezgésekre hangolva, a Föld saját rezgéseire felel.

E kicsiny ingadozásoknak kapcsolatát a földi áramokban is mutatkozó ingadozásokkal, BEMMELEN vizsgálta.<sup>1</sup>

A BIRKELAND-STÖRMER-féle elmélet szerint a kicsiny ingadozásokat talán a Napból jövő és sebesen haladó elektromos részecskék mágneses hatásával lehetne magyarázni.<sup>2</sup> Ama pályák között, melyeket STÖRMER e részecskékre talál, vannak oly periodusos pályák, melyeknek befutására a részecskének körülbelül annyi időre van szüksége, mint a mekkora a BIRKELAND-tól megvizsgált lüktetések periodusa (8—130 mp). E pályák befutása közben a részecskék a Földhöz közelebb jutnak és ismét távolodnak s így elképzelhető, hogy ily elektromos töltésű részecskékből származó mágneses hatások ingadozása tükröződik vissza a lüktetésekből.

Sokszor tapasztalták, hogy háborgások után az elemek nem kapják vissza azonnal azt az értéket, melyet a háborgások előtt mutattak, hanem csak lassan, fokozatosan, napok múlva térnek vissza eredeti értékükhöz. E tünetényt VAN BEMMELEN utóháborgásnak nevezi.<sup>3</sup> Magyarázata bizonyára abban keresendő, hogy a Földben mágnesezhető anyagok vannak és az ezekben mutatkozó mágneses hysteresis oka e jelenségnek. E felfogást erősen támogatják a háborgások alkalmával végzett földi áram megfigyelések.<sup>4</sup> A földmágnességi elemek és a földi áramok háborgások alkalmával sokszor párvonalas menetet tanúsítanak olyanformán, hogy az előbbieket a földi áramok elektromágneses hatásának tekinthetők. A földi áramok a háborgás előtti értéküket jóval előbb kapják vissza, mint a mágneses erők. Ez úgy magyarázható, hogy a földmágnességi elemeknek műszereinken megfigyelt értékei a földi áramok közvetlen mágneses hatásából és a tőlük megmágnesezett belső tömegek hatásából tevődik össze. Az első hatás a földi áramok változásával egyidejűleg változik, tehát, a mikor a földi áramban a háborgás megszűnt, elektromágneses hatása is megszűnt, de megmarad még a megmágnesezett tömegek hatása, mely a mágneses hysteresis következtében a földi áramok változásához viszonyítva késést mutat.

<sup>1</sup> Kossinklijke Akad. von Wetenschappen Amsterdam; Proceedings 1908. jan. 518—525. lap. Ápr. 782—789. lap. Okt. 242—248. lap.

<sup>2</sup> CAN STÖRMER, On the trajectories of electr. corpuscles etc.; Arch. for. Math. og Naturvidenskab, XXVIII. köt., Kristiánia, 1906, 28—31. lap.

<sup>3</sup> Die erdmagnetische Nachstörung; Meteor. Zeitschr., 1895, 321. lap.

<sup>4</sup> BOSLER, Orages magnetiques et phénomènes d'hysteresis; Comptes Rendus, 1913, 156. köt., 14. f. 19—21. lap.

Mind e vizsgálatok a Napból kiinduló hatásokra vezetnek vissza a háborgások okát. Az kétségtelen, hogy a földmágnességi erő változásában a Napnak főszerepe van; bizonyítja ezt az elemeknek napi változása, de erre mutatnak közvetlenül a napfogyatkozások alkalmával végzett megfigyelések is, melyek szerint e két változás között csak erősségben van különbség, jellegük azonban hasonló.<sup>1</sup> A Nap hatása azonban nem közvetlen mágneses hatás, hanem oly sugárzásokra vezetendő vissza, melyek a felső légrétegekben létesített elektromos áramok, vagy áramerősségváltozások útján létesítenek mágneses hatásokat. E hatásokat módosítják a Föld belsőjében keltett indukált áramok és az átmenetileg megmágnesezett belső tömegek.

*Dr. Steiner Lajos.*

### A napsütés ereje az utóbbi évek nyarán.

STEINER LAJOS a CAMPBELL-STOKES-féle napfénytartammérő szalagjai pörkölésének mértékéből határozta meg azt az eltérést, mely az 1911. és 1912. évek nyarán a napsütés ereje között mutatkozott s már ezekből az adatokból is tárgyilagosan megállapíthatta, hogy a napsütés ereje múlt év nyarán a szokottnál jóval kisebb volt s hogy a légkörnek az állapota, mely 1912 nyarán a napfénynek nagyobb mértékű elnyelését okozta, időszakosan változott s júliusban volt a legfeltűnőbb.

1911. és 1912. év nyarán Balaton-Almádiban rendszeresen mértem a napsütést azokon a napokon, a melyeken a Nap sütött a helyi közepes déli időben.<sup>2</sup> Az ezeket megelőző öt évben pedig, bár nem egészen rendszeresen, de szintén elég gyakran mértem azt. Ezen adatok oly szemlélhetően mutatják a múlt nyár gyengébb napsütését, hogy azokat tanulságos voltuk miatt a következőkben legalább főbb vonatkozásaiban felsorolom.

	1906—1910			1911			1912		
	min.	max.	átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	átl.
Június 6—30 .....	—	—	—	937	1773	1432	582	1124	781
Július 1—31 .....	—	—	—	1260	3952	2402	540	1296	722
Augusztus 1—31 .....	—	—	—	1536	2016	1786	582	1554	962
Szeptember 1—30 .....	—	—	—	1008	2304	1643	504	1124	773
Június—szeptember .....	850	2215	1484	937	3952	1885	504	1554	805

<sup>1</sup> L. A. BAUER, Results of Intern. Magn. Obs. etc. Terr. Magn., VII. köt., 155. lap és NIPPOLDT, Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarlicht. 2. kiadás, 1912, 101. lap.

<sup>2</sup> Mérési eljárásomat a Gyógyászat és a Zeitschrift f. physik. u. diaet. Therapie, 1909. évfolyamában ismerttettem.

Az értékek  $KH = \text{Kilo (ezer) Hefner-Meter-Secundumban}$  vannak jelezve és az 1906—1910. években csak a június 16-ikától kezdődő s szeptember 15-ikéig terjedő napokra vonatkoznak. Ezek az adatok részben hiányosak és csak ama napokon észlelt napsütésre vonatkoznak, a melyeken az égboltnak legalább az a tájéka, a hol délben a Nap állott, teljesen felhőtlennek látszott.<sup>1</sup> És míg az az égbolton más években csak alig, vagy éppen nem volt észlelhető, 1912 nyarán a Nap körül, tehát a levegőnek legerősebben megvilágított részén mindig lehetett többé-kevésbé feltűnő fehéres fátyolt látni. Ez a fátyolozottság némely napon annyira feltűnő volt, hogy vékony czirrusnak is lehetett volna tartani s ettől csak abban különbözött, hogy benne semmi rétegzettséget sem lehetett felismerni. Ha azonban ily napokon még czirrusok is voltak az égbolton, különösen a Nap közelében, akkor éppenséggel nem lehetett határozottan megállapítani, hogy felhő tompítja-e a napfényt, vagy a levegőnek oly állapota, mely azt kevésbé átlátszóvá teszi. Ez okból egyes napok mérési eredményeit nem is vettem be ezek közé s éppen ezek azok, a melyeken a napsütés ereje nagyon csökkent. Ha e kétséges adatokat is számításba vettem volna, akkor az 1912. év nyarán a napsütés legkisebb erejét és átlagát még a jelzettnél is jóval kisebbnek kellett volna feltüntetni. Ilyen napok, bár csekélyebb számban, más években is voltak. A levegő átlátszósága felhőtlen égbolt alatt más nyáron is szenvedett hasonló jelenségek miatt, de csekélyebb mértékben; a szóbanforgó évek közül a legcsekélyebb fokban, miként az a felsorolt adatokból meglátszik, 1911-ben. A napsütés ereje ugyanis 1906—1910., az 1911. és 1912. évek nyarán középértékben körülbelül úgy aránylik egymáshoz, mint 1:1·3:0·5, maximális értékei, mint 1:1·8:0·7, minimálisak 1:1·1:0·6.

Az alacsonyabb (800 KH-nál kisebb) értékek 1912-ben júniusban 8., 14., 15., 18., 24., 27. és 29-ikén; júliusban 2-ikától 10-ikéig, továbbá 15., 17., 20. és 21-ikétől 27-ikéig és 31-ikén mutatkozott, augusztusban 2., 3., 10., 15., 16., 22. és 31-ikén, szeptemberben pedig 1. 7., 10., 21., 28. és 29-ikén. (A vastagabban nyomott számok a minimum, illetve alább a maximum napját jelzik.) A nagyobb (1000 KH-nál magasabb) értékeket viszont júniusban csak 28-ikán, júliusban csak 11-ikén, augusztusban 1., 9., 13., 18., 19., 20., 24. és 29-ikén, szeptemberben pedig csak 12-ikén találtam. De ezek is éppen csak az előző 6 év átlagát érik el.

A napsütés ereje 1912-ben egész nyáron át gyengébb volt, mint az előző években, de különösen gyengébb volt júniusban és júliusban. E két hónapban gyengébb volt, mint a szintén csekélyebb nap-

<sup>1</sup> 1912-ben júniusban 6-ika és 30-ika között 12, júliusban 24, augusztusban 19 és szeptemberben 11 ilyen nap volt.

sütésű augusztusban. STEINER adatai szerint az égnek 1912-ben mutatózó homályossága júliusban volt a legnagyobb fokú. Az én adataim is ezt mutatják, különösen, ha tekintetbe vesszük, hogy a napsütés (+ a kék égről visszavert fény) kémiai erejének júniusi, júliusi, augusztusi és szeptemberi arányszámai (HOLITSCHER szerint) a Nap deklinációjának megfelelően 156:150:131:98. Mert 1912-ben a napsütés kémiai megvilágító erejének egymáshoz való aránya ezekben hónapokban 156:144:192:154 volt. E számok szerint a napsütés ezen a nyarán (ama hónapok közül, a melyekről adataim vannak) júliusban volt aránylag a legjobban elhomályosítva, ezután júniusban, már kevésbé augusztusban s legkevésbé szeptemberben. De azért a napsütés más éveknél e hónapjaihoz viszonyítva, még augusztusban és szeptemberben is gyengébb volt.

A napsütés gyengébb volta már június első felében is feltűnik, mert még 6-ikán és 8-ikán sem érte el az előző hat évnek minimumát. Ezek az adatok tehát szintén STEINER állításának helyessége mellett szólnak és ellentmondanak MARTON W.<sup>1</sup> véleményének, a ki csak június végére teszi a homályosodás kezdetét.

A napsütés gyengítését nem okozhatta a Nap fotoszférájában történt változás, hanem vagy valami kozmikus köd, vagy, a mi valószínűbb, Földünk légkörének a szokottnál jóval nagyobb szennyezettsége (portartalma). Legáltalább erre mutat az, hogy az égbolt teljesen derült időben is határozottan fátyolos volt.

Megemlítsre méltó még, hogy ezek a viszonyok az 1911. év nyarán éppen ellenkezőek voltak. A Nap kémiai világitóereje ugyanis, miként az a közölt abszolút értékek és a felsorolt évi arányszámok összehasonlításából kitűnik, ezen az egész nyáron át átlagban 30%-kal, annak legnagyobb értéke pedig közel 80%-kal volt nagyobb, mint az 1906—1910. évek nyarán, mely utóbbi években a napsütés ereje nyaranként csak jelentéktelenül tér el egymástól.

† Dr. Lenkei Vilmos Dani.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

**A körvonalrajzok szerepe az embertanban.** A koponyatanban épp úgy, mint az egész embertanban régóta két főirány küzdelme észlelhető. Az egyik a koponya alaki jellegeire (morphologia) fektette a gondot s a méreteket jóformán semmire sem be-

csülte; a másik viszont egyedül a méréstől, várta a nagy problémák megoldását. Azonban mindkét irány egyoldalú túlhajtása eredménytelennek, sőt károsnak bizonyult, úgy hogy sokan már a koponyatan csődjéről beszéltek.

<sup>1</sup> Meteor. Zeitschrift.

A múlt század utolsó évtizedeiben komoly tudósok pálczát törtek a két irány s különösen a mérések egyoldalú túlhajtása ellen s az alaki és méreti vizsgálatok együttes alkalmazását hangsúlyozták. A jelen század első évtizedében SCHWALBE és KLAATSCH munkáikban gyakorlatilag is bebizonyították, hogy az anthropológiai vizsgálatok csak akkor lehetnek igazán eredményesek, ha a mérés és morfológia nem mint két ellentétes irány, hanem mint együttesen alkalmazott, egymást kiegészítő módszer szerepelnek. Ezen új irány helyes voltát mi sem bizonyítja jobban, mint azok az eredmények, a melyeket a kraniológiában a körvonalarajzok (diagraph) alkalmazása által az utolsó években elértek.

Már COHAUSEN és RIEGER, majd LISSAUER és KLAATSCH kimutatták a koponyakörvonalarajzok összehasonlító vizsgálatának fontosságát s műszereket is készítettek (diagraph, perigraph stb.), melyeknek segítségével a koponya körvonalai a legkülönbözőbb síkokban lerajzolhatók, miáltal a koponyák összehasonlító méreti és alaki vizsgálatokra föltötte alkalmassá lesznek. Újabban MARTIN és WETZEL nagy tökéletességre emelték a diagraph-eljárást.<sup>1</sup>

A német anthropológusoknak a múlt évben Weimarban tartott 43. gyűlésén FALKENBURGER F.<sup>2</sup> számolt be röviden

<sup>1</sup> SCHLAGINHAFEN, Beschreibung und Handhabung von MARTINS diagraphen-technischen Apparaten; Correspondenzblatt d. Deutsch. Ges. f. Anthrop., 38. évf., 1. sz. - WETZEL, Apparate u. Erläuterungen zur perigraphischen Technik; Zeitschr. f. Morphol. u. Anthrop., 13. köt., 3. füzet.

<sup>2</sup> F. FALKENBURGER, Zur Craniotrigonometrie; Correspondenzblatt d. Deutsch. Ges. f. Anthrop., 43. évf., 7—12. sz.

körvonalarajz-vizsgálatairól, legújabbán pedig egy részletesebb cikkben<sup>1</sup> ismertette a rendes és torzított koponyák körvonalarajzain tett észleleteit. Ezekből az összehasonlító vizsgálatokból kiderül, hogy az arcz- és agykoponya bizonyos, határozott részei egymással állandó, szoros kölcsönösségben állanak. Így pl. a koponya homloki részén levő tarhelytől (glabella) a lambdavarrat legfelső pontjához (lambda-pont) húzott vonal mindig merőleges a koszorú és nyílvarrat érintkezési helyén levő ú. n. bregma-ponttól az öreglik elülső széléhez (basion) futó vonalra. Hasonlóképpen az orrgyöktől (nasion) az öreglik elülső széléhez (basion) húzott vonal mindig merőleges a koszorú- és nyílvarrat érintkezési pontját (basion) a lambdavarrat csúcsával összekötő vonalra. S a fontos az, hogy e törvényszerűség, a nagyon csekély ingadozásokat nem tekintve, úgy a rendes, mint a torzított koponyákon egyaránt megtalálható. Az ilyen összehasonlító körvonalarajz-vizsgálatokkal kimutatható, hogy az arcz és agykoponya részei, miként azt már KOLLMANN hangsúlyozta, a koponya fejlődésén alapuló korrelációban állanak egymással s a mikor a koponya egy részét valamely külső átalakító hatás éri, az az illető koponyarészszel szoros összefüggésben levő más helyen is bizonyos elváltozást idéz elő.

Az ilyen vizsgálatoknak a történelemelőtti időkből való koponyák rekonstrukciója terén is nagy szerepük lesz. A mikor pl. csak a koponyatető van meg, a kölcsönösség alapján követ-

<sup>1</sup> F. FALKENBURGER, Diagraph'sche Untersuchungen an normalen u. deformierten Rassenschädeln; Archiv. Anthrop., 12. köt., 2. füzet.

keztetni lehet a koponya magasságára vagy a hiányzó nyakszirtre.

Ime a méreti és alaki jellegek a körvonalrajzok összehasonlító vizsgálata által egymást kiegészítő szoros viszonyba jutnak s az anthropológiai kutatások számára eredményekben gazdag jövőt ígérnek.

*Dr. Bartucz Lajos.*

**A csiranélküli vagy léha magvak keletkezése.** A termésekben olykor csupán csiranélküli, azaz meddő (léha) magvak találhatók, vagy pedig az ép magvak sorában akadnak meddő magvak is. Tudjuk, hogy a magvak rendes kifejlődésének föltétele a végbement megtermékenyítés, vagyis a virágpor tömlőjében levő úgynevezett termékenyítő (generatív) sejtmagnak a petesejttel való egybeolvadása. Az eddigi észlelések és vizsgálódások szerint a csiranélküli magvak különféle módon és eltérő okokból jönnek létre. A következőkben azokat az eseteket ismertetem, a melyekből az ivarbeli fejlődésnek ezt a fogyatékoságát az embriológiai kutatások alapján magyarázhatjuk.

A zárvatermő virágos növények embrió-zsákjának az elsődleges (primaer) magja ketté oszlik, a szétvált leánymagvak ezt az osztódást azután még kétszer megismélik. Az így keletkezett 8 mag közül 3 a magrügy szája (mikropyle) felé, 3 pedig az embrió-zsáknak ellenkező végébe vándorol és sejtekké alakul. Az előbbiekből lesz a *petekészülék*, azaz a petesejt és a 2 szinergidsejt; az utóbbiak pedig az *ellenlábás sejteket* (antipodes) alkotják. A fennmaradt, úgynevezett 2 sarki (polaris) sejtmag az embriózsáknak közepe felé vándorol és *másodlagos embriózsákmaggá*

egyesül. Az embriózsákgig lefelé növekedett pollentömlőnek 2 generatív magja közül az egyik a petesejt magjával egyesül, a másik pedig a másodlagos embriózsákmaggal olvad egybe; ez utóbbi folyamatot „vegetatív megtermékenyítés“-nek is nevezik. Ebből a megtermékenyített embriózsákmagból lesz az *endosperm-mag*, melynek ismételt osztódásából keletkezik a belső magfehérje (endosperm), a megtermékenyült petesejtből pedig csira lesz.

Vannak azonban olyan kivételes esetek, mikor a most említett rendes folyamattól eltérően, a petesejt megtermékenyítése különböző okokból lehetetlenné válik; így például néha a petesejtmag erre azért alkalmatlan, mert a kromoszómák számbeli redukciója élettani okokból már az embriózsák kifejlődésekor elmaradt.

Vannak tehát olyan petesejtek, melyekben a magvak kromoszómáinak száma eltér a rendes (diploid) magvakétól; ezek azután tenyészeti sejtek gyanánt viselkednek és megtermékenyítésre egyáltalában nem alkalmasak, jóllehet ezekből a petesejtekből is rendes alakú csirák lesznek. Ezt a jelenséget STRASSBURGER E. *apogamia* névvel jelöli és elkülöníti a valódi szüzenfejlődéstől (parthenogenesis), WINKLER H. pedig *szomatikus parthenogenesis*-nek nevezi, szemben a valódi, azaz a generatív parthenogenesis-sel.

Gyakori eset továbbá, hogy a magabeporzás következtében bizonyos növényeken, jóllehet a termékenyítés rendes módon végbement, a pollentömlő a csirafejlődést egyáltalán nem indítja meg, mindamellett a magrügy egyéb részeit (maghéj és endosperm),



valószínűleg az embriózsák magjára gyakorolt megtermékenyítési ingerhatásra bizonyos fokú növekedésre készleti, minek eredményeképpen olyan magvak keletkeznek, a melyek, bár a maghéjak rendes alakulásúak, horpadtak és léhák. Magabeporzás következtében tehát, kiváltképpen egyes kulturnövényeken, olykor az ivari hatás fiziológiai értelmében kedvezőtlenebb, azaz nem kielégítő pollen-inger következtében a magrügy bizonyos fokig növekedik, belseje azonban üres, t. i. csirája nincsen; ezek az ú. n. *meddő* vagy *léha* magvak (semen inane, s. iners, s. sterile). Az ilyen léha magvak fejlődése előfordul a fehérjétlen magvú, azaz a maghéj alatt kizárólagosan csirát rejtő növényeken is. Arra is vannak példák, hogy nem kielégítő pollenhatás következtében a fejlődő maggal együtt a csira is bizonyos fokig kifejlődik, de végeredményben mint apró, csenevész képződmény van jelen.

Azt valóban több ízben észlelték, hogy a petesejtnek csirává fejlődése az endosperm kifejlődéséhez képest későn indult meg. Így pl. LOTSY J. P.<sup>1</sup> említi, hogy a *Saururus*-on az embrió fejlődése a megtermékenyített petesejtből csak akkor kezdődött, a mikor 12, vagy még több endosperm-sejt keletkezett. NAWASCHIN S. egyes növényeken (*Betula*, *Corylus*, *Juglans*, *Lilium*) a petesejt osztódásában a megtermékenyítés után nem csekély időbeli késedelmet állapított meg; különösen feltűnő volt ez a *Juglans*-on, a hol körülbelül 100 endosperm-sejtmag keletkezését észlelték az embriózsákban, mialatt az osztatlan petesejten csak egészen jelenték-

telen térfogatbeli gyarapodást állapíthattak meg. Az időt, mely az említett endosperm-alakulás alatt letelhetett, NAWASCHIN körülbelül 14 napra becsüli. TREUB M.<sup>1</sup> közléséből tudjuk továbbá, hogy a *Casuarina* nevű csoportba tartozó növényeknél az endosperm-sejtmagvagnak egész serege keletkezik, mielőtt a petesejt osztódása bekövetkeznék; TREUB ugyan ezt a körülményt helytelenül értelmezte, a mennyiben ő ezt az endosperm-fejlődést a megtermékenyítés előttinek tekintette. Ehhez egészen hasonló viselkedést azonban NAWASCHIN a megtermékenyítés után a *Corylus*-on állapított meg és FRYE T. C.<sup>2</sup> ugyanezt a viselkedést a *Casuarina* nevű növénycsoportban szintén kétségtelen módon kiderítette. NAWASCHIN azt hiszi, hogy ilyen esetekben, a mikor az endosperm fejlődése megelőzi a petesejt osztódását, a petesejt szokatlan hosszú nyugalmi állapotban marad, a mit esetleg bizonyos rendkívüli körülmények idéznek elő.

GUIGNARD L.<sup>3</sup> szintén gyakran észlelt az embriózsákban számos szabad sejtmagot, valamint endosperm-sejteket a megtermékenyített petesejt osztódása előtt. Ugyanő említi továbbá, hogy a *Santalaceae*-családban is (például *Thesium*) a megtermékenyített petesejt sokáig nem osztódik a magfehérjeszövet alakulása után; továbbá az Ebszőlő-félék (*Solanaceae*-családjába tartozó több növényen a magfehérjealakulás hasonlóan jelentékenyen megelőzi a petesejt osztódását a megtermékenyítés után.

<sup>1</sup> Ann. Jard. de Bot. Buitenzorg, 10. köt., 1891.

<sup>2</sup> Botanical Gazette, 36. köt., 1903.

<sup>3</sup> Journ. de Botanique, 15. köt., 12. szám, 1901.

<sup>1</sup> Vorträge über botanische Stammesgeschichte, 3. köt., 1. rész, 492. lap.

Végül, a chalazogamia eseteiben, valószínűleg térbeli viszonyok alapján az is föltehető szerintem, hogy a pollentömlő előbb az embriózsák közepéhez ér, hol a spermagnavak egyikét, még pedig az embriózsák magvának megtermékenyítésére szolgálót, üríti ki. Erre az irodalomban van is adatunk, még pedig a *Carpinus*-ra<sup>1</sup> vonatkozólag, ez az észlelet azonban még megerősítésre vár.

*Dr. Schilberszky Károly.*

**A typharostról.** Újabban a textiliparban a typharostot mind sűrűbben alkalmazzák és nem lehetetlen, hogy rövid időn belül a jutával szemben versenyre alkalmas árucikké válik.

Ezt a rostos anyagot a mocsaras helyeken dúsan termő keskeny- és széleslevelű gyékény vagy buzogány-sás (*Typha angustifolia* és *Typha latifolia*) száraiból vízben való áztatás útján állítják elő. Az edénynyalábokat alkotó, tulajdonképpeni értékes rostelemek mellett számos parenchymsejt is található. A háncsrostokon sok, apró, hosszúkas kristály van felhalmozva, melyeknek anyaga magnéziumkarbonát. Ezek a kristályok oly nagy mennyiségben vannak jelen, hogy ha a rostot híg savval öntjük le, erős pezsgés észlelhető: így a kristálykák feloldódnak és a rost megszárítva jóval lágyabbá és finomabbá lesz.

Mikroszkópi mérések után ítélve, a tulajdonképpeni rostos anyag a typha szárának körülbelül 60—80%-a. Az egyes háncsrostok sejtközi anyagát, miként a többi rostos növényeknél, pektátok alkotják, a mi rutheniumvörössel kimutatható.

<sup>1</sup> M. BENSON, E. SANDAY, E. BERRIDGE, Contribution to the embryology of Ametiferous; Transactions of Linnean Society, Bot., 7. köt., 1906.

Az egyes háncsrostok keresztmetszetei mikroszkóp alatt többé-kevésbé köralakú, sárgásbarna, erős fénytörésű képet adnak, melyeknek közepén a bélcsatorna pontalakban látható. A rost teljesen egynemű, csak nagyon vékony szeletekben látható meg festés nélkül is a sejtközötti lemez. Hosszában mindkét végén hegyes, orsóalakú sejtek láthatók. Festetlen állapotban egészen egyneműnek látszik, csak megfestve észlelhetők rajta bütykök, miáltal a lenre emlékeztet.

A rostok méretei nagyon különböznek, így a közvetlenül fonásra kerülő rostsálak, vagyis az edénynyalábok körülbelül 1·5—2·0 méter hosszúak.

Az áztatás tartama a rost szilárdságára hatással van, és pedig mennél hosszabb ideig tart az áztatás, annál finomabb anyagot kapnak; ez azonban a rostok szilárdságának rovására történik.

Az elemi rostok hossza meglehetősen ingadozó. Az áztatásban használatos SCHULTZE-féle keverékkel előállított készítményen a következő méreteket állapítottam meg:

A typharost hossza 0·57—1·73 mm, középérték 0·85, szélessége 0·0047—0·02175 mm, középérték 0·0088; A jutarost hossza 1·5—5·0 mm, középérték 3·25, szélessége 0·016—0·082 mm, középérték 0·0225. Miként látható a typha elemi rostja jóval rövidebb a jutáénál, de sokkal finomabb.

A typharost barnássárga és mennél nedvesebb, annál sötétebb színű. Híg savak hatására megvilágosodik és színe sárgásbarnába megy át. Áztatás következtében gyengén sárga színű, majdnem színtelen lesz. Az áztatás bizonyos fokig a typharost színét is módosítja, mert mennél hosszabb ideig áll a vízben, annál világosabb lesz. Fénye jóval gyengébb a jutáénál; majdnem fény-

telen. A magnézium-kristálykák eltávolítása után egészen selyemszerűvé válik, de fénye ekkor sem olyan, mint a finomabb fajta jutáé.

Nedvessége kevesebb a jutáénál, mert míg a jutában 14<sup>o</sup>/<sub>o</sub> nedvességet állapítottak meg (71<sup>o</sup>/<sub>o</sub> nedvességű levegőben), addig a typharostban, 80<sup>o</sup>/<sub>o</sub> relativnedvességet tartalmazó levegőben 13·33<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-ot találtak. Hamútartalma nyers állapotban 5·49. Nyilvánvaló, hogy ezt a magas értéket a a nagymennyiségű magnéziumkarbonát okozza, mert híg savval mosás után a hamútartalom 1·45<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-ra apad. A juta hamútartalma 0·9—1·75<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. A typharost fajsúlya 4 C<sup>o</sup>-os vízre vonatkoztatva 1·485, a jutáé 1·436.

HOFFMEISTER<sup>1</sup> a typharost szilárdságát dinamóméterrel határozta meg oly módon, hogy ismert szilárdságú fonalat elszakított, keresztmetszetét megmérte, adott területegységen (1 mm<sup>2</sup>) a rostok számát meghatározta és így a szilárdságot ugyanezen területegységre átszámította. Erre a célra 1. számú typha-fonalat használt, melynek szilárdsága 4·3 mm nyúlás mellett 13·5 kg, átmérője pedig 1·13 mm volt, a mi 1·002 mm<sup>2</sup> területnek felel meg. Feltéve, hogy ebből a fonalkeresztmetszetből a tulajdonképpeni szilárdságot okozó rostra csak 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub> esik a mi joggal föltehető, mert ez a fajsúlynak és az 1 méter hosszú fonál súlyának összehasonlításából is kiadódik, a typhafonal szilárdságát 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetre 26664·59 g-nak, ke-  
reken 26 7 kg-nak találta, míg a juta hasonló körülmények között 28·7 kg szilárdságú volt.

Ebből a számításból megállapítható, hogy ilyen keresztmetszetű fonál elő-

<sup>1</sup> „Flachs und Leinen“ 122. sz., 1904. június.

állításához körülbelül 100 szál typharost szükséges és egy rostszál keresztmetszetének területe 0·00514 mm<sup>2</sup>, mely átlag 83 elemi rostot tartalmaz. Egy elemi rost keresztmetszete pedig 0·00006082 mm<sup>2</sup>. A fonal egész keresztmetszetére tehát körülbelül 8244 elemi rost jut, melynek szilárdsága 13·5 kg és ebből egy elemi rost szilárdságára 1·637 g esik.

A szakító-hossz, vagyis a fonalnak az a hossza, mely mellett szakadása saját súlyánál fogva bekövetkezik, 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetre vonatkoztatva a typhánál 18·1, a jutánál 20·0 kilométer. A typhafonal szilárdsága tehát közel egyenlő a jutafonáléval.

Mikrochemiai viselkedése tekintetében a kevésbé fás rostok közé sorozható, körülbelül a kender és juta között foglal helyet. A sósavas phloroglucintól származó vörös színeződése változatos.

HOFFMEISTER az elfásodás mértékének közelebbi megállapítása céljából meghatározta a metylszámot, melynek alapján kiszámította a typharost lignintartalmát.

A typharost nedvessége 13·33<sup>o</sup>/<sub>o</sub> volt. Methylszám: 1. levegőn megszáritott anyagra vonatkoztatva 6·095; 2. 110 C<sup>o</sup>-on szárított anyagra 7·035. Ebből lignintartalma: 1. levegőn megszáritott typharostban 11·52<sup>o</sup>/<sub>o</sub>; 2. 110 C<sup>o</sup>-on szárított rostban 13·29<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. A 110 C<sup>o</sup>-on szárított juta lignintartalma pedig 38·78<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. A typharost elfásodási viszonya tehát a jutával szemben 1/a.

A typha további mikrochemiai viselkedése majdnem azonos a kevésbé elfásodott rostokéval. Klórczinkjód az eredeti rostot sárgára, vagy sárgásbarnára, helyenként barnásibolyára színezi, míg az áztatott rost a határozott ibolyaszínű cellulózreakciót mutatja. Lúgos

folydékokban, nevezetesen rézoxid-amoniumhidroxidban lassan feloldódik és a gyapot oldásánál észlelhető tünetek mutatkoznak rajta. Kezdetben a rostszál összezsavarodik, majd felduzzad, helyenként felpattan, míg végre észrevehető maradék nélkül feloldódik.

E vizsgálatok alapján a typharostról még nem mondhatjuk, hogy a jutával egyenlő értékű, de miután a typha még teljesen kultívatlan növény, föltehető, hogy czélszerű műveléssel és kikészítéssel sikerülni fog belőle finomabb anyagot előállítani és ezáltal általánosan elterjedtté tenni. *Csókás Gyula.*

**A zsírok redukálása katalizátorok segítségével.** A SABATIER-féle eljárás, mely azon fordul meg, hogy a telítetlen zsírsavak bizonyos katalizátorok (nikkelpor stb.) jelenlétében könnyen köthetnek meg hidrogént, újabban egyre nagyobb tudományos és gyakorlati jelentőségűvé válik. 1912-ben e nagyjövőjű ipar terén sok érdekes újítás történt.<sup>1</sup> Az eljárás technikai részében, legújabban Francia- és Angolországban, valamint Amerikában is egész sereg eljárást szabadalmaztattak; Németországban SCHLINK H. szintén új eljárást dolgozott ki, melynek fő célja, hogy a cseppfolyós ételzsírokat folytonos üzemben alakítsa át telítés, vagy hidrálás útján szilárd zsírokká. Németországban a Germania Ölwerke (in Emmerich) *talgol* és *candelite* néven hoz forgalomba ilyen szilárdított zsírokat, melyeket halzsírból állít elő. ERDMANN, BEDFORD, WILLIAMS és mások szabadalmi a fémkatalizátorok helyett finoman elosztott fém-

oxidokat (nikkel-, kobalt-, réz- és vasoxidot) ajánlanak; mások az olajokban könnyen oldható hangyasavas, eczetsavas, vagy tejsavas rézet, vasat, nikkelt, vagy kobaltot használják katalizátorokul. Ezzel szemben WILBUSCHEWITSCH M. a telítendő olajat a katalizátorral keverve, a keveréket elporlasztva, autoklávokban 100—160 C<sup>0</sup> hőmérsékleten hidrogénárammal vezeti szembe. A hidrált olajokat és zsírokat ez idő szerint még csak szappangyártásra használják, de nem a legjobb sikerrel. Az elszappanosítási folyamat ugyanis tovább tart, a szappan szaga nem kifogástalan és nem jól illatosítható; a legnagyobb baj, hogy a szilárdított zsírokkal készült szappanok gyengén habzanak. Ez a jelenség GARTH és KRAFFT szerint úgy magyarázható, hogy a palmitin- és stearinsavas sók csupán zsírsavaik olvadáspontjához közel eső hőmérsékleten alkalmasak mosásra és habzásra, míg az olajsavas sók mosásra már közönséges hőmérsékleten is használhatók. A talgol tehát csupán olcsó piaci szappanárúk gyártására alkalmas s ekkor is csupán a szükséges zsírmennyiség harmadrészét ajánlatos vele pótolni.

Eleinte úgy vélték, hogy a szilárdított zsírok stearingyártásra nagyon előnyösek lesznek. LUKSCH E. ezt egyáltalán kétségbevonja, mert a hidrált zsírokból készült stearin alaktalan, zsíros tapintású, nem áttetsző és nem ad csengő hangot, tehát gyertyagyártásra aligha lehet alkalmas. Ha pedig az olein és stearin között lévő árkülönbség q-ánként 12—18 kor.-nál nem több, akkor a hidrálás a stearingyártás tekintetében már nem is gazdaságos. GARTH emlékeztet arra is, hogy pl. a candelite földolgo-

<sup>1</sup> L. FAHRION, Die Fettanalyse u. die Fettchemie im Jahre 1912; Z. f. angew. Chemie, 1913, 191. lap.

zása stearinna, a zsírsavaknak azelőtt alkalmazott előzetes lepárlását, vagy sajtolását éppenséggel nem tette fölöslegessé, mert hiszen a legtöbb esetben a stearin- és palmitinsav bizonyos arányú keverékére van szükségünk, úgy hogy az új anyag csak mint a keverék alkotórésze szerepelhetne.

Mint ételzsírt eddig még szintén nem alkalmazták a szilárdított zsírokat, noha ez irányban többfelé már nagy előkészületek folynak. Egy krisztianiai társaság a WILBUSCHEWITSCH-féle eljárás szerint 3 millió kor. tőkével napi 50 tonna pálmaolaj hidrálására akar berendezkedni. BÖMER azonban nem alaptalan aggodalmakat táplál e készítményekkel szemben s alapelv-ként hangoztatja, hogy nyersanyagul a hidrálásnál csakis olyan olajokat és zsírokat szabadna fölhasználni, a melyek emberi élvezetre már amúgy, eredetileg is alkalmasak. A készítményeknek nikkelt, vagy más idegen ártalmas anyagot még nyomokban sem szabad tartalmazniok s a gyártmányokat csak mesterséges ételzsírok gyanánt lenne szabad forgalomba bocsátani.

A zsírsavakat elektrolites úton is megkísérelték redukálni. WÄSER B. eljárása úgy oldja meg a feladatot, hogy a zsírokat tömény kénsavval átalakítja, majd jéghideg vízzel mosva, a zsírsavakat vízzel kioldja s azután ezt az oldatot ólom-elektrodok alkalmazásával elektrolizálja. Többszöri ismétlés esetén az eljárás 95<sup>o</sup>/<sub>o</sub>-ig menő kihasználást biztosít.

#### Halmi Gyula.

**Költöző madaraink áttelelése és állandósulása.** DR. KNAUER FRIGYES tollából nagyon érdekes kis cikk jelent meg, melyben egy csomó

adatot hoz föl annak bizonyítására, hogy újabban, miként ő írja, körülbelül húsz esztendő óta, több fajta költöző madarunk mind gyakrabban áttelel. Följegyzései szerint a következő fajok tűntek föl ezzel a tulajdonságukkal: egerészölyv (*Buteo buteo* L.), hamvas rétihéja (*Circus pygargus* L.), kishólyom (*Falco merillus* GER.), vándorshólyom (*Falco peregrinus* TUNST.), karvaly (*Accipiter nisus* L.), héja (*Astur palumbarius* L.), békászó sas (*Aquila maculata* GM.), erdei fülesbagoly (*Asio otus* L.), kuvik (*Glaucidium noctuum* RETZ.), szürkegém (*Ardea cinerea* L.), bölömbika (*Ardea stellaris* L.), szárcsa (*Fulica atra* L.), zöldlábú vízityúk (*Gallinula chloropus* L.), guvat (*Rallus aquaticus* L.), nagy póling (*Numenius arcuatus* L.), közép sárszalonka (*Gallinago gallinago* L.), havasi partfutó (*Tringa alpina* L.), danka-sirály (*Larus ridibundus* L.), örvösgalamb (*Columba palumbus* L.), kékgalamb (*Columba oenas* L.), csóka (*Colaeus monedula* L.), seregély (*Sturnus vulgaris* L.), erdei pinty (*Fringilla coelebs* L.), barázda-billegető (*Motacilla alba* L.), kékczínege (*Parus coeruleus* L.), házi-rozsdafarkú (*Ruticilla tithys* L.), vörösbegy (*Erithacus rubecula* L.), énekes rigó (*Turdus musicus* L.), fekete rigó (*Turdus merula* L.). Ritkábban a daru (*Grus grus* L.) és a fehér gólya (*Ciconia ciconia* L.).

Nem állíthatom, hogy ezek az adatok újat mondanak számunkra, mert hiszen az *Aquila* utóbbi évfolyamainak mindegyikében megtalálhatjuk az abban az évben áttelelt madárfajok jegyzékét. Átlag 39 faj látunk itt felsorolva, KNAUER 30—31 fajával szemben. Mindenesetre azonban érdekes ezeket az adatokat, hacsak futólag is, közelebbről megtekinteni.

A nélkül, hogy pontos számszerű adatokat nyújtanék és százalékos kimutatásokat készítenék, általánosságban megállapíthatónak vélem, hogy míg Németországban az áttelelők egyharmada ragadozókból telik ki, s a fennmaradó kétharmadból egyenlő rész esik a vízimadarakra és éneklőkre, addig nálunk az áttelelők törzsét kétségtelenül a vízimadarak (gázlók, úszók) alkotják, ámbár fölötte nagy százalék az éneklők száma is.

Ismét a nélkül, hogy túlságos részletekbe bocsátkoznám, külön is föl kell sorolnom egy-két érdekesebb esetet. Így BLASIUS R. szerint Schleswig-Holsteinban nagy mennyiségben telet át a vörösbegy. Gyakori lett a *kék-* és *örvös galamb* áttelelése is; ezeknél föltűnt még az is, hogy levetközték az embertől való félelmüket s most már a házak közelében is költenek. Kiemeli KNAUER a *fekete rigót* is, mely szerinte túlságosan elszaporodott s annyira tolakodó lett, hogy az apróbb énekesek miatta ki szorultak a kertekből.

Hazai adatainkra nézve legyen szabad általánosságban megjegyezni, hogy szinte kiérzik belőlük, mennyire hézagosak. Így is föltűnik azonban néhány fajnak érdekes áttelelési próbálkozása. Az Aquila négy utolsó kötetében talált jegyzékeket veszem alapul az alábbiakban s e szerint jelzem, hogy az utolsó négy esztendő közül hányban jegyezték föl az illető fajt.

A *mezei pacsirtát* (*Alauda arvensis* L.) minden évben följegyezték; s minthogy egyes eseteket Máramaros-megyében, Zalában, Torontálban, Krassó-Szörényben figyeltek meg, azt következtetem, hogy a mezei pacsirta sokkal nagyobb számban telet át

nálunk, mint eddig gyanítottuk. 1913. január 14-ikén tanítványaim Budapesten, a Népligetben fölszedett, szárnyán megsebesült áttelelő példányt hoztak nekem. Fogságában nem evett, s hamarosan elpusztult. Ugyancsak minden jegyzékben találkozunk a *fekete és örvös rigóval*, s nagyon gyakran az *éneklő és léprigóval* is. Úgy látszik tehát, hogy a rigófélék hamarosan alkalmazkodni fognak telünkhöz.

Három esetben van fölsorolva a *kék billegető* (*Motacilla alba* L.). Erről a kedves madárról is az a nézetem, hogy áttelelése nálunk sokkal gyakoribb, mint azt eddigi följegyzéseink tanúsítják. Itt följegyezhetem azt az adatot is, hogy a hunyadmegyei Petrosz falu határában, a patak mellett levő szénégetőtelepen éveken át megfigyelhető volt egy áttelelő billegető-pár. Értésüléseim ugyan úgy szólnak, hogy négy-öt éven keresztül ugyanazt a két madarat látták ott, de ezt nem látom kétségtelenül beigazoltnak. Még csak azt kívánom itt hangsúlyozni, hogy ilyen kizárólagosan rovarral élő fajnak áttelelése többszörösen érdekes, mert hiszen bizonyítékot szolgáltat arra nézve is, hogy még a mi telünknek is megvan a maga rovarfaunája.

Épp így három esetben jegyezték föl a *fürjet* (*Coturnix coturnix* L.) is. Mindenesetre érdekes, s azt is bizonyítja, hogy tavaszi fölvonulásához nem okvetetlenül szükséges a bizonyos magasságig megnőtt mezei növényzet.

Nagy szám jut, miként már említettem, nálunk is a vízi madarakra. S ezek valóban kétségtelenül bizonyítják, hogy csak a jégpánczél űzi el őket tőlünk, s ha ez elmarad, talán eszükbe sem jut az elköltözés. A négy utolsó télen nálunk maradtak:

a zöldlábú vízityúk (*Gallinula chloropus* L.), dankasirály (*Larus ridibundus* L.), nagy póling (*Numenius arcuatus* L.), bölömbika (*Botaurus stellaris* L.); nagyon gyakran a bibicz (*Vanellus vanellus* L.), különböző récze-fajok (*Anas*), vöcsök (*Colymbus fluviatilis* TUNST.), szürke gém (*Ardea cinerea* L.) stb.

A költöző madár-fajok áttelelésével kapcsolatban szeretném ezen a helyen is föl hívni a figyelmet ennek a jelenségnek fontosságára s arra, hogy igazán érdemes az egyes eseteket minél részletesebben megfigyelni. Így pl. az áttelelő példányok száma rendkívül fontos. Nagyon érdekes továbbá annak kipuhatolása, hogy idősebb (esetleg nagyon öreg), vagy fiatal példányok-e az áttelelők? (Én azt gondolom, hogy ez utóbbi a gyakoribb eset.) Ki kell puhatolni az ilyen példányok életmódját részletesen, mert hisz minden adat becses az alkalmazkodás szempontjából. Nagyon fontosak végül a meteorológiai adatok is, mert ezek nélkül igazán keretnélküli képet kapnánk.

KNAUER említett cikkében érdekes megvilágításban mutatja be a költöző madarak áttelelő hajlandóságát. Főként a fekete rigóra hivatkozva azt mondja ugyanis, hogy ebből kifolyólag egyrészt túlságosan elszaporodik, másrészt pedig határozottan elfajzik. Szerinte már meg is lehet különböztetni a városi és erdei fekete rigót. Az előbbi ugyanis lomposabb, fészékét hanyagabban építi, éneke határozottan rossz s nagyon gyakori az albino. S mindezt a város, ennek zaja, restségre módot adó sok hulladék teszi, legfőként pedig a *beltenyészet*. S ha elgondoljuk, hogy jelölési adataink szerint az ifjú nemzedék rendszerint más vidéken te-

lepszik meg és hogy a költözködés idején igazán bő alkalom nyílik a vér fölfrissítésére, igazat adunk KNAUER-nek. Ime tehát, a költözködés, mint fajfönntartó és nemesítő jelenség!

Még egy szempont! KNAUER a fekete rigóra hivatkozva, azt mondja, hogy a beható madárvédelem is lehet egyik oka az áttelelésnek. Minthogy ennek a túlságos elszaporodás és a kisebb éneklők háttérbe szorítása a következménye, a sorok közt a madárvédelem korlátozását ajánlja. Annyi mindenesetre megfontolandó, hogy a kevésbé kényes, gyorsan szaporodó és tolakodó hajlamú madarakat valami csekélyebb fokú védelemben kellene részesítenünk

De hogy ismét csak az áttelelésre térjünk vissza, mindenek előtt paleobiológiai tekintetben megvizsgálandónak tartom mindenesetben azt, hogy valamely madárfaj mikor vált költözővé s melyek azok a körülmények, a melyek ezt a szokását fönntartják. Fokozott figyelmet érdemelnek azok a fajok, a melyek csak felerészben költözők (a melyeknél csak a tojó hagyja el vidékünket). Az adatokat, miként föntebb említettem, több irányban ki kell egészíteni s általában ezt az ügyet úgy kell tekintenünk, mint egy nagyobb arányú változás bevezető (vagy utó) rezgéseit s nem pedig mint valami jelentéktelen rendellenességet.

*Dr. Gaál István.*

#### **Az emberi agyvelő hőmérséklete.**

MOSSO foglalkozott először az agyvelő hőmérsékletének kiderítésével. Szerinte az agyvelő hőmérséklete független a vér hőmérsékletétől. Sőt szerinte az a hőemelkedés is elenyészően csekély és lényegtelen, a mi

pszichikai ingerek alkalmával az agyvelőben kimutatható.

Legújabbán BENDER HANS is foglalkozott ilyen vizsgálatokkal és MOSSO megfigyeléseit a mai tökéletes műszerek segítségével megismételte. Kísérleteit nyolcz majmon és hat emberen végezte, és pedig olyan módon, hogy a koponyacsont átfúrása után platinatűvel átbökte a kemény agyvelőburkot (*dura mater*) és az átszúrt kemény agyvelőburok nyílásán át a finom hőmérőt 1 cm mélyre szúrta be az agyvelő állományába. Tíz perc elteltével leolvasta a hőmérőt és azt tapasztalta, hogy az emberi agyvelő hőmérséklete ezen idő alatt nagyon kevésbé változott, azonban ez a csekély hőváltozás pontosan bekövetkezett minden kísérletnél. A kísérletek azt is megmutatták, hogy a míg az emberi agyvelőknél a hőváltozás már 30 másodperc eltelté után volt észlelhető, a majmonnál az agyvelő hőváltozása csak 2. perc múlva volt kimutatható. Ha valami olyanféle kérdésre kellett a vizsgált embernek felelni, mely bizonyos fokú szellemi munkát követelt, az agyvelő hőmérséklete rövid időn belül  $37.14\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról  $37.23\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedett, míg egy másik hasonló kísérletnél  $37.29\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra való hőemelkedést figyelt meg, rövid 4 perc alatt tehát a hőmérséklet  $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal emelkedett. A kísérlet végén sülyedt a hőmérséklet, újabb lelki izgalmaknál, fájdalomérzetnél, valami edénynek a leejtésekor, bár na-

gyon kis mértékben, de szabályosan újból emelkedett a hőmérséklet. Az agyvelő hőingadozásai tehát általában emelkedő irányúak és embernél a hőmérséklet  $36.20\text{—}37.84\text{ }^{\circ}\text{C}$  között változik, tehát a hőingadozás  $1.64\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Dr. Keller Oszkár.*

**Akkumulátor-lemezek gyártásának új módja.** HANNOVER, a koppenhágai műegyetem tanára, új eljárást<sup>1</sup> fedezett föl likacsos fémek előállítására.

Két fém megolvasztott ötvözetét úgy hűti le, hogy hőmérséklete valamivel az eutektikus hőmérsékletnél magasabb legyen. A lehűtés által az ötvözet egyik fémösszetevője lassankint szilárd állapotban kiválik, megfagy s a fent említett hőmérsékleten még csak kis mennyisége cseppfolyós, míg a másik fém egészen megolvasztott állapotban van jelen. HANNOVER e megolvasztott részeket centrifugálással távolítja el. Ezzel eléri, hogy az egyik fém tisztán marad vissza. A kicentrifugált részek helyén pedig millió kis szabad erezet keletkezett. Egy  $\text{cm}^2$  felületre körülbelül 2500 ilyen kis csatornácska torkollik.

A végzett kísérletek azt mutatják, hogy az ily módon készített likacsos ólomlemez akkumulátorlemeznek használva, a gyűjtő kapacitása egy hasonló méretű régi akkumulátor kapacitásának ötszöröse.

*Dr. Putnoky László.*

<sup>1</sup> Technische Monatshefte, 1913., 1. és 2. füzet.