

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

KIADJA
A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA 1869-BEN SZILY KÁLMÁN.

DR. ZIMMERMANN ÁGOSTON
KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE
DR. GOMBOCZ ENDRE ÉS DR. SZABÓ-PATAY JÓZSEF.

221—224. PÓTFÜZET.
6 TÁBLÁN NYOMOTT 11 KÉPPÉL ÉS 112 SZÖVEGKÉPPÉL.

AZ 1941. ÉVI LXXIII. KÖTETHEZ.



BUDAPEST
KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
(BUDAPEST VIII, ESTERHÁZY-UTCA 16. SZÁM.)

1941

TARTALOMJEGYZÉK.

NAGYOBB CIKKEK.

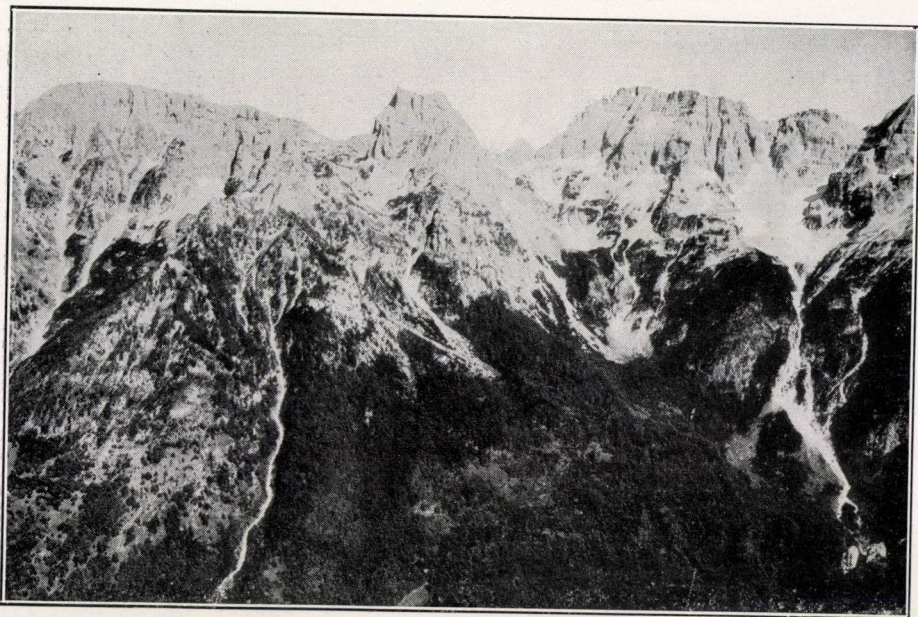
	Oldal.
BÉLL B. és TAKÁCS L.: A napsugár útja	6
BOGYÓ T.: A darlingtonizmusról	223
DUDICH E.: Azonos növény- és állatnevek	221
ERDÉLYI J.: Ásványgyűjtő úton Felső-Pinzgauban	25
GAÁL I.: A zalai olajkutatások újabb sikerei	48
— — A Békási-barlang	101
— — A hegyi fehér-lepke (<i>Pieris Bryoniae</i> O.)	192
GYULAI Z.: Az atom és a csillagok	65
HUSZ B.: A kajszibarackfa gutaütéséről	33
JÁVORKA S.: Kutatóúton Albániában	126
KELLER J.: Száz éve jelent meg az utolsó orvosbotanika	156
KENDI FINÁLY J.: A növényi festékek	177
KLEINER E.: A hófajd	159
KÖVESSI F.: Növényi vírus-betegségek	85
KUHÁRSZKY T.: A bebalzsamozás fejlődése és alkalmazásának módszerei a régi egyiptomiaknál	40
ORBÁN GY.: Az atomfizika alapállandói	137
PONGRÁCZ S.: A termeszkek és az emberi állam	113—231
RÁCZ E.: A folyadék- és légellenállás elmélete	204
ROTARIDES M.: A környezet	74
SZILÁDY Z.: Horváth Géza	1
TAKÁCS L.: I. Béll B.	
ZIMMERMANN Á.: A madarak énekéről, hallásáról és zenei érzékéről	228

KISEBB CIKKEK.

AUJESZKY L.: Fűtési szükséglet szeles időben 240.
BOHUS G.: A növényi és állati rák néhány kérdéséről 54.
ÉHIK GY.: Néhány adat a pézsmapocok elterjedéséhez 232.
ERDEY-GRÚZ T.: Az ultrahangok kémiai hatása 108. — A fényvisszaverődés csökkentése üvegfelületeken 110. — Mire használják a berilliumot? 112.
FLÓRIÁN E.: A légköri villamosság feszültsége a talaj közelében 61.
GAÁL I.: A Riss-Würm jégkori korszak éghajlatváltakozása 173. — A szerbiai aszbeszt 176.
HEVESY GY.: Izotop indikátorok alkalmazás a permeabilitás vizsgálatánál 167. — A foszfátidok áthatolása a hajszálerek falán 169.
IGMÁNDY J.: A vicsek 234.
JERMY T.: A széndioxid asszimiláció vizsgálata radioaktív szénnel 234.

- KALMÁR L.: Fényenergia és látás 233.
- KELLER O.: A balkáni kacagógerle Újpesten 51. — Ugartyúk a Balaton mellett 104.
- KENDI FINÁLY I.: Egyszerű módszer a magyar bainaszemek fűtőértékének megállapítására 60. — Vitaminmeghatározás pikrinsavas titrálással 60. — Káros hatású kátrányfestékek 109. — Borkő gyártása szőlőtörkölyből elektrolitikus úton 235. — A kohósalak építőipari felhasználása 236. — Olaj az óriásnarancs magjából 236. — A vadgesztenye új felhasználási módja 237. — Újfajta pamutfonal gépkocsik gumiabroncsai számára 237.
- KOLOSVÁRY G.: Pernambucot tengeri állatok szövetkezete védi 163.
- MENDE J.: A tantál alkalmazásai 58. — Cinkötvények a gyakorlatban 109.
- REGÖS J.: A fehér eperfa ivari jellegének nemöröklődő módosulása 56. — A sárgadinnye különös ivari alakjának öröklése 56. — A szelekció jelentőségének örökléstani vizsgálata 57. — Fehérvirágú paradicsom 170. — A rák örökölhetőségének vizsgálata egerekben 170. — Összenőtt ikrek 172.
- RÉTHLY A.: 165 évi hőmérsékletmegfigyelés Prágából 63.
- SÁTORI J.: Lócsérek Ung megyében 167.
- SOÓS L.: A Cyclops csillós-ostoros sejtjei 103.
- TÓTH L.: A poloskák ivari élete 161.
- SZABÓ G.: Tárgyak leképezése ultrahang-hullámokkal 60.
- V. VARGA L.: Ultrahanghullámok hatása vízi élőlényekre 102. — A tavak vizében levő lignin elégetésének kérdéséről 105. — Az apró víziállatok testének vörösszínéről 105. — A méz szerepe a vér összetételének szabályozásában 165.
- WAGNER J.: Egy ritka trópusi csiganezetség pusztulása 52.
- ZIMMERMANN FR.: A vitaminok kölcsönhatásáról 235.

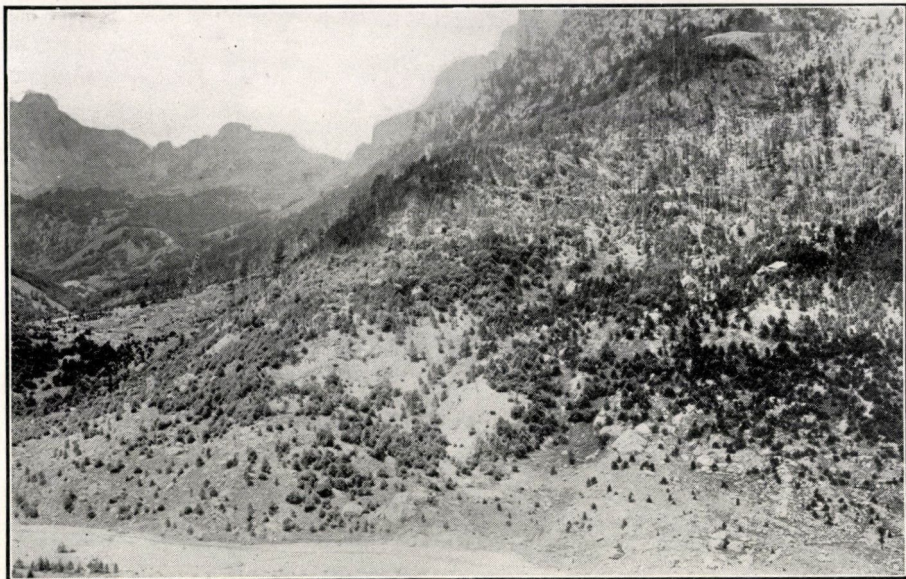
Megjegyzés: A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közöny tárgymutatójában van beosztva.



1. kép. Részlet az észak-albániai havasok központi részéből, Maja Selime és Maja Lugbat-csoport (2470 m).



2. kép. A Valbona-völgy felső szakasza. Jobbra *Pinus leucodermis*-állomány, háttérben a Maja Rups (2150 m) és a Maja Kolats (2410 m).



1. kép. Részlet az észak-albániai havasok központi részéből. *Pinus leucodermis*- és bukös-állományok a Valbona-völgy felső szakaszán.



2. kép. Részlet a Valbona-völgy felső szakaszából. Bukös, *Pinus leucodermis*- és *Rhamnus fallax*-állományok.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrés
írvnyi tartalommal;
időnkint szövegközi
ábrákkal illusztrálva.

KÖZLÖNYHÖZ

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a Társulat tagjai évi 2 P ráfizetéssel kapják; előfizetési ára a Természettudományi Közlönnyel együtt 12 P.

73. KÖTETHEZ

1941. JANUÁR—MÁRCIUS

221. FÜZET

Horváth Géza.

(1847—1937)

Kilencvenedik éve küszöbét taposta, mikor elbúcsúzott. Egyszer valaki megkérdezte, hogyan érhetni meg ezt a szép kort? Felelete rövid volt és egyszerű: Akarni kell! Ebben a kitartó akarásban ki van fejezve néhai HORVÁTH GÉZA egész egyénisége. Az akarat termékenyítette meg hosszú, fáradalmas útját és az tette gyümölcsözővé minden vállalkozását.

Kiválóan töltötte be már legelső hivatását is, buzgó, önzetlen és hűséges orvosa volt Abaúj vármegyének. És jó orvosnak bizonyult akkor is, mikor hazája szőlőit kellett gyógyítani majdnem reménytelennek látszó küzdelemben a szőlővész ellen. Mint biológus a szőlő bajai mellett már a növényvédelem nagy földadatait is meglátta, hogy itt egy harmadik, új munkakört teremtsen.

Mint növényvédő egyúttal sokoldalú zoológus is, akinél alkalmasabb vezető nem akadhatott a Nemzeti Múzeum élére az ezredév fordulóján. És szerencsés vezetőnek bizonyult a nemzetközi szervezés terén is, mikor ellenséges népek fiainak összehívásával meg tudta szervezni a legsikerültebb állattani világkongresszust, a tizediket, itt Budapestben.

Tudott szerkeszteni, folyóiratokat alapítani, tudományos és népszerű cikkek százait írta meg, Akadémiánk III. osztályának elnöke volt és mégis mindig ugyanaz maradt számunkra: a puritán egyszerűség, az akarat és a munka embere.

Szakja szerint HORVÁTH GÉZA orvosi képzettségén kívül entomológus, tehát szisztematikus bűvár volt és kizárólag a Rhynchóta-renddel foglalkozott tüzetesen. Múzeumunk *Hemiptera* és *Homoptera*-csoportját ő emelte a világ első speciális gyűjteményévé. Ezen a téren elismert világtekintély, hiszen még élete utolsó éveiben is hozzá fordultak tanácsért, véleményért a külföld szakbűvárai éppen a legnehezebb kérdésekben. Páratlan alakismeretének fundamentuma a személyes gyűjtés és megfigyelés, amelyre minden utazásán szakított alkalmat itthon is, a külföldön is, a Kaukázusban és Észak-Amerikában. Összehasonlító anyagot pedig szívesen küldött neki földolgozásra minden ország múzeuma, még a különös feltékenységéről ismert Brit Múzeum is.

A rendszertani munkásság eredményei, a fajleírások, csoporttáblázatok a közönség számára többnyire ismeretlenek maradnak. Még a másszakú zoológus sem értékeli mindig igazságosan a reájuk fordított tudást és fáradságot. HORVÁTH GÉZÁNAK igen találó megjegyzése volt erre vonatkozólag: „Sokszor láttam szisztematikusokat, akik szövettani vagy élettani vizsgáldást is végeztek,



de soha életemben nem találkoztam olyan hisztológussal vagy fiziológussal, aki a rendszertani kutatás terén is komolyabb eredményeket tudott volna produkálni.“

Történetesen adódott olyan alkalom, amely HORVÁTH GÉZA számára elméleti tudásának gyakorlati alkalmazásához vezetett. Ez a *Phylloxera* európai jelentkezése és a nyomában terjedő szőlővész volt. Minden országban fölvettek a küzdelmet ezzel a bajjal szemben, de olyan sokirányú kísérletezés sehol sem volt, mint nálunk. A filoxéraellenes küzdelem legelső és legáltalánosabb sikerei, határozottan állíthatjuk, a magyar munkát koronázták és ezt elsősorban HORVÁTH GÉZÁNAK köszönhetjük. Mikor az állam országos biztossággal megbízta és a védőműveletek élére állította, a megoldás módja és lehetősége még teljesen bizonytalan volt. Helyes logikával minden lehető eszközt ki kellett próbálni és ebben HORVÁTH gyakorlatias észjárása, helyes kritikája és kitartó türelme meglepően érvényesült. Nyugateurópai tanulmányútajain megvizsgált minden módszert, amely csak legkisebb mértékben is sikerrel bízott. És idehaza kísérleti telepein, évek során folytatott kísérletezéssel válogatta ki a legmegfelelőbb eljárásokat.

A szőlő oltása vagy olthatósága nem az ő fölfedezése. Az amerikai alanyok bevezetésével is voltak már kísérletek Franciaországban. És mégis bebizonyult, hogy a kínálkozó lehetőségeket csak ő tudta úgy alkalmazni, hogy a gyakorlati eredmények, a tényleges általános sikerek is bekövetkeztek.

Átmeneti eszközként alkalmazta a szénkéneges gyéritést. Nagy súlyt helyezett a homoki szőlőtelepítésekre, mert bebizonyult, hogy vannak immunis homokok, amelyeken a szőlőtetű nem él meg. Ez a lehetőség nálunk áthidalta a bajt arra az időre, amíg a kötött talajokon a másik módszer, az amerikai alanyra való átoltás teljes sikerre vezethetett.

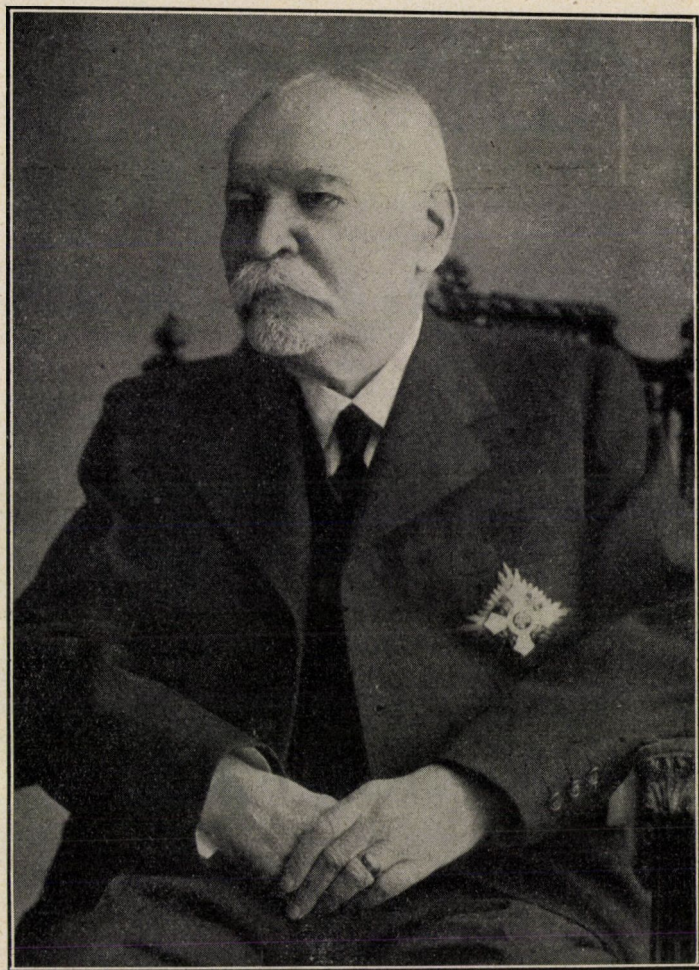
Ma senki sem csodálkozik, hogy Kecskemét a Szikrában a tokajival versengő aszút termel. Az is természetes, hogy készen megvásároljuk az oltványokat olyan alanyon, amelynek alkalmazkodása kertünk talajához kipróbálás alapján már adva van. De ne felejtjük, hogy ezeket az eredményeket, a magyar szőlő, a világhírű magyar bor megmentését HORVÁTH GÉZÁNAK köszönhetjük. Ezt a tényt semmi sem bizonyítja világosabban, mint az ő 1894. évi franciaországi utazása. Ott a szőlővész akkor érte el tetőfokát, mikor nálunk már biztató eredmények voltak. A reménytelenül küzdő francia szőlőkertészet már csak a magyar tudós képességeiben bízhatott, amikor a párizsi kormány őt kérte föl a francia szőlővédelem vezetőjéül. Az ő magyar kötelességtudata nem engedte, hogy a bajban hazáját elhagyja, de attól kezdve mégis egész Európa tanácsadója lett ezen a téren.

A franciákat egyébként megelőzték e kérdésben az oroszok, mert a cári kormány már 1893-ban HORVÁTH GÉZÁT hívja meg a déloroszországi szőlők megmentése érdekében. Ezzel indul meg a nagy nemzetközi elismerés, a rendjelek hosszú sorozata és a tudományos világ általános fokozódó tisztelete és elismerése, amely azóta egész pályáján követte.

Szervező képessége már itt is bebizonyul, mert az országos filoxéra-biztosságot fokozatosan kifejleszti (1890-ben) Rovartani Állomássá. Ez volt akkor Európa első alkalmazott rovartani intézete, amelynek példáját sorra követték a többi

államok. Kár, hogy ebben a formájában ma nem áll fönn, mert az Országos Növényvédelmi Intézetbe olvadt bele.

Szervező útjának második állomása a Nenzeti Múzeum. Ennek állattani osztálya az ő vezetése alatt emelkedik európai színvonalra. Fejlesztésére jelenté-



HORVÁTH GÉZA
(1847—1937)

keny összegeket nyer a kormánytól és sok új állás létesítésével a legkiválóbb szakzoológusainkat nyeri meg munkatársakul.

Végül országos szervezetet is létesít a Múzeumok Főfelügyelősége keretében a vidéki gyűjtemények védelme, fejlesztése és egységesítése érdekében. Ezzel új állomásokat akart létesíteni az ország főbb központjaiban és új eszközöket szervezett be a magyar faunakutatásba. Nagy kár, hogy ez az intézmény a világháborúval megszűnt.

A szervezés legnagyobb eredményét mégis a X. Budapesti Nemzetközi Zoológiai Kongresszus egybehívásával és sikeres vezetésével érte el. A háború után, ellenséges felek összebékítésével és nemzetközi kapcsolataink fölhasználásával olyan sikert ért el, aminőt ez a testület sem azelőtt, sem azóta nem tudott fölmutatni. Kereken 800 résztvevője volt, többek közt a bolgár cár képviselője, egyetemek, múzeumok és országok kiküldöttjei. A záróülés felejthetetlen meleg hangulata és elismerő búcsúszavai páratlan nagy szolgálatot tettek magyarságunknak.

Akik HORVÁTH GÉZÁT csak az utolsó évtizedek csendes munkásságából ismerték, nehezen tudják elképzelni életének rendkívüli mozgalmasságát. Egyetlen kutatónk sincs, aki hazánk területén annyit utazott volna, mint ő. A filoxéras években Európa minden szőlőterületét bejárta. Külföldön legtöbbször Franciaországban időzött. A bostoni kongresszus alkalmával ismerkedett meg az Egyesült Államok keleti városaival és ott letelepült egykori iskolatársával, GERSTER ÁRPÁD orvossal az Adirondac-hegység őserdejében gyűjtögetett. Legérdekesebb útja a kaukázusi utazás volt. Ez alkalommal csak az elviselhetetlen forróság és napszúrás térítette vissza az Ararát kopár lejtőjéről.

Utazásain 1912-től kezdve második felesége, MURAKÖZY IZABELLA volt hűséges kísérője, aki műveltségével és kedves modorával, önzetlen jóságával és előkelő társadalmi szereplésével valóságos aranykort jelentett HORVÁTH életében.

HORVÁTH GÉZA irodalmi működése rendkívül gazdag. Hemipterológiai cikkein kívül legnagyobb számmal ismertető közleményeket írt különösen a Természettudományi Közlönyben. Volt olyan időszak, amikor gazdaközönségünk tájékoztatására majdnem minden közlemény, ami a kártékony rovarvilágot vagy a védekezés módjait ismertette, az ő tollából került ki. Nagyobb közleményei sorából különösen emlékezetes „Az aranytermő szőlőtők meséje“ és a millennium idejében „A honfoglaló magyarok természetrajzi ismeretei“ című. Ez utóbbiban legrégebbi állat- és növényneveink alapján következtet arra, hogy milyen lehetett az őshaza, ahonnan a magyarság kiindult.

Új irányt jelöl meg az a tanulmánya, amelynek címe „A magyar fauna keletkezése“. Ebben a hazai állatvilág legrégebbi, középeurópai elemeit elkülöníti a később bevándorolt déli, keleti és északi fajktól. Ezzel a munkával indult meg nálunk tulajdonképpen a tudományos állatföldrajzi vizsgálódás, amelynek irodalma azóta olyan gazdagon fejlődött. HORVÁTH maga is többször hozzászólt még ehhez a kérdéshez és többek közt a sós területek különleges állatvilágát is értékes tanulmányban ismertette.

Irodalmunkban mégis mint szerkesztő fejtett ki legmaradandóbb hatást. A filoxéra-üggyel kapcsolatban megszervezte a vidéki rovarkár-tudósítók testületét és ezeknek tájékoztatása meg a rovar-tani ismeretek általános terjesztése tette szükségessé a Rovartani Lapok megalapítását 1884-ben. Ennek három első évfolyamát olyan elevenen és változatosan szerkeszti, hogy ma is például szolgálhatna.

Másik folyóirata a múzeum évkönyve, a régi Természettudományi Füzetek folytatásként kiadott Annales Musei Nationalis Hungarici. Itt a Bíró-féle újguineai gyűjtések alkalmával Európa legkiválóbb szakembereit sorakoztatja a magyar

zoológusok mellé, hogy a Nemzeti Múzeum fejlődő gyűjteményeinek méltó képét adhassa. Nem kisebb szolgálatot tett tudományosságunk hírnevének a budapesti X. nemzetközi állattani kongresszus munkálatainak kiadásával.

Akik velesokát érintkeztünk, úgy éreztük, hogy valóságos íróművész rejlik benne. De ami HORVÁTH GÉZÁT igazán íróvá tehetette volna, azt sajnos, sohasem írta meg. Csak élő szavával hallhattuk kedves elbeszéléseit, tréfáit, anekdotáit. Nagy kár, hogy a magyar mesemondó-képességnek az a vénája, amely ilyenkor megnyilvánult, nincsen megörökítve. Még életrajzi jegyzetei és azon belül úti-jegyzetei is csak vázlatos alakban maradtak meg. Írásai egyszerűek, világosak és tanúságot tesznek arról is, hogy mennyire megbecsülte a nép nyelvkincsét, különösen az állatneveket, amelyeket minden útján gondosan gyűjtögetett.

Írásaiból azonban csak kevésbé ismerhettük meg sajátos egyéniségét, amelynek felejthetetlen vonása volt jellegzetes magyarsága. Némelyek számára talán érthetetlen maradt, hogy a franciák iránt miért éreztetett olyan föltűnő meleg rokonszenvet, ellentétben a németekkel és különösen az osztrák németekkel, holott egyetemi éveit Bécsben töltötte és első mestere, legkedvesebb tanára JEITTELES LAJOS szintén osztrák volt. Nem magyarázza meg ezt az ellentétet az a sok kitüntetés és az a meleg kapcsolat sem, amely őt életében Franciaország tudományos köreiből fűzte. Hangulatának gyökere a Bach-korszakba, a habsburgi elnyomatás éveibe nyúlik vissza, amelyek az ő gyermeklelkén még igen mély nyomokat hagytak. Nemzeti érzése azonban sohasem külsőségekben, hanem komoly cselekvésben, kitartó és áldozatos munkában nyilvánult meg. Politikai lendületet csak akkor nyert, mikor magyarságunkat a legnagyobb veszély fenyegette, a kommunizmus idejében és az Ébredő Magyarok szervezkedésében.

Magyarságának hozott áldozat, a legszebb és legnagyobb áldozat volt egész tudományos életmunkája. Az a nemzetközi elismerés, amely hosszú pályáját megkoronázta, az ő személyében nemzetünket is kitüntette.

A trianoni megaláztatás után neki köszönhattuk, hogy Budapest egy világkongresszus révén újra Európa központjába jutott, hogy tisztelettel és elismeréssel hajoltak meg a magyar kultúra színe előtt azok a nemzetek is, amelyek csak néhány évvel azelőtt megsemmisítésünkre szövetkeztek.

1927 őszenek dicsőséges budapesti napjait neki köszönhetjük. De, hogy mit jelentett ez a siker a tudományos világ fóruma előtt, azt csak évek múltán mi néhányan láthattuk, akik a párizsi entomológiai kongresszuson hazánkat vele együtt képviseltük, és mikor a köztársasági elnök színe előtt Magyarország neve elhangzott, vele együtt álltunk a párizsi közönség tüntető viharában.

Ezt a dúsan gyümölcsöző, magasralendülő életpályát sem kímélte meg a sors. Különösen egyetlen kis fia és második felesége elvesztése érte súlyosan. Utóbbi éppen a 90-es évfordulót követő napon. De két leánya kedves családi köre és MURAKÖZY ILONA, az önfeláldozó utolsó hitvestárs szeretete mindvégig elkísérték az akarat, az életerő nagy harcában.

Termékeny, munkás pályafutását de hamar elfelejtettük! Kedves alapítása a Magyar Rovartani Társaság csak alig menekült meg az idők árvizéből. De hol van az országos múzeumközpont és hová lett Európa első Rovartani Állomása? A szülő megmentőjét hirdeti-e csak egy emléktábla is valahol?

HORVÁTH GÉZA emlékezetét jobban meg kell becsülnünk, újra meg újra kell idéznünk és példaképpül állítani szemünk elé, hogy jöjjön még a jövőben is sok olyan áldozatos élet, mint az övé volt és sugározza reánk a világ reflektorát újra úgy, ahogyan ő sugározta.
Dr. Szilády Zoltán.

A napsugár útja.*

A Naptól kiinduló energiaáramlás Földünk melegháztartásának leghatékonyabb tényezője, légkörünkben minden meteorológiai történet végső oka, minden élőlény létének feltétele. Ez a kijelentés egy cseppet sem túlzás. A Nap sugárzása nélkül a Föld felszínének közepes hőmérséklete SCHEINER szerint kb. -73° lenne, tehát bolygónk „Az ember tragédiája“ eszkimó-jelenetében rajzolt képnél is sokkal sívárabb, hideg, élettelen égítést volna. Szerencsére a Nap kiapadhatatlannak látszó, szakadatlan bőségben ontja energiáját a világűrbe: másodpercenként 90 kvadrillió kalóriát sugároz. Ebből az elképzelhetetlenül nagy energiamennyiségből a Földre mindössze csak kétezerháromszázmilliomod rész jut.

A Nap összes sugárzó energiájának ez az elenyésző tört része még mindig hatalmas mennyiséget jelent: az egész földgömb másodpercenként nyert napsugárzási energiája a légkör külső határán mintegy 440 billió lóerő teljesítménynek felel meg. Egy része a légkörben különféle úton-módon veszendőbe megy, a többi eljut a Föld felszínére. Itt a Naptól özönlő sugárzó energia túlnyomó része a tengerek, a szárazföldek és a növénytakaró vizének elpárologtatására, egy másik része a talajfelszín — és ezen keresztül a legalsó légrétegek melegítésére használódik el. Ez a két hatalmas erőforrás tartja üzemben az időjárás állandóan mozgó gépezetét, mely azután a téritők közti vidékek bőséges energia-feleslegét részben elszállítja vízpárába rejtett energia-mennyiségek, meleg légáramlások és meleg tengeráramok útján az egyenlítőől messze északra és messze délre fekvő olyan vidékekre is, melyek a napsugarak ferde beesése miatt sugárzó energiában sokkal szegényebbek. A sugárzó energia tehát éghajlatalkító és módosító hatásokat vált ki, nemcsak közvetlenül a besugárzás helyén, hanem attól tetemes távolságokra eső vidékeken is.

A Föld felszínére jutó energia-áramlás harmadik, mennyiségileg már szerényebb hányada sokkal gazdaságosabban, hosszabb időre a szerves lények világában: a növényekben vegyi energiává alakulva akár évmilliókra is elraktározódhatik. A Nap sugárzó energiája teszi képessé a növényeket arra, hogy a klorofill a levegő széndioxidját redukálva az asszimilációnak nevezett vegyi folyamatokban a nagymolekulájú szerves vegyületek egész sorát állítsa elő. Ezek a szerves vegyületek közvetlenül a növényvilágból, vagy az állatvilág közvetítésével az embernek táplálékot, ruházatot adnak és az anyagnak, energiának a modern kultúrélethez nélkülözhetetlen számtalan válfaját szolgáltatják. Ha még megemlítjük, hogy a látáshoz szükséges fényt is a napsugárból kapjuk, túlzás nélkül állíthatjuk azt a (ma már közismertté váló) természettudományi igazságot,

* Az 1940. évi Rauer-pályázaton jutalmazott pályamű.

hogy a Földön minden élőlény : növény, állat, ember végeredményben a napsugár energiájából él.

Földünk életében a sugárzó energia roppant nagy jelentőségét vázolva érthető, hogy a napsugárzás mennyiségi és minőségi kutatása a mai meteorológiának és klimatológiának egyik legfontosabb feladata. A napsugár útját akarjuk az alábbiakban követni születési, keletkezési helyétől kiindulva mindaddig, amíg a Föld felszínére jutva életfakasztó, életfenntartó áldásos hatásait kifejti.

I. A s u g á r z á s f o r r á s a. A Nap hőenergiája által fenntartott, asszimilációra képes növény élet lehetősége eléggé szűk hőmérsékleti határok, kb. a víz fagyáspontja és forráspontja között mozog. Amióta magasabbrendű élet van a Földön, a sugárzó energia nagysága jelentékenyen nem változhatott. Mert ha csak megkétszereződnek, vagy felére csökkenne a Nap sugárzó tevékenysége, ez oly mélyreható változásokat idézne elő a Föld éghajlatában és az élők világában, hogy életgyilkos nyomai erősen szembetűnnének. Ma már azonban a legkülönbözőbb földtani jelekből, kőületekből biztosan következtethetjük, hogy ez az energia-áram százmillió évek óta lényegében állandó.

Mióta tart ez a sugározón ? Hol kell keresnünk a Nap roppant nagy energia-áramának fenntartó forrását ? Ezek a kérdések már régóta, különösen azonban az energia megmaradása elvének felfedezése óta foglalkoztatják az emberiséget. A Nap életkorának, a Naprendszer keletkezése és Földünk kérgének megszilárdulása óta eltelt időnek meghatározására különféle csillagászati, fizikai és földtani megfontolások állanak rendelkezésünkre. A Föld korának meghatározására irányuló első tudományos kísérlet 1715-ből, HALLEY csillagásztól ered. A folyók állandóan szállítanak kis mennyiségű oldott sót a tengerek vizébe. A víz elpárolog és újra kezdi körfutását — a só ottmarad. Ily módon a tengerek vizének sótartalma folyton növekszik. A jelenlegi sótartalomról — mondja HALLEY — következtethetünk arra az időre, amely alatt a só felhalmozódott. Ennél már valamivel pontosabb következtetéseket vonhatunk a különböző földtani üledékretegek vastagságából. Az ilyen módszerek elegendők ugyan annak kimutatására, hogy a Földnek legalább többszáz-millió évesnek kell lennie, pontosabb meghatározásra azonban nem alkalmasak, mert nincs meg a biztosíték arra, hogy ezek a folyamatok mindenkor egyenletes ütemben folytak le.

Szerencsére a radioaktív anyagok jól ismert elbomlási folyamata (pl. az uránium ólomra és α részecskékké, azaz héliummá bomlik) szigorúan egyenletes ütemű és teljesen önkéntes : semmiféle földtani, fizikai hatás a legkisebb mértékben sem képes siettetni, vagy késleltetni. Amidőn a Föld először megszilárdult, kőzeteibe sokhelyen uránércek záródtak be. A radioaktív kőzetek elemzése pontosan megadja a 238 atomsúlyú uránium és a társaságában található, biztosan belőle keletkezett 206 atomsúlyú ólom és esetleg a hélium mennyiségét. A bomlási termékek mennyiségének a még fennmaradt uránium mennyiségéhez való aránya — a radioaktív bomlás fizikai törvényeit ismerve — megmondja, hogy a bomlás mióta folyik. A kőzet héliumtartalmán alapuló korbecslés mindig csak egy bizonyos alsó határértéket adhat, mert a gázalakú hélium a földtani korok folyamán esetleg elszabadulhatott a kőzetből. A legkülönbözőbb földtani rétegekben talált uránólom : uránium arányán alapuló korszámítások megegyeznek abban, hogy a prekambriumnak nevezett legősibb élőlénymaradványokat tar-

talmazó réteg több, mint ezermillió éves. Ezek alapján Földünk korát JEANS csillagász legalább 1400 millió évre becsüli.

Az urániumnak és egyik izotopjának, az aktinourániumnak radióaktív bomlási üteme különböző és ennél fogva egymáshoz való mennyiségi arányuk értéke az idővel változik. A Földön napjainkig fennmaradt uránium és aktinouránium viszonylagos gyakoriságából RUTHERFORD kiszámította, hogy a szilárd földkéreg kora nem haladhatja meg a 3400 millió évet. A Föld teljes kora, — beleértve a folyékony állapotban eltöltött időt is — ennél valamivel többre, kereken 10 milliárd évre becsülhető. A különböző bolygók és kísérőik pályalakjainak változásán alapuló csillagászati módszerek a Naprendszer keletkezése óta eltelt időre szintén mintegy 10 milliárd évet adnak eredményül. A Nap kora sem lehet ennél fiatalabb, tehát Naprendszerünk középponti égiteste már legalább tíz milliárd év óta mostani bőségében sugároz ki fényt, hőt, energiát.

Az állandó és folytonos napsugárzás hatalmas energia-veszteséget jelent a Nap számára. Energia nem keletkezhet a semmiből, tehát a kisugárzó energiának oly bőséges forrásból kell erednie, hogy ez képes legyen óriási energia-veszteséget igen hosszú időn keresztül pótolni, a hatalmas sugárzási áramot szakadatlanul fenntartani.

Földi mintára elképzelt vegyi folyamatok energiája túlságosan kevés volna az energiaáram fenntartására. Ha a Nap pl. teljes egészében kőszénből állana, az elégésekor felszabaduló hőenergia EMDEN szerint mindössze 5000 évre volna elegendő. A Napba hulló anyagi tömegek, meteorok mozgási energiájának hóvé alakulása sem jöhet tekintetbe a sugárzás forrásaként, amint azt a múlt század közepén MAYER RÓBERT feltételezte. A sugárzás táplálására ugyanis ez esetben évszázadonként mintegy földtömegnyi meteoroknak kellene a Napba hullania. Ekkor azonban összehasonlíthatatlanul sokkal több meteort kellene megfigyelnünk a Föld légkörében is, — másrészt a Nap tömegének növekedése folytán a csillagászat törvényei értelmében az év hosszának rövidülését is kellene tapasztalnunk. Tehát MAYER feltevését, minthogy a megfigyelésekkel ellenkezik, el kell ejtenünk.

Ehhez sok tekintetben hasonló és hosszú ideig kielégítőnek tartott elméletet állított fel néhány évvel később HELMHOLTZ. Elmélete szerint a Nap állandóan zsugorodik, összehúzódik. E zsugorodás folytán a Nap anyaga közelebb kerül a középpontjához, azaz veszít helyzeti energiájából. A helyzeti energia csökkenésekor felszabaduló energia mozgás-, hő-, végül sugárzóenergiává alakul át. A számítások szerint a legkülső bolygópályáig terjedő térfogatról a mostanira való összehúzódás közben felszabaduló energia jelenlegi bőségű kiáramlásait feltéve, elegendő volna a Nap sugárzásvesztésének fedezésére kb. 20—50 millió évre. Ha azonban meggondoljuk, hogy a Nap fejlődésének korábbi szakában, miként a ma is megfigyelhető óriáscsillagok, másodpercenként akár ötvenszer-százszor akkora energiát is kisugározhatott, mint mostani állapotában, akkor az összehúzódásból eredő energia által biztosított élettartam 500 ezer évnél alig lenne több. Tehát kétségtelen, hogy ez az energiaforrás sem bizonyul elég kiadósnak, mert a fent említett élettani, földtani, fizikai és csillagászati érvek egyértelműen amellettszólnak, hogy a Nap életkora legalább tízmilliárd év.

A Nap valódi energiaforrását a csak néhány évtized óta felfedezett, atomon belüli (ú. n. „szubatomás“) folyamatokban kell keresnünk, olyasfélékben, aminőket ma már atomátalakuláskor számos esetben tapasztalhatunk. Elméletileg háromféle, atomi energiákat felszabadító folyamat lehetséges: 1. magasabb rendszámú elemek szétesése egyszerűbb elemekké, 2. összetettebb elemek keletkezése egyszerűbb elemekből és végül 3. az anyag gyökeres megsemmisülése, proton és elektron egymás kölcsönös megsemmisítése.

Az első jelenséget meglehetősen ismerjük: radioaktív elemek önkéntes elbomlásakor, vagy mesterséges atomromboláskor sugárzás — energia — válik szabaddá az atomból. A napsugárzás energiájának forrását azonban a radioaktív elemek átalakulásában is hiába keressük. A rádium azért nem alkalmas erre a szerepre, mert nagyon rövid az élettartama, az uránium, thorium, vagy a radioaktív sorozat más tagja pedig azért nem, mert energiaszolgáltatásuk csekély és a sugárzásvesztéséget nem volnának képesek pótolni. Ha a radioaktív elemek nem is ilyen kizárólagos, de mégis jelentékeny szerepet játszanának az energia-termelés folyamatában, akkor valószínű, hogy színképi vonalaik mutatkoznának a Nap színképében. Ilyen vonalak jelenlétét azonban nem sikerült kétségbevonhatatlanul kimutatni, így tehát az energiát termelő folyamatban az anyagnak sokkal erőteljesebb mértékben kell sugárzássá alakulnia, mint bármely ismert földi folyamatban. Eddig tehát számbajöhető energiaforrás csak a másik két folyamat valamelyike lehet, azaz: összetettebb, bonyolultabb atommagoknak egyszerűbbekből, protonokból való felépítése (pl. hélium keletkezése hidrogénmagokból), vagy pedig az anyag gyökeres és teljes átalakulása sugárzássá.

Az anyagról alkotott mai felfogásunk szerint minden elem atommagja pozitív töltésű protonokból (hidrogénatommagokból) és negatív töltésű elektronokból áll. A mag fennmaradó pozitív töltését a mag körül keringő elektronok közömbösítik kifelé. Így pl. a hélium atommagja 4 protonból áll, ezeket a magban 2 elektron köti össze és 2 elektron kering a mag körül. Minthogy az elektron tömege a protonéhoz képest elhanyagolhatóan csekély, az elemek atomsúlyát a magban lévő protonok szabják meg. Azonban a hélium atomsúlya nem egyezik pontosan az atomot alkotó hidrogénatommagok súlyának összegével, hanem annál mindig valamivel kevesebb. Míg az át nem alakult hidrogén atomsúlya 1·008, a héliumé 4·000. Ezeket az igen pontos vegyi meghatározáson alapuló és az oxigén 16·000 atomsúlyára vonatkoztatott számokat ASTON tömegszínkép-elemző módszerei megerősítik. Tehát 1 gramm héliumnak atomonként négy-négy hidrogénatom egybeolvadása útján történő keletkezésekor — ha ilyen jelenség egyáltalán bekövetkezik — 0·032 grammnyi anyagtöbblet marad fenn. A relativitáselmélet egyik alaptörvénye szerint minden anyag energiával egyenértékű, mégpedig grammonként 900 trillió erg energiával. E szerint az eredetileg tisztán hidrogénből álló Napnak teljesen héliumból álló Nappá való átalakulása közben fennmaradó anyag, illetőleg felszabaduló energia a Nap jelenlegi bőségű (évekenként $1,2 \cdot 10^{41}$ erg) kisugárzása esetén a számítások szerint 120 milliárd évre volna elegendő a kisugárzásból eredő energia-vesztés pótlására, miközben a Nap tömegének kerekén 1%-a alakul sugárzássá. Más, hasonló természetű szubatomás folyamat ugyanekkora nagyságrendű élettartamot biztosítana. Ha pedig a Nap tömege teljes egészében sugárzássá alakulhat át, a relativitáselmélet

értelmében az anyag megsemmisülésekor rendelkezésre álló energia 15 billió évig volna képes fedezni a Nap kisugárzását.

Tehát mindkét energiaforrás (a második és a harmadik szubatomáris folyamat) bőségesen elegendő a sugárzó Nap folytonos energiavesztésének kellő hosszú időn át tartó fedezésére. A többi elgondolható energiaforrás egyike sem bizonyult eléggé kiadósnak. Éppen ezért a mai csillagászok az anyag részleges vagy teljes megsemmisülését (helyesebben: energiává való átalakulását) tekintik a sugárzó energia egyedül lehetséges forrásának. E szerint a Nap sugárzása következtében lassan, de folytonosan veszít tömegéből, lassan mintegy elemészti önmagát. Az elmúlt 10 milliárd év alatt tömegének csupán mintegy 1500-adrésze áramlott ki sugárzás alakjában, meglevő készlete még évbilliókra elegendő.

2. A napsugár útja légkörünk határáig. A néhány évtizeddel ezelőtt felállított relativitáselmélet törvénye: a tömeg és az energia egyenértékűségének elve kezdetben forradalmi újításként hatott. A modern atomfizikai kutatások azonban ma már több olyan atomrombolási jelenséget tártak fel, amikor az atommagban végbemenő átalakulások nagy energiaváltozásokkal járnak. E jelenségek relativitáselméleti magyarázata az, hogy atomátalakulások alkalmával a keletkező atommagok együttes tömege kisebb, mint az átalakulás előtti anyagrészek összes tömege. A tömegeltűnés mindig energia távozásával (sugárzással) jár együtt. Tehát a anyag és energia egy és ugyanazon valóságnak csupán különböző megnyilvánulási alakja, alapegységük, a gramm és az erg egymásra éppúgy átszámíthatók, mint pl. a méter és a yard. Az átszámítási arányt az $E = m \cdot c^2$ alaptörvény adja meg, ahol c a fénysebesség. Már most, ha az anyag tényleg teljesen, vagy részben sugárzássá alakulhat át — mint ahogyan az előző fejezet végeredményeként a Nap sugárzó energiájának pótlására fel kellett tennünk — vizsgáljuk meg EDDINGTON nyomán, hogy milyen lesz az a sugárzás, amely pl. egyetlen proton (hidrogén-atommag) teljes megsemmisülésekor, elektronnal való összeütközésekor keletkezik.

Az Einstein-féle törvény értelmében a protonból sugárzássá váló energiaegység, energiakvantum a következő egyenlettel adható meg:

$$E = m_H \cdot c^2 = h \cdot \nu$$

ahol m_H a proton tömege $1.662 \cdot 10^{-24}$ gr, c a fénysebesség $3 \cdot 10^{10}$ cm sec⁻¹, h a Planck-féle állandó $6.65 \cdot 10^{-24}$ erg sec és ν a frekvencia, azaz a sugárzás másodpercenkénti rezgéseinek száma s ez fordítva arányos a rezgés hullámhosszával

$\nu = \frac{c}{\lambda}$. A betűk számértékét az egyenletbe helyettesítve megkapjuk a proton megsemmisülésekor keletkező sugárzás másodpercenkénti rezgéseinek számát $\nu = 2.3 \cdot 10^{23}$, vagy a megfelelő hullámhosszúságot: $\lambda = 1.3 \cdot 10^{-13}$ cm = 0.000013 Ångström-egység.

Valahol a Nap belsejében, ahol a proton és elektron egymást megsemmisítő összeütközésére a legkedvezőbb körülmények találhatók, bizonyára a Nap közepe táján születik, termelődik ez a rendkívül kemény, nagy áthatolóképeségű és roppant nagy rezgésszámú sugárzást jelentő energiaegység, ez a nagyenergiájú kvantum. Az anyag bilincseiből kiszabadult energiakvantum azonnal a fény.

sebességével indul hosszú vándorútjára. Még annyira friss és erőteljes, hogy a Nap közepén uralkodó óriási — több millió fokra tehető — hőmérsékletben, fizikai nyelven szólva: az irtózatossal rohanó protonok, gazdátlan elektronok, atomrongsók és hasonló eredetű részecskék egész nemzedéksorának kuszált zúrzavarában — ez a fénykvantum eleinte igen tekintélyes, a Nap sugarához mérten azonban mégis kicsi útdarabokat képes megtenni feltartóztatás és pihenés nélkül, míg aztán egyszer csak beleütközik valamely vigyázatlan elektronba. Az összeütközés a kvantum energiájának rovására megnöveli az elektron mozgási energiáját, a kvantumot pedig eltéríti eddigi haladásának irányából. Az energia megmaradásának elve értelmében kvantumunk energiája ugyanekkor csökken, tehát csökken a frekvencia is. (A fenti Einstein-féle egyenlet értelmében a sugárzás energiakvantuma: $h\nu$ arányos a frekvenciával!) A kvantum változatlanul fénysebességgel száguld tovább, tehát a hullámhossz nagyobb, a sugárzás „vörösebb” lesz. Minden ilyen elektron-összeütközés eltérítéssel és energiacsökkentéssel jár, miközben a sugárzás hullámhossza minden alkalommal egy kissé a vörös felé tolódik. (Ezt a jelenséget hívjuk Compton-effektusnak.)

Napsugarunk kezdeti nagy energiája így módon lassankint, vagy erősebben és nagy eltérítéssel járó összeütközések folytán hamarosan annyira felőrlődik, hogy rezgésszáma 3—4 nagyságrenddel csökken és belép a rádióaktív γ sugarak tartományába ($\nu=10^{20}-10^{19}$). Legyengült kvantumunk itt még mindig oly erős, hogy atommag-elrendeződéseket robbanthat szét. Minden ilyen atomrobbantáskor, atommaggal való találkozáskor kvantumunk energiája csökken. Ha kvantumunk fokozatosan annyira legyengül, hogy többé nem képes atommagot szétrobbantani, energiája még mindig bőségesen elegendő arra, hogy lényegbevágó változásokat idézzon elő az atom szerkezetében. Ionizálhatja az atomot, azaz kiűzheti az atommag körül keringő elektronok közül egyet, vagy többet. Eleinte képes még a legnagyobb energiájú, legeslegbelső pályán keringő elektront is teljesen kiűzni az atomból (képes az atomot teljesen ionizálni). Ha már gyengébb, csak külsőbb pályán keringő, kisebb energiájú elektront dobhat ki helyéről. Ilyen esetekben kvantumunk egyéni élete tulajdonképpen megszűnik, mert energiája teljesen felőrlődik az ionizálás munkájában. Azonban úgy tekinthetjük, hogy csak szunnyad, mintegy megpihen, mert új életre kelhet, mihelyt az atom ismét elfog egyet a gazdátlanul száguldó elektronok közül. Az ionizált atom állapota nagyobb energiát jelent, mint az ionizálatlané. Ha elektron elfogása által az atom kisebb energiájú állapotban kerül vissza, az energia különbség sugárzás alakjában távozik, vagyis az atom kötelékébe belépő elektron mintegy újra vándorútra kényszeríti a szunnyadó kvantumot. Az újraéledő kvantum azonban esetleg már csökkent energiakészlettel folytatja útját, ha az elfogott elektron nagyobb energiájú pályára kerül, mint az előbb kiűzött elektroné volt. Így módon változatos útján követett kvantumunk fokozatos gyengülés után eljut a Röntgen-sugarak, később a tulajdonképeni fénysugarak birodalmába ($\nu=10^{14}-10^{13}$).

A sugárzás a magasabb hőmérsékletű helyről az alacsonyabb felé áramlik, a Nap középpontjától kifelé irányul, azonban az anyag — a különféle erősségű kvantumok által többé-kevésbé ionizált és gerjesztett atomok halmaza —,

mint valami szita fogva tartja, úgyhogy a külső térbe csak lassankint képes mintegy átszivárogni. A Napból kifelé áramló sugárzás segít a gáznyomásnak az anyagrészecskéket a nehézségi erővel szemben egyensúlyban tartani, tehát a napsugár tevékeny szerepe a Nap belsejében a *sugárnyomás*, miközben bele-beleütközik egy-egy atomba s azon vagy visszaverődik, vagy elúzi, illetőleg nagyobb energiájú pályára kényszeríti annak valamely elektronját. Az atom az elnyelt kvantumot az előbbtől eltérő irányban rövidesen ismét kilendíti és átadja egy másik atomnak, az elnyeli, majd ismét kibocsátja. Hosszú éveken, talán évszázadokon át tart ez a bolyongás, míg végre egyszer a Nap külső határ-retegeihez ér az alaposan elfáradt kvantum.

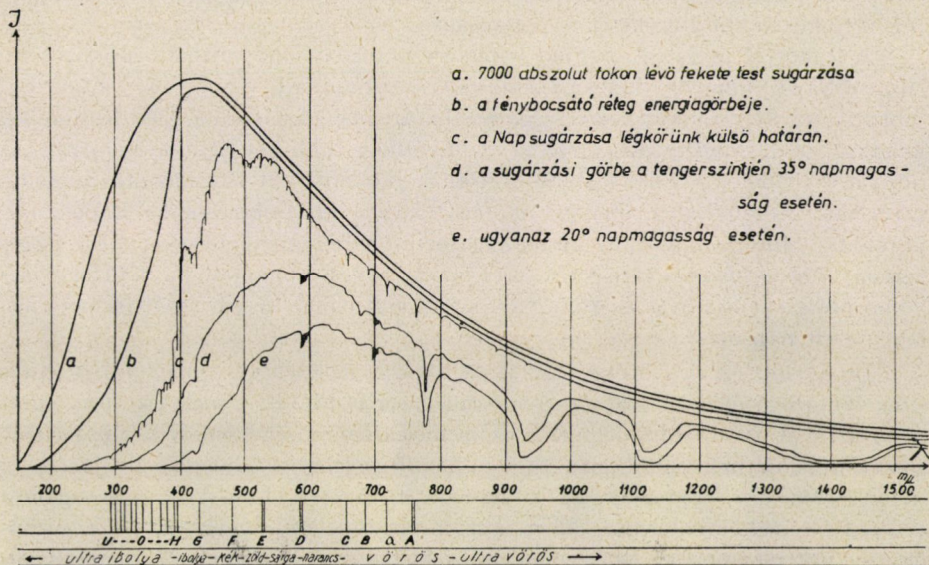
Innen már könnyebb az út kifelé. De nemcsak az eddig követett kvantumunk számára! Számptalan, különböző mértékben gyengült energiájú kvantum igyekszik mielőbb kiszabadulni. E kvantumok között mindenféle energia, mindenféle nagyságú rezgésszám képviselve van. Nagyon nagy és nagyon kicsi rezgésszámú kvantumok kevesebben, bizonyos rezgésszám-tartományba esők számosabban vannak, de mindenféle rezgésszám előfordul. Ezek együtt *folytonos színeképet* eredményeznek. A rezgésszámok előfordulásának gyakoriságai (a színeképerősség határai és csúcértéke) itt még valószínűleg elég pontosan követik az elméleti fekete testre felállított Planck-, Stefan—Boltzmann-és Wien-féle *sugárzási törvényeket*. Az első törvény megmondja, hogy megadott hőmérsékleten a feketén sugárzó test színeképében miképp oszlik el az energia: melyik rezgésszámhoz mekkora sugárzásereősség tartozik. Az 1. ábra legfelső *a* vonala 7000 abszolút fok hőmérsékleten levő fekete test energia eloszlását ábrázolja a színeképben.

A Stefan—Boltzmann-féle törvény szerint a fekete test 1 cm^2 -nyi felületéről kisugárzott összes energia a -273 C° -tól számított abszolút hőmérséklet negyedik hatványával arányos. A Wien-féle törvény pedig kimondja, hogy a fekete test abszolút hőmérsékletének és a színekép sugárzási csúcértékéhez tartozó hullámhossznak a szorzata állandó. A két utóbbi törvényből kiszámíthatjuk a Föld felszínére érkező sugárzás alapján a Nap felületének a hőmérsékletét. Az első szerint 5767° , az utóbbi szerint 6780° -nyi hőmérsékletet kapunk. A különböző módszerekkel kapott eredmények a megfigyelési hibáknál nagyobb mértékben térnek el, tehát a térben tovaterjedő valóságos napsugárzás már nem tekinthető szigorúan feketetest sugárzásának. Az 1. ábra *b* vonala ábrázolja a fénykibocsátó réteg valószínű-energia görbéjét. Ez már szemmel láthatóan eltér az abszolút feketetest sugárzási görbéjétől a rövidebb hullámok oldalán.

A Nap belsejéből szakadatlanul ömlő sugárzási áram a Nap utolsó pár ezer km-én való áthaladás közben *minőségileg* igen erősen megváltozik. A Nap légkörének különböző rétegei a kifelé törő sugáráramot többé már nem állíthatják meg, mennyiségileg nem változtathatják, mert energiafelhalmozó képességük jelentéktelen, hanem csupán módosíthatják a folytonos színeképet. Kövessük tovább a napsugár útját a Nap külsejének eléggé jól elkülöníthető és egymástól megkülönböztethető rétegeiben. A Nap izzó gömbjének belseje nem látható. A külső, közvetlenül látható határretege a fotoszféra, a fénykibocsátó réteg. E réteg felett helyezkedik el a már sokkal ritkább Naplégkör. A légkör legalsó, kb. 200 km vastagságú részét megfordító rétegnek nevezzük,

a légkör többi, mintegy 100 km vastagságra nyúló részét pedig kromoszférának. A légkört körülveszi a Nap sugarának többszöröség is terjedhető vastagságban a napkorona.

A fotoszférát kell tekintenünk ama rétegnek, ahonnan a napsugár a külső térbe elindul. Sűrűsége nem fokozatosan, hanem mintegy ugrásszerűen megy át a következő rétegbe, — ez okozza a látszólagos Napkorong teljesen éles határoltságát. A fotoszférában végbemenő hatalmas áramlások, örvénylő mozgások tanú a fényes alapon sötétebbnek látszó napfoltok. Előfordulási gyakoriságuk



1. ábra.

a sugáráram erősségének, a napállandó ingadozásainak szakaszosságával párhuzamosan halad. [A Nap légkörének atomjai gerjesztésük és ionizálásuk közben a fotoszféra folytonos sugárzásából bizonyos hullámhosszúságú sugárzást elnyelnek. Az elnyelt kvantumokat rövidesen újra kibocsátják, de ennek az energiának már csak egy része irányul felénk, a többi eloszlik a tér minden irányába. Ez azután a látóvonal irányában a megfelelő hullámhosszúságú sugárzás gyengülését, a Nap színekében a sötét, ú. n. FRAUNHOFER-féle vonalak fellépését okozza. Az 1. ábra c vonala szemlélteti ezt a tekintélyes minőségi változást: a színek energia-görbéje többé már nem egyenletes, hanem többé-kevésbé mély lenyúlásokkal, (sötétedésekkel) tarkított. A görbe minden egyes lenyúlásának egy-egy FRAUNHOFER-féle vonal felel meg a Nap prizmaival előállított színekében. Több ezer ilyen vonalat ismerünk, a legerősebbeket az 1. ábra alsó részén a szokásos elnevezéssel és a szín megjelölésével rövid függőleges vonalak alakjában külön feltüntetettük. A részletes színeképvizsgálatok azt mutatják, hogy ezek a vonalak főként a megfordító-rétegben keletkeznek, a színeképvizsgálásban azonban a Nap légkörének magasabb részei, sőt még a napkoronában igen gyéren előforduló atomok is résztvesznek. A napkorona külső határától lég-

körünkig terjedő, kereken 150 millió km-es úton a napsugár már semmiféle ki-mutatható változást nem szenved.

3. A napsugár útja a Föld légkörében. Az előző fejezetben keletkezési helyétől a földi légkör határáig követtük a napsugár útját. Előzzük meg a másodpercenként 300.000 km sebességgel haladó napsugarat és helyezked-jünk el a csaknem 1000 km vastag légkör alsó határán, a Föld felületén.

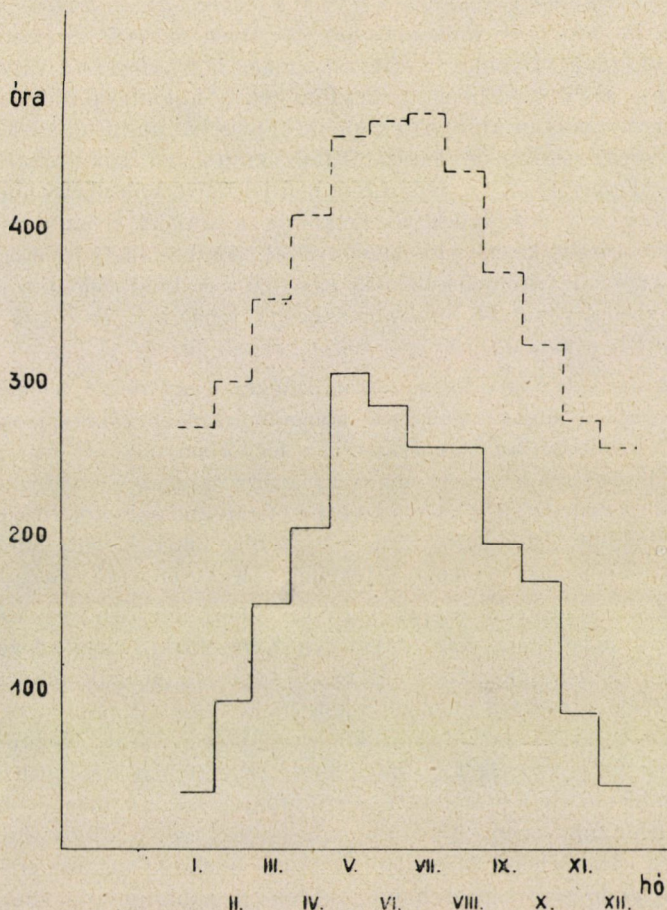
Ezt az utat a napsugár néhány ezred másodperc alatt teszi meg s ez a kis idő elegendő ahhoz, hogy jelentékeny változásokon menjen át. Légkörünk aljára érkező napsugárzás energia-görbéjét az 1. ábra d és e görbéje szemlélteti. Vizsgál-juk meg közelebről ezeket a változásokat.

A légkörtől megfosztott Föld felületére pontosan kiszámítható időközökben sütné a Nap s valamely időköz napsütéses óráinak számát, a n a p f é n y t a r t a -mot minden hely földrajzi szélessége meghatározná. Azonban a Föld légkörében keletkező köd, felhőzet, nagyarányú szennyeződés több-kevesebb időre árnyékba borítja a Földet. A Föld légköre ezáltal megrövidíti egy-egy időszak napfénytartamát. Nézzük meg, mennyi napfényt kapna pl. Debrecen, ha a Föld lég-körét eltávolíthatnánk. A 2. ábra szaggatott vonala ábrázolja ezeket a lehetséges legnagyobb napfénytartam-értékeket az év egyes hónapjaiban. A folytonos vonal pedig azt mutatja, hogy milyen kevés volt ehhez képest az 1934-ben való-ban észlelt napsütés.

De nemcsak a napsütés időtartamát rövidíti meg a légkör, megváltoztatja a sugárzás erősségét is. Ebben az irányban először POUILLET francia fizikus végzett vizsgálatokat 1838-ban. Megmérte azt a melegmennyiséget, melyet a napsugár-zás 1 cm² felületnek 1 perc alatt átad, ha merőlegesen éri a felületet. Megkísérelte, hogy méréseinek eredményéből kiszámítsa a n a p á l l a n d ó t : a sugárzás erősségét a légkör határán. Ehhez a számításához elegendőnek vélte a sugárzás erősségének megmérését két napmagasság mellett. A műszerek s a mérési mód-szerek tökéletlensége miatt POUILLET, majd honfitársa VIOLETTE csaknem 70 éven keresztül a kutatók egész sora a napállandó számára jelentékenyen külön-böző értékeket kapott. A nehézségek leküzdése után — ezekkel később részlete-sen foglalkozunk, — végül is ABBOT amerikai kutató határozta meg 1908-ban a napállandó értékét. Eszerint a légkör határán közepes földtávolban a napsugár-zás erőssége : 1.940 gcal/cm². min.

Könnyű kiszámítani, hogy az 1.27×10^{18} cm² keresztmetszetű Földre percen-kint összesen $2.36.10^{18}$ gcal hő érkezne napsugárzás alakjában, ha nem lenne a Földnek légköre. Arra gondolhatnánk, hogy ez a szünet nélkül érkező meleg-áram a földfelület hőmérsékletét hallatlanul magas értékre emelné. Tudjuk azonban, hogy minden test, amelynek hőmérséklete magasabb, mint az abszolút hőmérsékleti skála nulla pontja, hőt sugároz ki magából. A napsugárzástól fel-melegített földfelület is ilyen sugárzás kiinduló helye. Földünk hóháztartásában a napsugárzás felmelegedést, a kisugárzás lehülést okoz. A Föld hőmérséklete végeredményben olyan értéken állapodik meg, amelyen a kisugárzott hő éppen egyenlő a napsugárzás által közölt hővel. Ez a hőmérséklet a légkörtől megfoszt-tott Föld esetén +3 C° lenne. Ez természetesen akkor igaz, ha a földfelület minden ráeső sugárzást elnyel. A sugárzás $\frac{1}{3}$ -át azonban a földfelület visszaveri. Emiatt az egyensúlyi állapotot jelentő hőmérséklet alacsonyabb lenne : a számí-

tások szerint $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. A mérések szerint a földfelület közepes hőmérséklete $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. A levegőburok jelenléte tehát 38° -al emeli a földfelület hőmérsékletét, jöllehet a légkör felhői miatt a Földre érkező napsugárzásnak nem $\frac{1}{3}$ -a, hanem fele verődik vissza.



2. ábra.

Már ez a két példa is mutatja, hogy a napsugárzás és légkör kölcsönös hatása érdeklődésünkre méltán tart számot, ha a Föld éghajlatának kialakulásával és változásával foglalkozunk.

A Földet körülvevő légnemű közeg távol van attól a fogalomtól, amit a vegytan levegőnek nevez. Az oxigén, a nitrogén és néhány nemes gáz keveréke a tiszta, szorosabb értelemben vett levegő. A valóságban több vendéganyag: vízgőz, széndioxid, ozon, hidrogén stb. tarkítják a légkört alkotó gázok sorát. Az alsóbb rétegekben pedig finom por, füst, vulkáni hamu, sókristály és ezer más fajtája az apró, lebegő részecskéknek járul hozzá ahhoz a keverékhez, amit végül is légkörnek nevezünk. Ezek a részecskék: az alapanyagok és a vendéggázok

molekulái, a lebegő szennymagocskák különböző nagyságúak s a napsugárzásra gyakorolt hatásuk sem lesz egyforma. Elegendő, ha három csoportra osztva vizsgáljuk meg a részecskék viselkedését. Ez a három csoport: a tiszta, száraz levegő molekulái, a légkörben lévő vízgőz és a szennymagocskák.

A száraz levegő molekulái a légkör legkisebb részecskéi. Kiseb-
bek, mint a látható fény hullámhossza. Az ilyen méretű részecskék fény-
szórást okoznak. Ilyenkor a részecske maga is fényforrássá válik: minden
irányban fényt sugároz. Ebben a szórt fényben a különböző hullámhosszúságú
sugarak nem ugyanolyan arányban vannak képviselve, mint az eredeti fényben.
A molekuláris részecskék szóró hatásáról RAYLEIGH angol fizikus elméletét fogad-
juk el ma is. Eszerint, ha az eredeti fényben jelenlévő különböző hullámhosszú-
ságú sugarak egyenlő erősségűek, a szórt fény sugarainak erőssége fordítva ará-
nyos hullámhosszúságuk negyedik hatványával. Amikor a felhőtlen égre nézünk,
minden irányból a levegőmolekuláknak egy-egy sora küldi felénk a szórt fényt.
Ebben a fényben a rövidebb hullámhosszúságú, tehát kék, ibolya és ibolyántúli
sugarak túlsúlyban vannak. Az eget tehát kéknek látjuk.

A molekuláris szórás a közvetlen napsugárzás egy részét felemészti. Ez a
rész arányos a fénysugár útjába eső levegőmolekulák számával, egyenletesen
rétegződött és változatlan légkör esetén a légkörben megtett úttal. A légkör
állapotára jellemző szám, amely ennek az arányosságnak kézzelfogható jelleget
ad, a levegő áteresztőképessége (transzmisszió-koefficiens). Erről a
számról elegendő annyit megjegyezni, hogy értéke annál kisebb, minél nagyobb
részét veszíti el a sugárzás eredeti értékének a légkörön való áthaladás közben.

Az előzőek alapján beláthatjuk, hogy különböző színű sugarak esetén az át-
eresztőképesség más és más lesz. A kék fényt erősebben szórja a levegő, mint a
vöröset, tehát a kék fényhez kisebb áteresztő képesség tartozik, mint a vöröshöz.
Ez a felismerés óvatosságra int bennünket, ha az összetett napfényre vonatkozó
áteresztőképességgel jellemezni akarjuk a levegő szóróhatását. Meg tudjuk ugyan
mérni a napsugárzás erősségét s a napállandó ismeretében kiszámíthatjuk az át-
eresztőképességet is, de a számítás minden napmagasságnál más és más értéket
ad. Nem is lehet másképen. Alacsony napmagasság esetén a fény nagyon hosszú
utat tesz meg a légkörben. A rövidebb hullámhosszúságú sugarak erősen szóród-
nak s a tovahaladó sugárzásban mindinkább a hosszabb hullámú sugarak jutnak
szóhoz. Az egyre vörösödő sugárzás másképen gyengül az út végső szakaszain,
mint nagyobb napmagasságok mellett a rövidebb úton.

Említettük, hogy a napállandót két sugárzásmérés eredményéből kiszámít-
hatjuk, ha ezeket különböző napmagasságok mellett végezzük el. A számítás
előfeltétele az, hogy közben a levegő áteresztőképessége ne változzék. Láttuk,
hogy ez a feltétel nem teljesül. A napállandó mérése emiatt sokáig bizonytalan
volt. A nehézségeket végül is LANGLEY amerikai kutató és tanítványai ÁBBOT,
FOWLE és ALDRICH oldották meg az amerikai pártfogók milliós ösztöndíjainak
birtokában. Rendkívül pontos mérések segítségével meghatározták 40-nél több
hullámhosszúságon a sugárzás erősségét. A mérést bolométer (a színekpen végig-
tolható elektromos hőmérő) segítségével 10 perc alatt végre tudták hajtani. Ha-
czt a mérést különböző napmagasságok mellett elvégezték, meghatározhatták a

légkörön túli sugárzás erősségének színképi elosztását s ezzel együtt az áteresztő képességet minden egyes hullámhosszúságra. (1. ábra, c görbe).

ABBOT és FOWLE végezték ezeket a méréseket a kaliforniai Mount Wilson 1730 méteres magasságában és a 4420 m magas Mount Whitney-en. A mérések RAYLEIGH elméletét elsőízben igazolták gyakorlatilag.

Ne feledjük el, hogy mindezek a fejtegetések arra a feltevésre épültek, hogy a levegő tiszta és száraz, a fény gyengítését a levegőmolekulák okozzák. Ebben az esetben a RAYLEIGH-féle elmélet, vagy ABBOT és FOWLE gyakorlati eredményei meghatározzák a sugárzásvesztéséget a légkörben.

A levegőben lévő vízgőz azonban nem elhanyagolható vendég- anyaga a légkörnek. Molekuláinak sajátos elhelyezkedése következtében egészen másképpen bocsátja át a sugárzást, mint a levegő alapgázai. A légkör alsó rétegében lebegő nedvszívó kondenzációs magvak, az ultramikroszkópikus nagyságú sókristályok, füst, por, koromrészecskék magukhoz ragadják a vízgőzmolekulákat. Az így létrejövő lebegő részek még mindig ultramikroszkópikus nagyságúak, de méreteik már nem elhanyagolható kicsinyek a fény hullámhosszához képest. RAYLEIGH törvénye ezekre a részecskékre már nem érvényes. A vizsgálatok azt mutatták, hogy azok a részecskék, amelyeknek átmérője 0.18μ -nál nagyobb, a fényt nem a hullámhossz negyedik, hanem csak második hatványával fordított arányban szórják. Az előbbi jelenséget — ezt írja le RAYLEIGH törvénye — molekuláris szóródásnak, az utóbbit szórt visszaverődésnek (diffúz reflexio) nevezzük. Ha a részecske átmérője 100μ -nál nagyobb, már felismerhető a közönséges értelemben vett visszaverődés.

Vízgőzzel kevert légkörünkben a levegő molekulái és a vízgőz részecskéi egymástól függetlenül mindkét fajta fényszórást létrehozzák. A levegőmolekulák kékebb, a vízgőzrészecskék kevésbé kék égyszínt igyekeznek előállítani. Az eredmény az ég szürkés-kék színe. Ez annál inkább megközelíti a RAYLEIGH-elméletnek megfelelő tiszta sötétkék színt, minél tisztább és szárazabb a levegő.

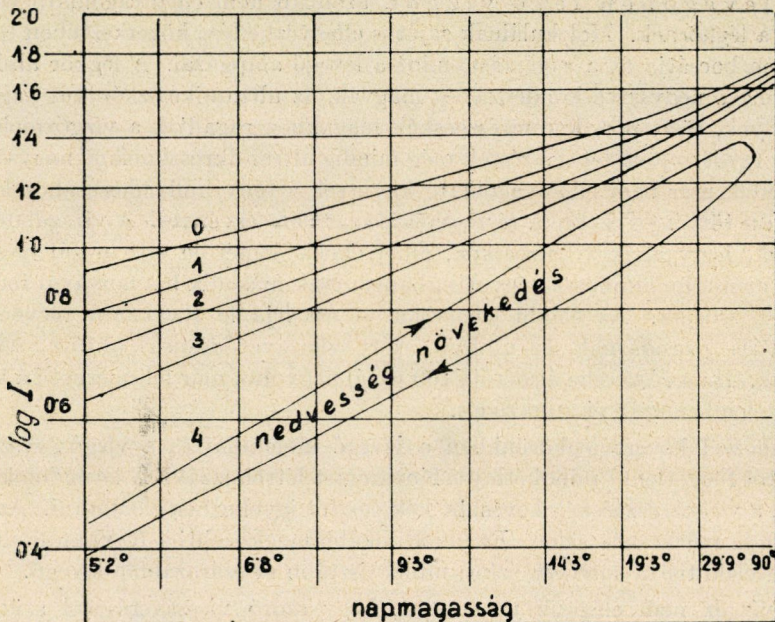
A vízgőz nem elégszik meg azzal, hogy szóró visszaverésével szürkébbé teszi egünket. Ezenfelül a sugárzás egy részét magának követeli és valóságos sávokat nyel el a Nap színképéből, különösen a vörösöntúli tartományban. A levegő alapgázai is elnyelnek meghatározott vonalakat és sávokat a színképből, de az így elnyelt energia alig 3%-a a szórt fénynek. A vízgőz ezzel szemben jelentékenyen többet nyel el, mint amennyit szétszór.

A vízgőz a légkör alsó rétegeiben helyezkedik el: az alsó 2—3 km vastag levegőréteg a légkör vízgőztartalmának túlnyomó részét magában foglalja. Kis napmagasság esetén emiatt nagyobb utat tesz meg a fénysugár a vízgőzzel kevert levegőben, mint magasabb napállás esetén. Ennélfogva a Nap színképében a vízgőz elnyelési sávjai csökkenő napmagasságnál egyre mélyülnek. (1. ábra, d és e görbe.)

FOWLE valóban nagyméretű laboratóriumi vizsgálatai során vízgőzzel megtöltött cső segítségével tanulmányozta a vízgőz elnyelő hatását. A cső hosszát 128 és 246 m között változtatta. Mérési eredményeinek birtokában határozott összefüggést talált az elnyelési sávok mélyülése és a légkör vízgőztartalma között. Ilyen módon meghatározhatta színképi méréssel a légkör vízgőztartalmát.

FOWLE-nak azonban nem ez volt a célja. Hiszen a vízgőztartalom közelítő értékét HANN után egyszerűen kiszámíthatjuk a talajon mért párányomásból. FOWLE végeredményben azt vizsgálta, hogyan változik meg a levegő áteresztőképessége vízgőzzel való keveredése után. Ezt a jól bevált és kényelmesen használható fogalmat általánosította vízgőzzel különböző mértékben kevert levegőre.

Természetesen ez az áteresztőképesség is függ a fény hullámhosszától és különböző napmagasságok mellett nem marad változatlan. FOWLE nedves levegő esetén is meghatározta az áteresztőképességnek ezen változásait. Adatai alapján



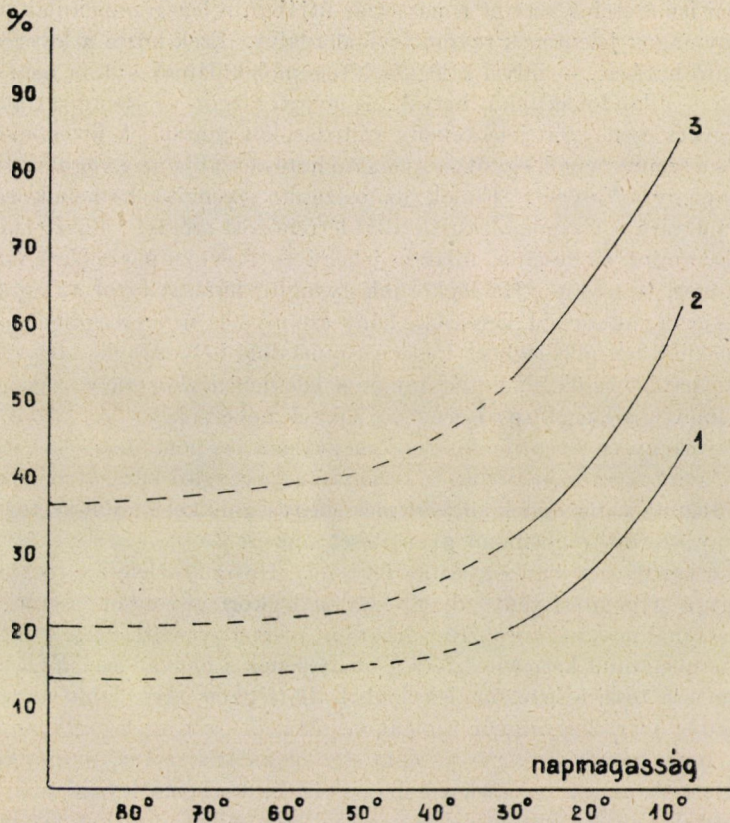
3. ábra.

fel tudjuk rajzolni a sugárzás erősségének a napmagassággal való változásait száraz levegőben s különböző vízgőztartalom mellett. FOWLE görbéit a 3. ábrán láthatjuk. A 0 görbe száraz levegőre, az 1, 2, 3, görbék olyan nedves levegőre vonatkoznak, melyből, — ha a vízgőz eső alakjában mind kiesne, — 1, 2, ill. 3 mm csapadékot nyernénk. A levegő nedvessége napközben változhat s a valóságos napi erősségváltozás vagy az egyik, vagy a másik görbével fut párhuzamosan. A görbe délutáni visszahajlása csak változatlan levegő esetén fekszik a délelőtti vonalon. Ha a levegő nedvessége növekedett, a délelőtti (4) görbe alatt, ha csökkent, akkor pedig föltte érkezik vissza a kiinduló vonalhoz.

Kellőképen értékelhetjük ennek alapján az áteresztőképesség fogalmát. Módot nyújt arra, hogy a talajon végzett mérésekkel a légkörben végbemenő változásokat vizsgálhassuk. Maga a napsugár válik ily módon kutató eszközünké és valamely műszer hosszú mutatójához hasonlóan nyúlik le hozzánk a légkörön keresztül.

A 3. ábra 4. görbéje meredekebb az elméleti görbék bármelyikénél és teljes egészében a görberendszer alá esik. Ebből arra következtethetünk, hogy nem csupán a levegőmolekulák és a vízgőz vesznek részt a légkör fénygyengítő hatásában.

A szennymagok a légkör legalsó 1–2 km vastagságú rétegében a napsugár útjának utolsó, de egyúttal legnagyobb akadályát jelentik. A 4. ábra



4. ábra.

feltünteti a napsugár légköri veszteségét a napállandó százalékaiban különböző napmagasság mellett. Az 1. görbe a veszteség változása a 4400 m magas Mount Whitney tetején, a 2. görbe az 1800 m magas Mount Wilsonon, a 3. görbe pedig Washingtonban kb. a tenger szintjén. Láthatjuk, hogy 90°-os napmagasság esetén a légkör határához érkező sugárzásnak csak 78%-a jut el 1800 m magasságig, a tengerszint pedig csak 62%-át élvezi az eredeti napfénynek. A sugárzásnak a legutolsó rétegekben bekövetkezett erős gyengülését a szennymagok rovására írhatjuk.

A szennymagok a talajról a légkörbe került apró, lebegő részecskék. Füstöt, port, sókristályt és kormot találunk a szennyrétegben. Ezeknek a részecskéknek

az átmérője javarészt meghaladja az ezred mm-t. Az ilyen nagy részecskék a fényt már nem szórják. Hatásuk főként visszaverésben, kisebb mértékben a fény elnyelésében nyilvánul meg. Az itt végbemenő jelenségek pontos ismeretéhez még sok megfigyelésre van szükség. Mindenesetre a sugárzás gyengítése a szennyrétegben is a fény hullámhosszával fordítottan arányos. A vörös fény tehát kevesebb veszteséggel hatol át a szennyrétegen, mint a színeknek rövidebb hullámhosszúságú sugarai.

Eddigi ismereteink szerint a napsugár útjában a levegőmolekulák, a vízgőz és a szennymagok jelentenek számottevő akadályt. Ezek közül a levegőmolekulák gyengítő hatását, — mivel a légkör levegőmolekuláinak száma nem változik lényegesen — állandónak tekinthetjük. A levegő vízgőz- és szennytartalma ezzel szemben gyors és nagyon jelentékeny változásokat mutat. A levegőmolekulák, a vízgőz és a szennymagok együttes gyengítő hatása szabja meg végül is a hozzánk érkező napfény erősségét. Ennek az összetett gyengítő hatásnak egységül LINKE ajánlatára a levegőmolekulák által létrehozott szórást választották. Ez a szóróhatás, amint említettük, állandó jellegű és RAYLEIGH elméleti vizsgálatai után pontosan ismeretes. Ha légkörünk gyengítő hatását ezzel az egységgel ki akarjuk fejezni, akkor azt keressük, hány szenny- és nedvességmentes, csupán levegőmolekulákból álló légkört kellene egymásfőlé helyeznünk, hogy ugyanazt a gyengítő hatást érjük el, mint aminőt a jelenlegi légkör okoz. Az így nyert mértékszámot *gyengítési tényező* nek nevezzük.

A mértékegység ilyen módon való megválasztása gondolkodóba ejtethet bennünket. Amint már mondtunk, a szennyréteg gyengítő hatását nem ismerjük teljesen. Jogunk van-e ennek ellenére mértékegységünkkel a szennyréteg ismeretlen törvény szerint végbemenő gyengítését mérni?

Erre a kérdésre a mérések adtak feleletet. Hosszú észlelési sorozatokból kintűnt, hogy a gyengítési tényező változatlan légköri viszonyok esetén bármely napmagasságnál ugyanakkora. Ez várható is, mert a gyengítési tényező tulajdonképpen nem más, mint két atmoszféra gyengítésének a hányadosa. Ez a tulajdonság alkalmassá teszi a levegőmolekulákból álló légkört arra, hogy az egyesített fénygyengítés mértékegységül szolgáljon. Ha pl. a reggeli órákban kétszerakkora a napsugárzás gyengítése, mint a molekuláris szórás, a mértékszám 2 marad délben és az esti mérések alkalmával is, ha közben a levegő tulajdonságai nem változtak meg. A gyengítési tényező jól használható fogalomnak bizonyult. Bőven átesett kisebb változtatásokon, kibővítéseken, de lényege LINKE eredeti meghatározása maradt.

Maga LINKE a Föld különböző vidékein mérte és számította a gyengítési tényezőt. Méréseiből tudjuk, hogy az európai szárazföldön a gyengítési tényező értéke 2 és 2.5 között ingadozik. Ez azt jelenti, hogy kettőnél több tiszta levegőmolekulákból álló légkör okozna akkora veszteséget a napsugárzásban, mint amekkorát Európa átlagos légköre okoz.

Természetesen találunk olyan helyeket is, ahol szélsőségesen tiszta a légkör, de akadnak rendkívül szennyezett levegőjű vidékek is. A majna-frankfurti gyárak füstje a gyengítési tényező átlagos értékét 3.5-re emeli. Egyes ipartelepek rövid időre környezetükben 30-ra is fokozhatják a gyengítési tényező értékét. Az 1860 m magasan fekvő Arosa ehhez képest kristálytiszta levegőt élvez: gyengítési

tényezőjének átlagos értéke 1.57. A passzát-szelek övezetében általában 2.0 és 2.5 között ingadozik a gyengítési tényező, az egyenlítő táján eléri a 3.0-t, a Zöldfoki szigeteken a Szahara pora 5.0-ig emelheti értékét, ezzel szemben az Andok levegője 1.2 átlagos gyengítési tényezőjével már alig különbözik a teljesen tiszta levegőtől.

Erősebben szennyezett levegőben a gyengítési tényező határozott napi változást mutat. Legnagyobb értékét a kora délutáni órákban veszi fel. Ennek magyarázatát a függőleges légáramlásokban kereshetjük. A napsütéstől felmelegedett talajmenti levegő emelkedni kezd, közben szennymagtartalmát magával viszi. Az emelkedő levegő lehül s viszonylagos nedvessége egyre nagyobb lesz. A nedvszívó szennymagocskák ennek következtében megduzzadnak s a gyengítési tényező értékét jelentékenyen nagyobbítják.

LORENZ L. Darmstadtban megmérte különböző légtömegek gyengítési tényezőjét. A légtömegek legtöbb esetben oly gyorsan változtatnak helyet, hogy előző hosszabb tartózkodási helyükön szerzett tulajdonságaikat változatlanul megtartják. A légkörtan származási helyük szerint tesz különbséget az egyes légtömegek között. LORENZ mérései szerint legkisebb gyengítési tényezője volt a friss, sarkvidéki eredetű levegőnek. Ennél szennyezettebb volt az európai szárazföldről eredő levegő. Ez utóbbi a szélirányok szerint nagy ingadozásokat mutatott. Ennél is nagyobb volt a tengeri eredetű levegő gyengítési tényezője s legtöbb veszteséggel érkezett a napsugár a trópusi eredetű levegőn keresztül. Ezek a mérések szépen egyeznek a különböző eredetű levegőkben észlelt látási viszonyokkal. Ebből a néhány példából is láthatjuk a gyengítési tényező fogalmának használhatóságát.

Végig követtük a napsugár útját a légkörön keresztül, vizsgáljuk meg még a sugárzásnak azt a részét, amely a légkör apró részecskéin szétszóródik.

4. A z é g s u g á r z á s. Tudjuk, hogy a napsugár útjába kerülő részecske új sugárzás kiinduló pontjává válik. Ennek a sugárzásnak egy része szórt és visszavert fény alakjában érkezik hozzánk. RAYLEIGH elmélete számot ad az égsugárzás erősségéről. Eszerint valamely irányból hozzánk érkező égsugárzásnak erőssége annak a szögnek koszinuszával arányos, amelyet ez az irány a hozzánk érkező közvetlen napsugárral bezár. Ennek következtében két irányból: a Nap irányából és ezzel ellentétes irányból — ellennap — érkezik hozzánk a legerősebb égsugárzás. Legkevesebb sugárzást kapunk az égbolt azon pontjai felől, amelyek a Naptól 90° távolságra vannak. Ezek a pontok körön fekszenek. Ezek lesznek az égbolt legsötétebbnek látszó pontjai. A kör legmagasabb pontja — egyúttal pontja a Napon átmenő főkörnek is — olyan irányt jelöl ki, amelyben kevesebb levegőmolekula van, mint a kör bármely más pontjának irányában. Ez a pont ennek következtében az égbolt legsötétebb pontja.

A vízgőz és a szenny jelenléte módosítja RAYLEIGH elméletét. Ha a Nap a zenitben áll, az említett sötét kör nem 90° -ra, hanem csak 60° -ra van a Naptól. Ettől a körtől a látóhatár felé haladva az alsó réteg szennymagocskái ismét erősebb égsugárzást okoznak. Ha a Nap nem éppen a zenitben áll, akkor a legsötétebb kör a napmagasságtól függően $70-90^\circ$ távolságra van a Naptól.

Az égsugárzás alapos vizsgálata azt mutatta, hogy a sugárzás szórt fény p o l á r o s f é n y. Az elektromágneses fényelmélet felteszi, hogy a fénysugár a

tovaterjedési irányára merőleges síkban vektormennyiségnek tekintendő s ez a fényvektor periodikusan változik. Periodikus mozgást végez a fényvektor, ha pl. úgy forog a fénysugár iránya körül az említett síkban, hogy végpontja ellipszist, vagy kört ír le. Az előbbi esetben elliptikusan, az utóbbiban körösen poláros fényről beszélünk. Ha az ellipszis vég nélkül laposodik, egyenessé fajul és így jutunk az egyenesben polározott fényhez.

A Naptól közvetlenül eredő *t e r m é s z e t e s f é n y*. Ez rendkívül kicsiny időtartamokban elliptikusan, körösen és egyenesben poláros is lehet. Ez a háromféle állapot azonban oly szaporán váltakozik a természetes fényben, hogy egy ezredmilliomod másodpercnél hosszabb ideig nem marad ugyanabban az állapotban. Ha elegendő hosszú időtartamot választunk, a természetes fény a tova terjedés irányára körül teljes szimmetriát mutat.

Szórás és visszaverődés a természetes fényt polározott fényvé alakíthatja át. Alkalmas műszerekkel végzett mérések azt mutatták, hogy az égsugárzás szórt fénye polározott fény. RAYLEIGH elmélete szerint a levegőmolekulákból álló légkörben a Naptól 90° távolságban fekvő pontok irányából egyenesben polározott fény jön felénk, minden más irányból elliptikusan polározott fényt kapunk, a Nap irányából pedig természetes fény érkezik hozzánk.

A vízgőzzel és szennymagokkal kevert légkörben kissé megváltoznak a viszonyok. Elliptikusan polározott fény jut hozzánk a Naptól 90° -ra lévő pontok irányából is. A természetes fény sem pontosan a Nap irányából érkezik hozzánk az égsugárzásban, hanem a számítások szerint négy más pontból. Mind a négy *s e m l e g e s p o n t* a Nap főkörén fekszik, a Naptól és az ellennaptól $15-18^\circ$ távolságban. Ezeket a pontokat felfedezőikről nevezték el. A Nap fölött van a BABINET-pont, alatta a BREWSTER-pont. Az ellennap fölött található az ARAGO-pont. A negyedik pontot, az ellennap alatt, még nem sikerült műszerekkel kimutatni.

5. A földi napszínkép eleje és vége. A Föld felületén mért napszínkép $290 \mu\mu$ hullámhosszúságnál kezdődik és erőssége a nagyobb hullámhosszúságok felé hirtelen emelkedéssel nő. (1. ábra *d* görbe.) Fényképezőlemezek nagyon hosszú besugárzási idő után nyomát sem mutatták ennél rövidebb hullámhosszúságú sugárzásnak. Ebben a tartományban rendkívül érzékeny fényelektromos cellákkal sem sikerült ennél rövidebb hullámhosszúságú napsugarakat találni. Pedig DEMBER a 3280 m magas Teneriffán is végzett ilyen irányú méréseket. Megvizsgálták, hogy a nagyobb magasságokban nem szélesedik-e ki a színkép. WIGAND 9000 méterig végzett léggömbökkel méréseket, de ő sem talált $290 \mu\mu$ -nál rövidebb hullámhosszúságú sugárzást.

Arra gondolhatnánk, hogy a Nap ennél rövidebb hullámokon talán nem is sugároz, vagy pedig olyan gyenge már itt a sugárzás erőssége, hogy az észlelés alsó határát nem éri el. A STEFAN-BOLTZMANN törvény szerint azonban a Napnak ezen a hullámhosszúságon még tetemes erősséggel kell sugároznia, amint erre az 1. ábra legfelső két görbéjéből is következtethetünk. Ha pl. $300 \mu\mu$ -nál 100 egység lenne a sugárzás erőssége, akkor $200 \mu\mu$ -nál még mindig mintegy 13 egységet kellene mérnünk.

Felmerült az a vélemény is, hogy a Nap légköre nyeli el a $290 \mu\mu$ -nél rövidebb hullámhosszúságú sugarakat. Ennek ellentmond FABRY és BUISSON mérése.

A két kutató azt találta, hogy 290 és 310 $m\mu$ között a Nap széléről eredő sugárzás függetlenül a hullámhosszúságtól kétszer gyengébb, mint amennyit a Nap középpontjának irányából kapunk. Ha a Nap okozná a színeképes szélét, a középső és szélső pontokból eredő sugárzás különbségének csökkennie kellene a hullámhosszúság növekedésével.

HUGGINS már 1890-ben kimutatta, hogy a Végárról sem érkeznek hozzánk 290 $m\mu$ -nál rövidebb hullámhosszúságú fénysugarak, pedig ez a csillag a Napnál sokkal magasabb hőmérsékletű, tehát rövidebb hullámhosszúságú sugarakban is gazdagabb.

Ezek az eredmények nyilvánvalóvá teszik, hogy a jelenség okát a Föld légkörében kell keresnünk. WIGAND mérései ehhez még hozzáteszik, hogy ez az ok nem lehet 9000 m alatti rétegben. HARTLEY már 1880-ban az ozontette felelőssé a színeképes ibolyántúli részének elnyeléséért. Valóban az ozon a 210 és 290 $m\mu$ közti tartományban rendkívül nagymértékben nyeli el a ráeső sugárzást. FABRY és BUISSON kimutatták, hogy HARTLEY elképzelése számszerűleg is megmagyarázza a színeképes hirtelen lemetesződését.

Arra a kérdésre, hogy az ozon milyen magasságokban helyezkedik el, REGENER mérései adtak feleletet. Léggömbökkel felbocsátott öniró műszerei 30 km magasságig készítettek színeképesfelvételeket. Ezek a mérések valószínűvé tették, hogy a légkör ozontartalmának 70%-a 30 km alatt van.

Maga REGENER mutatott rá arra, hogy az ibolyántúli napfény a légkörben ozont termel. Ha 200 $m\mu$ -nál rövidebb hullámhosszúságú sugárzás oxigénmolekulát talál, a molekula két atomja elválik egymástól. Az egyedülmaradt oxigénatomok csatlakozhatnak oxigénmolekulákhoz és létrejöhethet a három oxigénatomból álló ozonmolekula. A napsugárzás végnélkül gyártaná az ozont, ha az ozon által elnyelt 210 és 290 $m\mu$ közti hullámsáv energiája vissza nem alakítaná az ozont oxigénné. Ily módon maga az ozon gondoskodik szaporodásának határaitól.

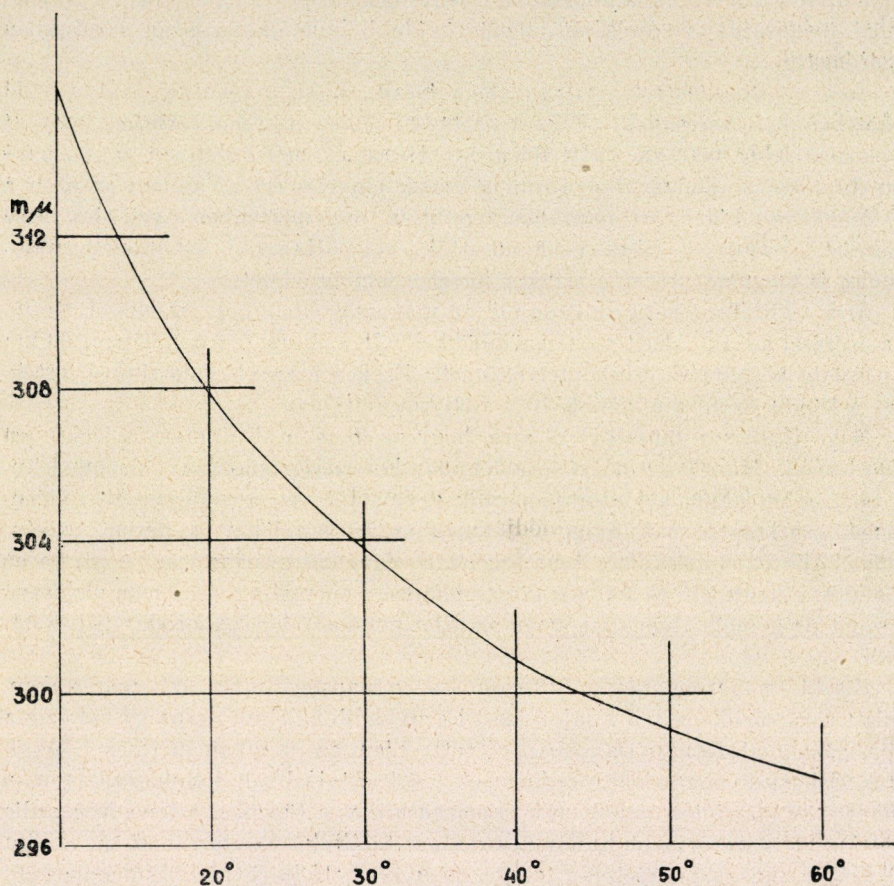
Kisebbségi magasság esetén hosszabb lesz a napsugár útja az ozonrétegben. Emiatt a napszíneképesnek a talajon mért legrövidebb hullámhosszúsága változik a napmagassággal. DORNO Davosban végeztet ebben az irányban méréseket. Az 5. ábrán láthatjuk méréseinek eredményét: a legrövidebb hullámhosszúság napi menetét. A vízszintes tengelyen a napmagasságot, a függőleges tengelyen pedig a talajon mért legrövidebb hullámhosszúságot találjuk. Az ábra tanúsága szerint csökkenő napmagasság esetén a talajon megfigyelhető legrövidebb hullámhosszúság a nagyobb értékek felé tolódik el.

A színeképes a hosszú hullámok oldalán már nem végződik ilyen határozott értéknél. Még mérhető erőssége van a sugárzásnak 5 μ hullámhosszúságnál, de mértek már 15–18 μ hullámhosszúságú sugárzást is. Ebben a tartományban a vízgőz elnyelési sávjai jelentik a napsugár útjának legjelentékenyebb akadályait. A nagy változásokat mutató vízgőztartalom okozza azután azt az ingadozást, amit a színeképes a hosszú hullámok oldalán mutat.

Nagyobb hullámhosszúságú napsugárzást, mint 20 μ még nem észleltek a Földön. Itt azonban nem kell gondolnunk valamely légköri alkotórész erős beavatkozására. A színeképes hosszú hullámú vége felé az energia lassan, fokozatosan, süpped a mérhetőség határa alá. Folytonosságát csak a vízgőz elnyelési sávjai,

tarkítják. Azt a kevés energiát, ami még 20μ -nál hosszabb hullámokban érkezik a légkör határára, a széndioxid és a vízgőz teljesen elnyelik.

A légkör felhőt sem szabad figyelmen kívül hagynunk, ha a nap-sugár útját minden akadályon át követni akarjuk. A légkörben úszó felhők eredetük, kiterjedésük és szerkezetük szerint nagyon különböznek egymástól. A nap-sugár sem egyenlőképen tud rajtuk keresztülhatolni. A vastag rétegfelhők



5. ábra.

teljesen eltakarhatják a Napot és csak kevés, átszűrődő fény jut el a Föld felületére. A vakító fehér kumulusz-tornyok ezzel szemben megnövelhetik a sugárzás erősségét. Az egyenlítő táján, gomolyfelhőkben gazdag ég alatt mértek már erősebb sugárzást is, mint amekkora a légkör határára érkezik.

Messze vezetne azoknak a változatos fényjelenségeknek a leírása, amelyek a légkörben lebegő vízcseppeken, jégkristályokon való törés és visszaverődés által jönnek létre. A szivárvány, a színpompás halo-jelenségek nemcsak a természet szépségeit élvező embert gyönyörködtetik, de a kutatónak is felbecsülhetetlen szolgálatot tesznek. A légkör fényjelenségeinek tanulmányozása közelebb visz

bennünket a légkör megismeréséhez s hasznos eszközzé válik a felhők szerkezetének kutatásánál.

POUILLET első mérése óta 100 év telt el s a sugárzáskutatás 100 évéből 70 évet a napállandó kiszámítására fordítottak. Ez alatt a 70 év alatt a légkör másodrendű szerepet töltött be s a számítások célja a légkör hatásának minél tökéletesebb kiküszöbölése volt. Az utolsó 30 év a sugárzáskutatásban új irányt jelent. A vizsgálatok célja a fényt áteresztő közeg: a levegő lett. A napsugár érzékeny műszernek bizonyult ezekben a vizsgálatokban. Nemcsak az alsóbb légrétegeknek, a felhővnek, sőt nemcsak a 10 km körül kezdődő sztratoszférának megismerésében volt segítségünkre, hanem felbecsülhetetlen szolgálatokat tett azoknak a légköri öveknek kutatásában is, ahová az Ember műszereit felküldeni még nem tudta. Így lett a kezdetben öncélú napsugárzásmérés a légkörtan leg-használhatóbb kutatóeszközevé.

Béll Béla és Takács Lajos.

Ásványgyűjtő úton Felső-Pinzgauban.

A salzburgi tartomány délnyugati része Felső-Pinzgau nyelv módjára ékeződik Tirol és Dél-Tirol közé. E terület a széles Felső-Salzach-völgy, melyet északon lankás dombvidék, a pinzgau „pázsihegyek“, délről a Tauernnek főgerince határol a Reichenspitz-csoporttól a Gross-Glocknerig.

A vidék földtani és kőzettani felépítésével egy alkalommal már foglalkoztam.¹ A Tauernnek ablak módjára helyezkednek el a keletalpesi takaró mészkő keretében. Pinzgau déli határa a főgerincen húzódik. Itt foglalnak helyet a legmagasabb csúcsok: a Dreiherrnspitz, a Venedigerek, a Sonnblick, a Granatspitz stb. A jégkorszakban innen lenyúló gleccserek hatalmas völgyeket vájtak a Salzach-völgy helyét elfoglaló főgleccser felé. E mellékvölgyek, melyekből ma sebesfolyású gleccserpatatok ömlenek a Salzachba, vad szépségükkel nyár idején tömegestül vonzzák a turistákat. Ugyancsak nagy vonzóerőt jelentenek a sziklák közt előforduló érdekes alpesi ásványok.² Az ásványgyűjtő turista, a „Steinsucher“ épp oly megszokott alakja e vidéknek, mint a kis vizes hordóját nyakában cipelő Salzach-halász. E völgyeket több ízben is volt alkalmam végigjárni és ásványlelőhelyeiket felkeresni.

A salzburg-innsbruck-i gyorsvonat Brucknál észak felé fordul és berobog Pinzgau főhelyére, Zell am See-be. Az 1928 óta városnak nyilvánított Zell am See a hasonló nevű tó nyugati partján kis földnyelven épült. Az első település kolostor mellett történt, innen kapta nevét. Az egyre fejlődő idegenforgalom és turisztika, különösen a Grossglockner-műút megnyitása óta hatalmasan fellendítették. Fokozza forgalmát a mellette fekvő langyosvizű tó, mely fürdésre is alkalmas (nyáron 20–25 C⁰-ig is felmelegszik). A tó 4 km hosszú, 1,5 km széles, legnagyobb mélysége 70 méter. Valamikor jóval nagyobb volt. A jégkorszak előtt északon Saalfelden vidékéig, délen Bruck környékéig, a Salzach-völgyben nyugat felé a jelenlegi Niedernsill-ig terjedt. Mai medrét a jégkorszak-

¹ Természettudományi Közlöny Pótfüzetek 1940. ápr.—jún.-i szám.

² Ez ásványlelőhelyek általános ismertetését lásd u. ott.

beli gleccserek morénái és a Salzach hordaléka szorította szűk keretek közé. A Salzach völgyét kitöltő gleccser morénái Saalfelden-ig nyúltak s az itt képződött morénasánc ma is a Saalach és a Salzach között a vízválasztó. Medrének déli részét a Salzach hordaléka töltötte fel, s ma a folyó a tótól délre 2-5 km távolságban folyik. Jelenleg a langyosvízű Thumersbach és Schmittenbach igyekeznek eliszaposítani. A tóvíz feleslegének mesterséges csatornán át vágta lefolyást a Salzach felé.

A Salzach-völgy esése Krimml-től Bruck-ig 56 km hosszúságban igen csekély, emiatt a gyakori áradások Kaprun-Bruck környékét elposványosították. E mocsarakat csak a legutóbbi időkben csapolták le és kiépített partok közé kényszerítették a folyót. A lapos és széles felső Salzach-völgy felszínét ma csak a Tauernből lerohanó hegyipatakok hordaléka igyekszik emelni. A tavat környező hatalmas hegyek nagyszerű keretében a leggyönyörűbb táj a Zelli-tó (1. tábla).

Tőle nyugatra szélesen és lapos egyhangúsággal húzódik a Salzach-völgy. Midőn legelőször végigpillantottam rajta, nyomasztó érzés fogott el. Az idő borús volt, a hóval fedett hegycsúcsokat köd takarta el. A völgyfenék 800 m körüli magasságában alacsonyan kavarogtak a felhőgomolyok s a vízenyős réteken búsan károgtak a varjak. Nálunk novemberben van ilyen idő, itt néha július közepén.

Ez a hangulat fogadott Kaprun-nál, mikor a Krimml felé zakatoló keskeny nyomtávú vonatról leszálltam. Midőn 1939 júniusában másodszer jártam itt, ragyogott az idő, az égen alig lehetett felhőt látni s a jázminvirágtól illatos levegőjű Zell am See-ben a forró napsütéstől olvadt az aszfalt.

Kaprun 763 m magasan fekszik. A kapruni völgy bejáratát mint két hatalmas kapubálvány őrzi a Hoher Tenn és a Kitzsteinhorn. A faluból autóút vezet a Glockner-csoport gleccserei alá a Moser-Bodenre. Gyalogosan félóra alatt érzük el a Tauernnek legszebb és legvadabb szurdokvölgyét, a Siegmund-Thun-Klamm-ot. Szélessége mindössze 3-6 méter, s benne lépcsőzetesen zuhanva, dübörögve rohan a Kapruner-Ache (1. kép). Keskeny híd vezet a vízesések felett, melyen nem járhatunk elfogódottság nélkül. Mennydörgő robaj tölti be a levegőt és saját hangunkat is alig halljuk . . . Az autóútnál bukkanunk ismét a napvilágra. A völgyön felfelé gyalogolva mástól óra alatt érzük el a völgy második nevezetességét a Kesselfall-t. Ez katlanszerű hegyszakadék, melybe 40 m magasról ömlik a Kapruner-Ache vize. Másik oldalán a Zeferetfall zuhog a katlanba. Kanyarogva emelkedő úton jutunk fel a völgy második lépcsőjére a Wasserfall-Boden-re. A növényzet itt már elmaradt, a táj magas-alpesi. Az Orgler-hütte-t és a Rainer-hütte-t elhagyva érzük el a kapruni völgy legfelső lépcsőjét a Moser-Bodent. Hatalmas hegyek emelkednek köröskörül. Legmagasabb a Gr. Wiessbachhorn (3570 m). A hegyek oldaláról jégárak nyulnak le a lápos zöld völgytalajra, melynek végén kagylóalakúan emelkedik a legnagyobb gleccser a Karlinger-Kees. A kapruni völgy ásványlelő-helyekben nagyon szegény.

Kaprunból Uttendorf-ba mentem. Itt nyílik Pinzgau legvadabb, legnagyobb-szerűbb s vízben leggazdagabb völgye, a Stubachtal. A Stubach-völgy egész területe Widrechtshausen-től felfelé természetvédelmi parkká van nyilvánítva.

Meredek falakkal határolt U-keresztmetszetű tipikus gleccservölgy. Több völgylépcsőn hatalmas cirkuszvölgyeket alkot, melyek némelyikében festői tengerszemek, kártavak csillognak. A völgy első és második lépcsőjén át autóbusszal egy óra alatt jutunk fel a harmadik völgylépcsőre az „Enzinger-Boden“-re, ahol hatalmas erőműtelepet építettek a Stubach-zuhatagok energiájának kihasználására. A erőműtelep még nagyobb kifejlesztésén most is dolgoztak a német



1. kép. Részlet a Siegmund-Thun Klammából. (A szerző felvétele.)

mérnökök.¹ Innen a Stubache zuhatagai mellett meredeken emelkedik az út a negyedik völgylépcsőig, a Weissenbach-völgyben zárógáttal felduzzasztott Grünsee-ig (1711 m ; 2. tábla, 1. kép). Pompás látvány fogad. A zöldesen csillogó tó tükrében fordított képét látjuk a felette emelkedő havas csúcsoknak. Az út jellegzetes gleccsertalajon „gömbölyű púpokon“ (Rundhöcker) visz felfelé. A Grünsee felett elmarad a növényzet, egyre több a hó és mindenütt ömlik a víz. Vízésés vízésést követ. Festői vidék. A Französchach-hütte fölött a táj még vadabb, sziklásabb, végül szemünk elé tárul a Stubachtal híres cirkuszvölgye. Ilyen cirkuszvölgyet, mint ismeretes, a fagy és víz együttes munkája hoz létre. Köröskörül leszakadt, meredek sziklafalak között, törmelék halmokon kapaszkodom fölfelé. A cirkuszvölgyből kiérve már hómezőkön folytatom az utat a Rudolfs-hütte felé. Az irányt csak itt-ott kitűzött pirosra festett cölöpök jelzik. Ötórai gyaloglással végre elértem a hóba félig eltemetett Rudolfs-hüttét. Felette emelkedik a híres olivin-lelőhely, a Hoche-Riffel északkeleti nyúlványa, a Totenkopf (3113 m). A lelőhely a szerpentinlelőhelyek csoportjába tartozik.¹ Sajnos meg sem tudtam közelíteni a hatalmas hó miatt. A Rudolfs-hütte alatt terül el a befagyott és hóval fedett Weiss-See (2. tábla, 2. kép). Felette emelkedik a Tauern-Kogel pompás kúpja (2686 m), kissé hátrább ködbe burkolva a Granat-Spitz (3085 m) és nyugaton meredeken a Sonnblick-csúcs (3087 m). Lefelé már könnyebb volt az út, két óra alatt értem el az Enzingerbodent.

Felső-Pinzgau főhelye Mittersill. A Felbertal bejáratánál fekszik. A Felbertal ásványkincsekben szegény völgy. A Grossvenediger-csoport völgyei azonban ásványokban rendkívül gazdagok. A vasút mentén mindenütt dolgoztak a német munkaszolgálat emberei. A pinzgau vasutat széles nyomtávra építik át. Terv szerint Krimml-nél hatalmas alagutat fúrnak Zell am Ziller-ig, így akarnak Zell am See és Innsbruck között közvetlen összeköttetést létesíteni. Az építkezés méreteiben felül fogja múlni Európa legnagyobb alagút-építéseit. Az eddig leghosszabb, körülbelül 20 km-es Simplon alagútnál is hatalmasabb lenne. Ugyanis Krimml-től Zell am Ziller-ig a Gerlos-fensík szélessége körülbelül 25 km.

Mittersill-től Krimml-ig úgyszólván állandóan a Salzach partján megy a vonat. Hollersbach Felső-Pingau egyik legszebb fekvésű falucskája. A Hollersbachtal a Habachtal mellett a vidék ásványlelőhelyekben leggazdagabb völgye. Körülbelül 25 lelőhelyről írták le az ismert alpesi ásványokat. Két nevezetes kontakt-telepe van. Az egyik a Weisseneckerbach mellékágánál a völgy legfelső végén van, sajnos ezt nem volt alkalmam felkeresni.

A másik nevezetes lelőhely a Schwarze-Wand a Scharnkar bejáratánál. A Scharntal a Hollersbach-völgy mellékága, melyen a kis Gruberbach vize folyik végig. Szép fekvése miatt megérdemli, hogy felkeressük. Felső része a vadászház felett a Wildeckkogel és Schafkogel közötti szakadék (2. kép). A Wildeckkogel északnyugati nyúlványa a Schwarze-Wand. E szerpentin szikla sötét színével már messziről magára vonja figyelmünket. A leggazdagabb szerpentin-lelőhelyek egyike, csak a perzselő napsütés mellett is lábam alatt süppedő hó teszi nehézé megközelítését. Kissé feljebb emelkedik a Graukogel

¹ 1939-ben.

² L.: u. ott.

2822 méter magas sötétzöld színű, tömött amfibolit-kúpja. Északi oldalán van a Scharkarscharte hasadéka, mely itt a gerincen át a Habachtal-ba átvivő egyetlen út. Habachtal-i oldalán Legbachscharte néven ismeretes, lefelé a Legbach-szakadékba vezet. A rés csak nyár végén járható, mert északi lejárátát csaknem állandóan hó fedi.

Hollersbachból Mühlbach-on keresztül érjük el a Habach-völgy bejáratát. KÖLBL megállapítása szerint Mühlbach és Krimml között a grauwacke-övhöz tartozó kvarcfillitek a Salzach jobbpartján is megtalálhatók és a mellékvölgyek gerinceinek északi lejtőit alkotják. E fillitek kétségtelenül a keletalpesi takaró-



2. kép. A Scharngraben a Wildeckkogel és a Schafkogel között. (A szerző felvétele.)

hoz tartoznak. E tényből KÖLBL azt a következtetést vonta le, hogy a pennini Tauern-ablak és a keletalpesi keret közt, mint eddig feltették, a Salzach-völgye nem olyan tektonikai határ, hogy ablak-keret jelentősége volna. A Habach-völgy bejáratával szemben állnak az egykori Weierhof vár maradványai. A vár a chiemseei püspök tulajdona volt s faragott szobái ma is láthatók a rom melletti fogadóban.

A Habachtal Pinzgau legszűkebb mellékvölgye. Meredek falakkal határolt gleccservölgy. Lavinamaradványokat, lesodort erdőrészteket, gyökerestől kiforgatott fák tömegét sok helyütt látjuk. Ásványgyűjtők számára jó kiindulási pont az „Alpenrose“ turistaház (1440 m). Most kétemeletes, kényelmesen berendezett szálló, ahol olcsó pénzért kapunk lakást. Az Alpenrosen túl a növényzet elmarad s a völgy kissé szélesebb lesz. A háttérben a Habach-Kees csillog (3. tábla, 1. kép). Felette két szikla emelkedik : a Schwarzkopf (2992 m) és a Kratzenberg (3030 m). Olyan ásványgazdagságot sehol sem tapasztaltam, mint az Alpenrosetől felfelé vezető úton a Grosse Weitalpe alatt. A sziklafalakról vihar alkalmával lezu-

hant tuskók hevernek a havas völgyfenéken. A tuskókon bőven találunk ásványokat. A patak a hó alatt folyik. Kissé feljebb szemünkbe tűnik a 80 m magas sziklafalon lezuhanó Habach-vízesés. Az út a gleccser alatt balra kanyarodik és meredeken megy felfelé a Thüringer-hütte-hez. Feljebb menve jól látjuk, hogy a Habach-vízesés a gleccserjég alól ömlik ki. A Thüringer-hütte 2400 m magasan épült. Itt azelőtt a Habach-hütte állt. Ezt azonban 1914 tavaszán porlavina döntötte romba.

Az „Alpenrose“ felett a völgy mindkét oldalán van egy-egy híres ásványlelőhely. Az egyik a Legbach-szakadék a keleti oldalon, a másik a „Teufelsmühle“



3. kép. A Legbachrinne. A kép bal felső sarkában x-el van megjelölve a smaragdbányászok épülete, a Goldschmidt Hütte. (A szerző felvétele.)

a nyugati oldalon. A Legbach-hasadék legfelső részén vannak a híres smaragdbányák (3. kép). A bányák környékének földtani, kőzettani viszonyaival és ásványaival két dolgozatában LEITMEIER foglalkozott részletesen. E smaragdtelep szintén kontakt-telep, azonban nem a szakadékban lejjebb megtalálható szerpentin, hanem a centralgranit és a Graukogel kőzeteinek kontaktusa hozta létre. A Graukogel, mint LEITMEIER kimutatta, finomszemű, tömött, zöldszerű amfibolit, melyet hosszú ideig szerpentinnek néztek. A bányának négy tárnája közül az alsó és a legfelső beomlott s ma csak az egyikben folytatnak fejtést a „Smaragd A. G. Schaffhausen, Bergbau Habachtal“ emberei. A legnagyobb itt talált kristály 2 cm átmérőjű és 12 cm hosszú volt. A szakadék széltől védett helyén van a bányászok kunyhója, a Goldschmidt-hütte. A Legbach-szakadék felől jól látható a tulsó oldal híres lelőhelye, a Teufelsmühle. Ez hatalmas gleccsermalom a Leiterkogel függőgleccsere alatt. A gleccsermalom feletti embermagas hasadékban találhatók a habachtali szép titanit-kristályok. A

Legbach-szakadékon felfelé indultam a rés felé. Azonban felülről hirtelen vihar tört be, a felhő valósággal lefolyt a szakadékon s percek alatt sűrű ködben találtam magam. Alig tudtam levergődni a síkos talksziklákon a Goldschmidt-Hüttéig. Mikor elcsöndesedett a zivatar, szerencsésen lejutottam az „Alpenrose”-ig azonban másnapra fehér volt a környék a frissen esett hótól.

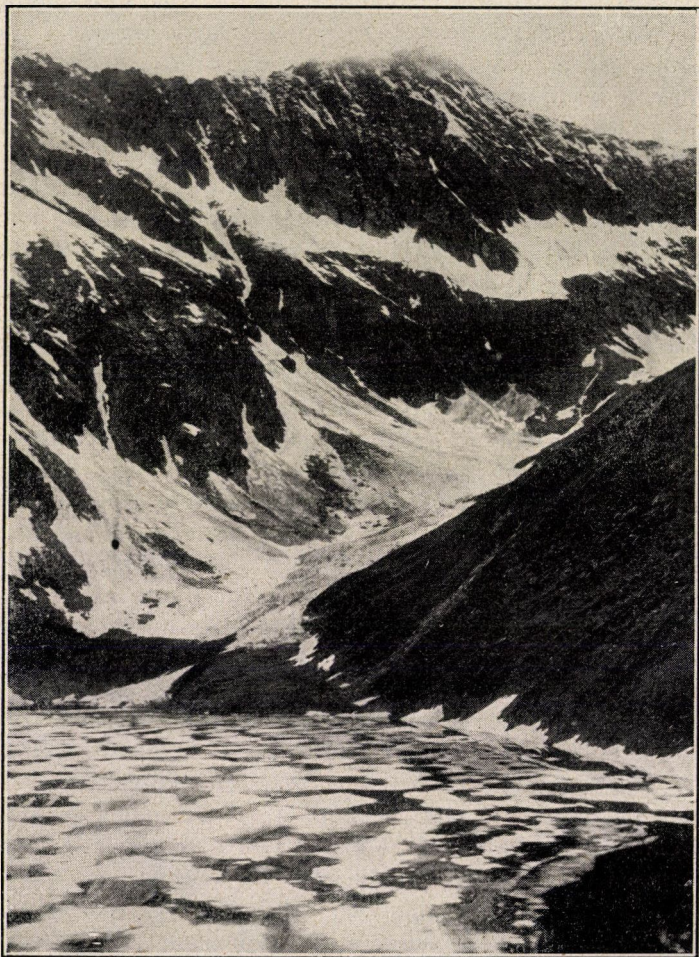
Két napig vártam következő állomáshelyemen. Neukirchen-ben az idő javulására. Neukirchen am Gr. Venediger Felső-Pinzgau egyik legszebb fekvésű helysége. Az északi oldal legmagasabb pontja, a 2222 m magas Wildkogel alatt épült. Közvetlenül vele szemben nyílik a két Sulzbach-völgy. Torkolatukat csak keskeny gerinc választja el. Az innenső Untersulzbachtal, a Habachtal-hoz hasonló szűk völgy. A völgy mélyén a Kleinvenediger csúcsa látszik (3481 m : 3. tábla. 2. kép). A völgy maga meglehetősen magasan, meredek lejtővel torkollik a Salzach-völgybe. A Sulzbach keskeny szakadéokban 50 m-es nagyszerű vízesés alakjában zuhan a mélységbe. A felporzó ködfelhőtől alig lehet látni a zuhatagot, csak feljebből tudjuk szemügyre venni. Egyike az Alpok legszebb vízeséseinek. A patak jobbpartján magasan halad az út egész a Stockeralm-ig. Itt kelet felé fordul a völgy, a Kleinvenediger csúcsát elfedik a sziklák és szemükbe tűnik a Grossvenediger kettős csúcsa, mely erről az oldalról nagyon meredek, csaknem megközelíthetetlen. Az Untersulzbachtal-nak két nevezetes ásványlelőhelye van. Az egyiket mindjárt a völgy elején megtaláljuk, könnyen hozzáférhető helyen, ez a Knappenwand. A világ leghíresebb epidot-lelőhelye. Olyan nagy és szép epidot-kristályokat, amilyenek innen kerültek elő, sehol sem lehet találni. A legnagyobb kristály állítólag 80 cm hosszú volt. A lelőhely felfedezése után megindult rablógazdálkodás teljesen tönkretette. A beomlott tárna felett ijestően ingó sziklák életveszélyessé teszik a hely megközelítését. A másik híres lelőhely az Abichel Alpe berill-lelőhelye a Stockeralm-on túl.

Az Obersulzbachtal az elején meglehetősen szűk. Meredek falak kísérik. A völgy fenekén lavina-omlások nyomait találjuk. Legkeskenyebb helyén kifüggesztett tábla kéri az utast, mondjon rövid imát azért a négy szerencsétlenért, akiket 1935. márciusában itt a meredek falról lezuduló porlavina eltemetett. Feljebb a völgy kiszélesedik, majd a Berndl-Alm-nál szélesebb kitarul. Az Obersulzbachtal Felső-Pinzgau legfestőibb völgye. Vízesésekben, zuhatagokban gazdag. Legszebb vízesése a Gamsegg-vízesés a Berndlalm alatt. Hasonlítható az Untersulzbach vízeséséhez. A turista út a Kürsinger-hütte-hez vezet. Pompás kilátás nyílik innen a Sulzbach-gleccserre, Grossvenedigerre (3660 m) és Grossgeigerre. Az Obersulzbachtal ásványlelőhelyekben nagyon gazdag. Leghíresebb a Seebachkar diopszid-epidot lelőhelye. Meredeken emelkedő turista út vezet a Seebach-tóhoz (2071 m), de megéri a fáradságot. Felülről szemünk elé tárul az egész völgy s a végén fehéren világít a Grossgeiger kúpja (3365 m), mellette a három Maurer-Keeskopf (4. tábla. 1. kép). Az út a Seebach-tó vizét levezető patak vízesései mellett visz tovább. A patak vize a völgy peremét elérve több mint 500 m magasságból ömlik a Sulzbachba. Ez a Seebach-vízesés.

A Seebach-tó hatalmas sziklafalakkal körülzárt tengerszem, típusos kártó. (4. kép). A hely elhagyatott és rideg, szinte félelmetes. A tó színén jégtáblák úsztak, a tó északnyugati sarkában a Seebachgrabent (a lelőhely) még hó takarta, a közelben átszálló repülőgépek zúgását a meredek sziklafalak sokszorosán adták

vissza, mintha hatalmas orgona szólalt volna meg. A tuloldalalon levált szikla-
darab mennydörgő robajjal zuhant a tóba és nyugat felől viharfelhők tornyosul-
tak. Sietve indultam visszafelé, de későn. Megeredt a zápor. A borsó nagyságú
jégszemek fájdalmasan csapkodták arcomat, villám villámot követ. A félelem
lépteimet meggyorsította, mégis mire a patakra vált úton a völgyet elértem,
szó szerinti értelemben bőrig áztam.

A pinzgauti helyi érdekű vasút utolsó állomása Krimml. A falu valamivel
feljebb 1067 m magasán épült. Itt végződik a Salzach-völgy. Híres látványossága
az Alpok legnagyobb vízése a Krimml-i vízés. A Krimml-i alsó vízés a Salzach
eredése, ugyanis a vízések felett a patakot már Krimmler-Ache-nak
hívják. A bővizű patak 450 m-es esési magassággal három nagy és több kisebb
vízés alakjában éri el a völgy fenekét. A legelső vízés 140 m magas. Fele



4. kép. A Seebachsee a Seebachgrabennel. (A szerző felvétele.)

úton meredeken eléje nyúló gneissziclák derékszögben balfelé kényszerítik. Zúgása betölti a völgyet s a lezuhanó víztömeg hatalmas ködfelhővé porlik, melyen napsütésben szivárvány tündököl. A vízesések fölé több helyütt vannak kilátók építve, ezekre azonban csak esőköpenyben célszerű kimenni, mert a vízesés permete eső módjára hull a környékre. A második vízesés kissé feljebb van, 80 m-es az esése. Mellette hatalmas „Rundhöcker“-ek láthatók, tanúi a jégkorszakban itt elhúzódó gleccsernek. Legnagyobb és legszebb a felső vízesés. 150 m magasból mennydörögve ömlik a hatalmas víztömeg a mélybe (4. tábla, 2. kép). Már messziről hallani vonatrobogáshoz hasonló zaját. Felette kettészakad az út. Az egyik a föléje épített kis hídon a régi Tauern-útban folytatódik, a másik a patak mentén a Krimml-völgybe visz, mely itt meglehetősen keskeny, a Söllen-Alm alatt azonban szélesen kitér. A patak folyása egészen lassú lesz, esése alig van s két ágra szakadva kis szigetet alkot. A völgy végén a Dreiherrnspitze csoportja fehérlik (3498 m). Ásványtani szempontból a völgy legnagyobb nevezetessége a Söllngraben hegyszakadéka. Meredek hegyomlásokon, úttalan utakon érünk fel ide. Diopszidot, epidotot, fehér hegyibőrbe beágyazott víztiszta 6–8 cm-es scheeliteket találtak itt. Származástaniilag szorosan összefügg a Sulzbach-völgyek epidotlelőhelyeivel. A Söllnkar a Seebachkar fölött emelkedő gerinc tulsó oldalán foglal helyet. Sajnos, a lelőhelyet még részben hó takarta, s a világoszöld epidozit-sziclákon ömlött a víz. Közeliében azonban a legérdekesebb kontaktkőzetek találhatók: csomóspalák, foltospalák stb. A Söllngrabenből nagyszerű kilátás nyílik a Reichenspitze-csoportra (3303 m) és a Zillertali-Alpok felé.

Utamnak végére értem. Verőfényes reggel indultam haza. Szemem előtt még egyszer felsorakoztak a völgyek, a havas csúcsok, még egyszer szívtam Zell am See balsamos levegőjét. Azután tovább robogott a gyorsvonat a gasteini völgyön délfelé. Elsuhant előttünk Hofgastein bájos látképe, megnéztem Badgastein hatalmas szállodáit és vízesését. A Tauern-alagúton túl a kies Mölltal festői várkastélyaival és romjaival, a vadregényes Dráva-völgy áomképek módjára tűntek tova. Ahogy a Tauern-vasút lassan ereszkedik lefelé, a levegő egyre melegebb s mikor késő este megérkeztem Veldenbe, langyos nyári éj fogadott. A Wörthi-tó vizében sejtelmesen csillogott a parti lámpák fénye és a „Schloss-Velden“ tóparti terraszáról halk zeneszó foszlányait hozta felém az enyhe esti szél.

Dr. Erdélyi János.

A kajsziabarackfa gutaütéséről.

A kajsziabarackfa (*Prunus armeniaca*) Ázsia mérsékelt égövében, Kis-Ázsiától Mandzsuriaig vadon fordul elő. Ös eredetű származási helyei, az úgynevezett génközpontok, a Tiensán-hegység nyugati és keleti részében vannak. A Namangan-hegységben kiterjedt kajszi-erdőségek ismeretesek. Rokonfajok Ázsiában a *Prunus sibirica*, a *P. mandzurica*, *P. mume*, *P. ansu* és *P. Davidi-*

ana. Ezek inkább a fagyállóságra és gombaellenállóságra törekvő nemesítőt érdeklik.

A kajsziabarackfa Kínában már századokkal ezelőtt a miveleti növények közé tartozott. Innen került Örményországon át a Balkán és Olaszország közvetítésével Közép-Európába.

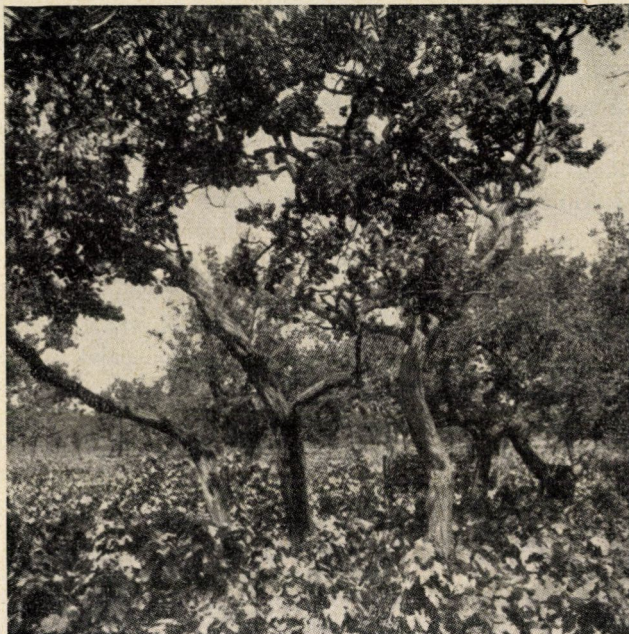
A Magyar kajszi, régebbi nevén „Magyar Legjobb kajszi“ a *Prunus*



armeniaca var. *communis*hoz sorolják. Gyümölse nagy, gömbölyű, narancs-sárga, pirosan pontozott, erősen pirosodó, leve dús, húsa sárga, íze édes, amellet kissé savanykás, magja keserű.

Alföldünkön a gyümölcsfákat túlnyomórészt szőlővel keverten ültetik. Régebben a magától kelő vadkajszi, vagy még inkább szilvacsemétét helyben szemezték, illetőleg oltották. Az

Az évenként kiültetett fák száma tekintélyes. Kecskeméten pl. az 1935. évben mintegy 30.000 kajszifát ültettek el és a rákövetkező 1936-ban újra ugyanannyit. Sajnos, ezek közül kevés ér el magas kort. A kecskeméti Kisznyíren panaszkodtak el egy ízben, hogy kiültetett 300 fa közül a negyedik évre már csak 17 maradt meg, a többit elvitte a „gutaütés“.



1. kép. Kajsziarakfák szilvaalanyon a kecskeméti „Mária-hegy“-szőlőben.

sem ritkaság, hogy a szilvafák gyökérsarjaiból fejlődő hajtások, az úgynevezett „susnyók“, vagy „sutnyák“ kerültek beszemzésre. Ez a körülmény is hozzájárul ahhoz, hogy az alföldi szőlőkben a fák helye rendszertelen, az öregebb szőlők valóságos őserdőkre emlékeztetnek. Kivételesen évszázados korú, terebélyes fák is akadnak. Ókésckén, közel a Tiszához nagyszám-ban találunk időskorú, nemes kajszifákat, de az ilyen kivételek inkább rámutatnak arra a szomorú körülményre, hogy a legtöbb fa rövidéletű.

Hazánk lényegesen növelni tudná kajszikivitelét, ha a kiültetett fák nagy része nem pusztulna el oly korán.

Ez a baj nem magyar különlegesség. Kajszifák hirtelen pusztulását régtől fogva ismerik Franciaország déli részén és Kaliforniában. Ugyancsak gutaütés-szerű pusztulás tett kárt egyidőben Kaliforniában „Ageni“ fajtájú szilvában. Németországban cseresznyefák tömeges pusztulását a talajvízszint süllyedésével tudják megmagyarázni: a fa ennek folytán aránylag túlszárazra kerül.

A kajszii gutaütése abban nyilvánul, hogy az egész koronán, vagy csak némely ágán a levelek 1–2 nap alatt hirtelen elfonnyadnak, anélkül, hogy megsárgulnának. A kéreg bizonyos helyein mézga szívárog ki. A gutaütés-

szerű pusztulás egy másik esete, midőn a levelek apróbbak, nem egész zöldek, hamvas fakók. Ez előjele a közeli ellankadásnak. Az ág elszárad.

Egy régi nézet szerint a gutaütést közvetlenül a mézgásodás okozta eltömődés idézi elő. A kóros mézgaképződést fagyra, kedvezőtlen talajviszonyokra, meg nem felelő alanyra, sebzésekre, valamint a levéllikasztó és moniliagombákra vezették vissza.

Fagykárrok elhárítására ajánlatos, hogy fagyveszélyes helyeket a telepítésből kizárjunk. Sokan nagyon fontosnak tartják a törzsnek bekötözés, illetőleg bemeszelés által való védelmét. Hogy ez az eljárás hatásos-e, arra nézve meggyőző bizonyítékok a mai napig hiányoznak.

Kedvezőtlen a kajszibarackfa fejlődésére, ha a talajvíz állása magas. A levegőigényes gyökérzet ily helyen nem talál kedvező feltételekre: a fa klorotizál, sinylődik, rövidéletű.

Igen nagy a talaj szerepe. A pusztulások egy része összefüggésbe hozható a talaj rejtett sziktermészetével. Szakszerű talajvizsgálat az ilyen hibás telepítést meggátolhatja.

A szőlőtelepítés úttörői az alföldi gyümölcsösöket is a hősieken meghódított homoktengerre ültették. Nem igen szorúl bizonyításra, hogy ez a homok sokhelyütt sovány. Gyakran kimutatták fogyatékoságát a gyümölcstermesztésben oly fontos káliumban. Sajnos, ennek pótlása nem oly könnyű feladat, mint a talajban gyorsan lehatoló nitrogéné. Sok csalódás erre a körülményre vezethető vissza. Az ilyencélű műtrágyázás annál kevésbbé járhat teljes sikerrel, mert az alföldi homokterület elsőleges hibája annak humuszzegénysége. A humusz bő tárháza a szerves és szervetlen hatóanyagoknak. Mindenekelőtt azonban nem ismerjük a kajszibarackfa különleges táplálkozási igényeit.

Gyakran fagyfoltok, a *Clasterosporium carpophilum* és a *Monilia* élőködő gombák által okozott sebek bontják meg a törzs folytonosságát. Az ilyen fogyatékoságok terjedését a kertész éles kése és a gondos sebzéssel tudja megakadályozni.

Nagy a jelentősége az alany megválasztásának. Nem tekintve azt, hogy pl. a vadkajszigyökérzetnek más a levegősziüksége és egyéb talajigénye, mint a különböző szilváknek, kétségtelen, hogy fennállnak szívőerőkülönbségek. Általában a szilvák szívőereje — ezzel szárazságtűrése — nagyobb, mint magáé a rájukoltott kajszibaracké.

A gutaütésre vonatkozó panaszok az utóbbi évtizedekben sokasodtak, amit



2. kép. Öntözött kajszigyümölcsös Kecskeméten. Elöl a szivattyú-gépház, mögötte öntözőcsatornák. Rendszeres talajforgatás, gyomirtás, trágyázás, öntözés és enyhe metszés útján ebben a gyümölcsösben a kajszipusztulás csekély és 1940-ben sem haladta meg a 2%-ot. ↓

sokan azzal hoznak összefüggésbe, hogy a gazda nem maga oltogatja helyben fáját, hanem a faiskolától készen kapja az oltványokat. Általános tapasztalat szerint a mirobolánszilva nem a legalkalmasabb kajszialany. A gyors eredményre törő faiskolai üzem mégis többen szemzett mirobolán-alanyú kajsziooltványokat hoz forgalomba. Kertészek gyökérnyakba való szemzésnél előnyösebbnek tartják a csemete koronájába való szemzést. Jó a vörösszilva-alany.

Kertészek jónak tartják a kajszialany korai pusztulásának a megakadályozására az úgynevezett közbeoltást, vagyis megfelelő (pl. Korai Zöldringló, Victoria, Löweni szép) szilvaféleségek



3. kép. Évszázados kajszibarackfa Inárcson (Pest m.). Évenként négy métermázsá gyümölcsöt terem.



4. kép. Lankadó levélzetű kajszibarackfa, a törzsön kiterjedt kéreghibával a délnyugati oldalon (fagyfolt).

közbeiktatását a vadkajszi gyökérszet és a nemes korona közé.

Hátrányos a kajszi barackfa fejlődésére és a fa élettartamára, ha a talajt nem gondozzák, az őszi talajforgatáson kívül a gyomirtást elmulasztják, vagy még inkább, ha a fák közeit gypnek hagyják meg.

Sokan fontosnak tartják, legalább az első hét évben a korona erőteljes, vagy legalább gyenge metszését, egyes ágak tőből való eltávolítását. Ez megakadályozza, hogy a lombzat nagy terjedelme a gyökérszet vízszállító képességét túlságosan próbára tegye. arányosságot hoz be a vízfelvétel és a vízpárolgatás egyensúlyi viszonyába.

Érdekes módja a gutaütés határán álló fa megmentésének a sebészeti beavatkozás. A veszélyeztetett koronaszemek erőteljes visszavágása, más néven ifjítása révén állítólag a fa sok esetben még megmenthető, különösen, ha egyidejűleg a talajt vízzel áraszttják el.

Akadnak ugyan fasebészek, akik az úgynevezett köpülést tartják mentésre alkalmas eljárásnak. Ez abból áll, hogy májusban a fa kérgén, csavarmenes irányban több, 12 cm hosszú, függőleges bemetszést ejtenek. A keletkező sebszövet a törzs erőteljesebb vastagodását teszi lehetővé. Az ilyen fa állítólag kevésbé pusztul.

A kajszi gutaütés egyik, nálunk csak újabban felismert alakja a *verticilliumos gutaütés*.

A *Verticillium albo-atrum* élősködő gomba hirhedt arról, hogy számos lágyszárú és fásnövény hirtelen hervadását, fokozatos leszáradását okozza. A kórtanban ilyen esetben fertőző hervadásról szokás beszélni. A növénytermesztő előtt ez a gomba sohasem jelenik meg „penész” alakjában. Kizárólag mikroszkóp alatt, valamint laboratóriumi tiszta tenyészetben válik láthatóvá. Tulajdonképp talajlakó-szervezet és gyökereken, sebekben át, különösen a talajjal érintkező sebhelyeken keresztül fertőz. Az egész mérsékelt égöv lakója, legkedvezőbb hőmérséklete 22 fok.

Mint a burgonya gyűrűsbetegségének egyik okozója, érzékeny gazdasági

károkat okoz. Nálunk burgonyán kívül paprikából közölték, azonkívül dísnövényekből és az *Acer negundoból* ismeretes. Általában azonban sokkal több: mintegy 150 féle növényben képes megélni. Hollandiában cseresznyefákban tesz nagy kárt.

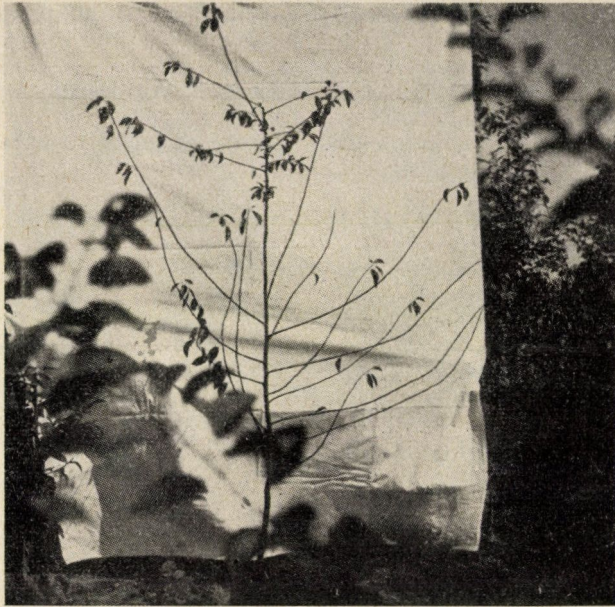
Jellegzetes, hogy a *Verticillium albo-atrum* gomba szálai a szár vezető



5. kép. *Verticillium* beteg faiskolai vadkajszi csemete. Csúcsa felé a levélzet ritka, az oldalhajtások lehervadnak.

részeiben, a farészeknek vízszállító csövecskéiben terjednek. Mivel útját rendszeren mézgaszerű anyag kiválasztása kíséri, jelenlétét hervadó növényekben a szár farészének barnulása árulja el. Fertőzött farész sejtjeiben sok a szomszédos sejtekből betűródő hólyagsejt (thylla). Burgonya és *Chrysanthemum indicum* szárában is barnulásokat mutatják meg a fertőző penész helyét.

Tévedés volna a hervadás keletkezéséről azt hinni, hogy maguknak a gomba szálainak, vagy a mézgaanyagának eltömítése állja el a felszálló víz-áram útját. Nem csupán ilyen eldugu-



6. kép. *Verticillium* beteg faiskolai mirabolánszilva. Időelőtti lombhullás, egyes levelek féloldalas sárgulása tűnt fel.



7. kép. *Verticillium alboatrum* okozta barna csíkok a hosszmetseten, barna pontok a keresztmetseten. Faiskolai csemeték.

lásról van szó! Ha vágott virágot, leveles hajtást oly vízbe állítunk, melyben a gomba váladékanyagai vannak feloldva, hamarosan hervadni kezdenek. Ez arra mutat, hogy a gomba nedvei is ártalmasak. A pontos magyarázat még hiányzik. Lehet, hogy a nedvek oxigént elvonó (redukáló) termeszete játszik közre, mások enzimhatásra vagy mérgező toxinra gondolnak.

Annyit el kell fogadnunk, hogy a gomba távolbáhat és az előtte, útjában álló sejteket megbarnítja, előli, mielőtt azokba behatolna. A fertőzött részek nem képesek a korona vízellátását kifogástalanul biztosítani. Hűvös időben még nem ütközik ki annyira a kedvezőtlen hatás. Fokozott vízpárolgás esetén azonban hamar kitűnik a hiányos működés és ennek folytán lankadás áll be. Mielőtt a gomba a kambiumig ér, beáll a katasztrófa. Lehetséges, hogy ez a gomba végzetesen kihat már a fertőzés évében, de az is lehet, hogy a fában lassan halad előre, aminek éveig tartó sínylődés a következménye.

Franciaországban a Rhône völgyében, továbbá Kaliforniában régen ki-

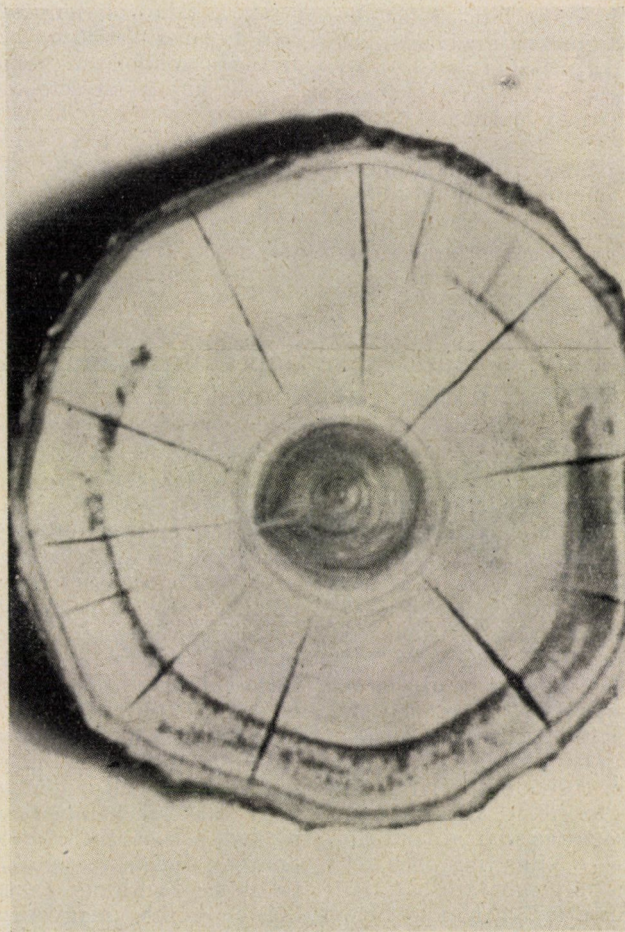
mutatták, hogy a kajszi gutaütésében a *Verticillium alboatrum* gombának nem csekély szerepe van.

Egy kecskeméti kertészetben 1940. augusztus 24-én volt megfigyelhető, hogy vadkajszi csemeték csúcsa lehervadtt, vagy a csúcás alatt a levelek ritkák, az oldalsó hajtások fokozatosan hervadnak és leszáradnak. Két hónap alatt a leszáradás a csúcstól lefelé mintegy 35 centiméternyire terjedt. Beteg fákon sok esetben az oldalhajtások csenevészek, a hajtások rövidebbek, zsúfoltak, a levelek kisebbek.

A beteg csemete farészében számos hosszanti barna csík, esetleg az egész féloldal barnulása árulja el a kóros állapotot.

Ugyanabban a kertészetben egyes (be nem szemzett) mirobolánszilva csemeték azzal tűntek fel, hogy lombjuk idő előtt lepergett, csak a hajtás végén maradt meg néhány levél. Az ilyen miroboláncsemeték belül ugyancsak barnulást mutattak a farészben.

1940-ben, október folyamán, a szolnokmegyei Pusztapón számos fát távolítottak el gutaütés miatt. Ebben



8. kép. A pusztapói fa nyolcadik évgűrűjének barnult íve mutatja a féloldalas megbetegedést. Középen az első évek fája ugyancsak a gombától beteg és nem tévesztendő össze más fák rendes gesztjével.

a gyümölcsösben kiválasztottunk egy nyolc éves fát, mely látszólag kifogástalan lombzatú, ép törzsű, idegen szervezetektől mentes volt, mégis a korona egyik felén ritkább levélzetével és halványabb színével gyanút keltett, hogy jövőre pusztulása várható. Belsejében féloldalas gyűrűs barnulást mutatott, a laboratóriumban pedig a barnult gyűrűben következetesen és kizárólagosan a hervadástartozó *Verticillium albo-atrum* volt kimutatható.

A verticilliumos fertőzés alkalmas magyarázat a gutaütés olyan eseteire, mikor éptörzsű kajsziák, minden külső látható ok nélkül hirtelen elpusztulnak. Az is érthető, ha fapusztulás esetén a sarjadzó természetű szilvaalanyok számos gyökérhajtással árulják el, hogy a gyökérszövet nem esett áldozatul, vagy hogy csak részben esett áldozatul a gombának.

Kimutatták, hogy egyoldalú nitrogénhatásra a gomba szálai dúsabban fejlődnek, sokkal több vízszállító faszövetet (tracheidát) töltenek meg: a

betegség súlyosabb. Másrészt bizonyos fokú kigyógyulás is lehetséges.

A verticilliumos gutaütés felismerése több új szempontot vet fel és több régi tanácsot erősít meg a gutaütés elhárításában.

Első követelmény, hogy a faiskolából kikerülő oltványok a *Verticillium*-tól mentesek legyenek, a kórokozót még rejtett alakban se hordozzák magukban. Különösen fontos a sebek gondos elzárása, főleg a talaj közelében. Nem kívánatos köztes növény a kajszi gyümölcsösben a burgonya, a paradicsom, a paprika és más *Verticilliumra* hajlamos növények.

De az alanyok tenyész kiválasztásában a nemesítő sem mellőzheti a talajfertőzés gondolatát. Sajnos, ellenálló törzsek kitenyésztésére kevés a kilátás, minthogy a *Verticillium* gomba nem tanúsít különleges fajtaalkalmazkodást, sőt ellenkezően, arról nevezetes, hogy válogatás nélkül fertőzi a legkülönbözőbb növényeket.

Dr. Husz Béla.

A bebalzsamozás fejlődése és alkalmazásának módszerei a régi egyiptomiaknál.

Az új kőkorszaknak késői, már magasabb fejlődési fokán, Észak-Afrikától kezdve, Elő-Ázsián, Indián, Dél-Kínán, az ausztráliai szigetengeren keresztül egészen Mexikóig és Peruig egy hatalmas és leginkább barnabőrű néprétegtől hordozott kultúrkör alakult ki. Ezt az egyetemes kultúrát a heliolitnak nevezett kultúrával összefüggően egy ősrégi és igen érdekes temetkezési szokás: a halottak bebalzsamozása jellemzi, melyet SMITH szerint a heliolit kultúra ősházájában, Egyiptomban fejlesztettek a legnagyobb tökélyre.

Előre kell azonban bocátanunk, hogy a bebalzsamozás szokásának tökéletes kifejlődését a Nilus völgyében két, időben mondhatni meghatározhatatlan időszak előzi meg, mellyel kapcsolatban balzsamozásról beszélni még egyáltalában nem lehet, sőt igen valószínű, hogy e korszakok közül a régebbiben eltemetett hulláknak az egyiptomiakhoz

semmi közük. Találtak ugyanis a Nilushoz közel, a nedves, iszapos talajban számtalan olyan sírt, melyben a halottak csontmaradványai a jellemző kőkorszakbeli sírok halottaihoz hasonlóan, oldalvást, zsugorított helyzetben feküdtek. E tetemek mellől tömérdek agyagkorsó és cseréptál került felszínre, bizonyítékául ama kezdetleges animisztikus vallási felfogásnak, mely a halottban az élőtől különvált, hosszú időre lepihenő „alvót“ látta, akinek a sírban való „továbbélésnél“ ételre és italra is szüksége van. A legkülönösebb azonban, hogy ezen ősrégi emberi csontmaradványokat sok esetben anatómiai szempontból meglehetősen hiányosaknak találták. FLINDERS PETRIE ennek a körülménynek magyarázatát abban látja, hogy a hátramaradottak halottjaikat feldarabolták és az egyes részeket, az ú. n. kannibalizmusnak hódolva, „tisztelettel meg is ették“, azt remél-

vén, hogy ezzel a vallási aktussal megszerezhetik az elhúnyt erejét, kiváló tulajdonságait és erényeit.

Az is kétségtelen, hogy a holttestek ezekben a kezdetleges sírokban gyorsan elrothadtak, elpusztultak, s ha valaki ilyfajta sirt később véletlenül kiásott, csupán az elmúlást hirdető, szétesett csontmaradványokat találta meg.

Ámde a kulturális fejlődés rohamos kibontakozását a folyamvölgyben a kezdetleges temetkezési szokások gyökeres megváltoztatása is nyomom követte; a sivatagi homok és a termékeny iszap örökös küzdelme, az évenként megisméltendő jótékony áradás és az általa bekövetkező „újjaéledés“, a nap természetfölötti, életrekeltő erejének érzete, naponkénti „halála“ és „feltámadása“, mind olyan természeti jelenségek voltak, melyek a halál utáni továbbélésben való hitet már igen korán felébresztették. Ennek következményképpen a második időszakban már a sírok is közelebb kerülnek a szárazabbtalajú sivatagi területekhez, a hullák zsugorított helyzete is mindinkább nyújtott lesz, a holttesteket már gyékénykötegekbe, vagy állatbőrökbe burkolják, s többnyire kelet felé fordítva fektetik a sírgödörbe. E meghatározott fektetési módnak, a napkultusz kifejlődésének hajnalán már kimondottan vallási jelentősége van. A halottaknak Kelet felé kell tekinteniök, arra a helyre, ahol az este elhúnyó, „öreg“ nap reggelre kelve „fiatalon újjászületik, feltámad“. Egy időben az ősi kannibalizmus és a tetemek feldarabolása lassan-lassan teljesen megszűnik és ezeknek a bizarr temetkezési szokásoknak halvány emléke is csak egyes halotti imák később mindinkább érthetlenné váló szövegeiben marad fenn, melyekben a hozzátartozók az elhúnyt testrészeinek „összefűződéséért és fejének a törzshöz való összeillesztéséért“ könyörögnek. A későbbi korokban, amidőn a halottakat mumifikálják, a régi temetési szokások annyira feledésbe mennek, hogy a különös halotti imáknak hozzák összefüggésbe, mely OZIRISznak, a mitológia szerint egykoron földi ember-

ként élt ősegyiptomi isten holttestének feldarabolásáról szól. Bizonyos azonban, hogy elsősorban a halál utáni továbbélésbe vetett hit megerősödésének és további kifejlődésének kell tekintenünk azokat a vallási alapon előtérbenyomuló törekvéseket, melyek már irtózáttal fordulnak el a holttestek megcsontkításától s a testnek valóságos értelemben vett, húsból és vérből való feltámadásának elgondolásától támogatva igen korán, mondhatni már a történelmi idők kezdetén teremtik meg a bebalzsamozás alkalmazását és annak gyakorlati módszereit.

A bebalzsamozás ténye tehát kizáróan a holttesteknek a halál utáni „örök élet“-re való átmentését, vagyis a „feltámadás“-ra való előkészítését célozta. Az igazi feltámadás és azáltal az örök élet az egyiptomiak felfogása szerint csak akkor következhetik be, ha a lélek (Ba) az érintetlenül fenntartott, illetve fennmaradt testbe (Ka) visszatérhet.

Nem is kell tehát csodálkoznunk azon, ha a holttestek konzerválása a Nilusvölgyben évezredek tapasztalatai alapján a maga nemében valóságos művészetté fejlődött és ebben kétségtelenül a hullák fennmaradását elősegítő éghajlati és rendkívül kedvező talajviszonyok voltak az egyiptomiak tanítómesterei. Egyiptom levegőjének állandó és egyenletes szárazsága, a talaj tökéletes nedvességmentessége természetes megátalója a rothadási folyamat megindulásának. Magának a forró homoknak (— melyben egy arasznyira már keményre fő a tojás —) meg van az a különös sajátsága, hogy a beletemetett holttesteket minden előzetes mesterséges kikészítés nélkül is kőkeményre aszalja és azoknak eredeti alakját elpusztulás nélkül fenntartja, megőrzi. A kezdetleges, történelemelőtti korból származó sírok egy némelyikében is találtak tetemeket kitűnő állapotban, de anélkül természetesen, hogy eltemetésüknél még fa-, vagy kőkoporsót használtak volna. Egyes helyeken pedig a sivatagi homokot beborító szikSORÉTEG ezeket a történelemelőtti holttesteket oly csodálatos módon konzerválta, hogy a teljesen bebalzsamozatlan halottaknak

izomzata, bőre, sőt hajzata is épségben megmaradt.

Noha a mesterséges bebalzsamozási eljárás már az első egyiptomi dinasztiák alatt (MAHLER szerint Kr. e. kb. 3500 évvel) megindult, bizonyos tökélyre csak a IV. és V-ik dinasztiák, tehát a piramisépítő fáraók korában (Kr. e. 3100—2800 közötti időben) emelkedett.

A legújabb tudományos múmia-boncolások bizonyítják, hogy később a bebalzsamozás módja korok szerint változott és csodálatosképpen a tökéletes kifejlődés korából is maradtak fenn olyan királyi temetek, melyek a mumifikálás szempontjából egyáltalában nem nevezhetők sikerült példányoknak.

Magáról a bebalzsamozásról az eredeti egyiptomi feliratos- és papirusz-emlékek érdemlegeset alig említenek. Amit belőlük megtudunk, az nagyon keveset gyarapítja a holttestek mesterséges fenntartásáról tudott eddigi ismereteinket. Nagyonbbrészt mind vallásos szövegek, melyek a halotti ceremóniákat végző papság szertartásainak előtűnk alig érthető rituáléira vonatkoznak. E szövegekből kitűnik, hogy az egyiptomi balzsamozók isteni tanító-mestere ANPU (ANUBIS) volt, a halottak földi birodalmának, a temetőknek ura, akit az éjjel sötétjében a sírok körül ólálkodó és titokzatos életű szent állata után sakálfejjel ábrázoltak. A monda szerint az orvul meggyilkolt és SZÉT által feldarabolt OZIRISZ tetemet RÁ isten parancsára ANUBISZ állította össze, balzsamozta be és csavarta múmiapólyába, miként azt az egyiptomiak halottaikkal tették. ANUBISZ isten különös mellékeve egyiptomi nyelven *i m j - w t* (ami-ut) volt, melynek szó szerinti jelentése: „a z U t - b e l i“. Ez az elnevezés a tudósok körében sok fejtörést okozott. Eleinte egy titokzatos és nem is földi értelemben vett város, vagy helység megjelölésére gondoltak. Minthogy azonban az *u t* szó már az ősrégi, ú. n. piramisszövegekben is a „begöngyölni, becsavarni, beburkolni“ igéknek felel meg, a későbbi eredetű Halottak könyvében pedig ez a szó a bebalzsamozási eljárásnál alkalmazott múmiaburko-

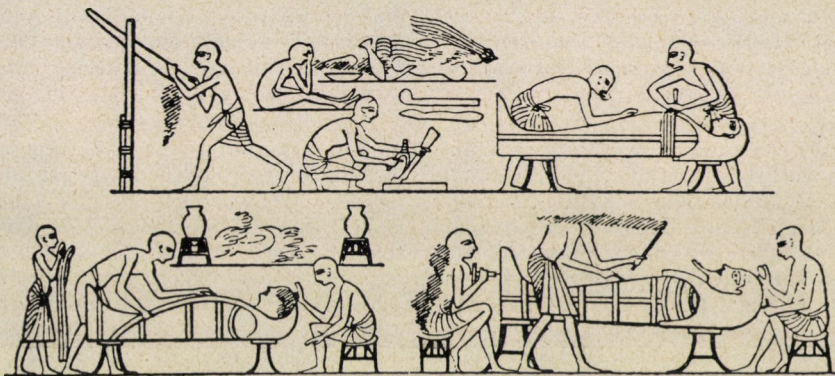
lasi műveletet, illetve magát a múmiákat beburkoló vázsongöngyöletet jelenti, nem maradt kétség a felől, hogy az isten melléknevében szereplő *U t* szó a bebalzsamozó helyiségek elnevezése lehetett, melyet az egyiptomiak később az *w c b t* (uabet) szóval a „tisztaság csarnokai“ néven jelöltek. A balzsamozó helyiségek rendszerint a városok külső negyedeiben, többnyire pedig a temetők közelében épültek. Ezekben végezték az ú. n. utik, azaz „balzsamozók“ a kherhebek felügyelete mellett — akik papi hivatásukon felül egyúttal orvosok is voltak — a hullák mesterséges kikészítésének „tisztátalan“ munkáját, melyre született egyiptomi vallási felfogásánál fogva aligha vállalkozhatott. „A bebalzsamozónak bűzősek az ujjai“ — olvassuk egy régi papiruszban — „ruhájából hullaszag árad. Még a hozzátartozók is elkerülik. Egész nap (különféle) füvek összevágásával van elfoglalva“ (melyek a bebalzsamozáshoz szükségesek). Itt, sajnos megszakad az ősrégi írásszöveg folytatása, de a megmaradt néhány szóból is arra következtethetünk, hogy a bebalzsamozás mestersége nem örvendett valami közkedveltségnek a régi Egyiptomban. A balzsamozók különben a későbbi feljegyzések szerint valamilyen bevándorolt néptörzs leszármazottai voltak. Egytől-egyik óriástermetű, szikár emberek. Többen úgy vélik, hogy a délkelet-palesztinai refeasok (rephaim), vagy az anákok (óriások) nemzetségéből kerültek ki. EBERS a balzsamozókat kolchitáknak, vagy pastophoroknak nevezi és BRUGSCHAL egyetértően azt gondolja, hogy egy kaukázusi barbár népfajhoz tartoztak.

A kolchiták Egyiptom fővárosában, Tébában, a Nilus nyugati partján, teljesen elkülönített városnegyedben laktak, a mai Medinet-Habu, Deir-el-Medineh és Qasr-el-aguz helyén, melyet egyiptomi nyelven *aatamt-nak*, vagyis a „begöngyölés helység“ -ének nevezték. Görök kútfők szerint a bebalzsamozóknak *μοῦνοι, ταβιχεῖται, τεχνίται* volt a nevük, akik a szó szerinti vett balzsamozáson kívül, a koporsókészítést, a „sírlakások“ bűtorberendezéseinek elkészítését és a temetések meg-

rendezését is iparszerűen űzték. A bebalzsamozás korántsem volt olcsó mulatság! Diodorus szerint egy múmia elsőosztályú kikészítése egy talentum ezüstbe (mai értelemben kb. 5000 aranypengő), másodosztályú kikészítés 20 mina ezüstbe (kb. 1200 a. pengő), míg a harmadosztályú a kialakított összegbe került. (1. kép.)

A holttest kikészítésének első művelete a görög írók szerint az ú. n. bemetszés (ή εντομή) volt. A haláleset helyéhez legközelebb eső templomi szentély írnoka jelölte meg a hullán

nya alsó részén, az ú. n. öreglyukon (foramen occipitale magnum), vagy a szemgödörkön keresztül, valószínűleg a látólyukak (foramina optica) erőszakos áttörésével végezték el. Az agy megmaradt részeit, melyekhez már nem lehetett hozzáférni, beöntött oszlatószerekkel távolították el. Azután — folytatta HERODOTOS — egy éles aethiopiai kővel fölvtágták a lágycot (λαπαρη) és kiszedték az összes beleket. Mikor a hasüreg kitisztításával elkészültek, pálmaborral kimosták, majd összetört fűszerekkel újra kitisztították



1. kép. Egyiptomi mumiakészítők.

azt a felületi részt, ahol a bemetszést végre kellett hajtani. A bemetszést rendszerint a has alsó felületén, az egyenes hasizom (musculus rectus abdominis) átvágásával eszközölték. Előfordult azonban, hogy a testet a külső ferde hasizom (musculus obliquus externus abdominis) tapadási helyén vágták be. Az incisiót egy éles kővel, vagy bonckéssel, az ú. n. paraschita (prosector) végezte, ugyanakkor azonban a „halott épségének megsértése“ miatt sietve távoznia kellett, nehogy a hátramaradottak szidalmain kívül még kőzapor, vagy testi fenyték érje.

HERODOTOS szerint az első ténykedés az agy nagyobb részének eltávolítása volt. Szerinte ez a művelet az orrlyukakon (foramen nasale) keresztül történt. Találtak azonban olyan múmiákat, melyeken az agy kivételét a kopo-

és az altestet összetört és tiszta myrrhával, kassziával és tömjént kivéve különféle füstölőszerekkel megtöltötték és ismét összevarrták. Ezután nátronnal vonták be a testet 70 napig elrejtve. Tovább nem volt szabad bevonva hagyni. Amint a 70 nap elmúlt, a holttestet megmosták, az egészet byssusvászonzalagokkal körületekterték és gumival kenték be, melyet az egyiptomiak enyv helyett használtak. A rokonok azután átvették a hullát, emberalakú fakoporsót csináltattak neki és ebbe belehelyezvén a sírkamrában a fal mellé felállítva kincs gyanánt őrizték. Így készítették el legdrágábban a hullákat; akik számára pedig, a költséget kímélve, a közepes árat választották, azokat a következőképen készítették el: miután allövetéiket cédrusolajjal megtöltötték, megtömték vele a holttestnek hasüregét, anélkül

azonban, hogy felmetszették, vagy a gyomrot kivágták volna; az edényeken át fecskendezték be és nem engedték a lövet visszafolyását. Így hagyták bebalzsamozva a meghatározott napig. Az utolsó napon az azelőtt beöntött cédrusolajat a hasüregből kibocsátották. Ennek pedig olyan hatása volt, hogy egyszermind a gyomrot és a beleket is kihozta magával. A nátron pedig föleszi a húst, úgyhogy a holttestnek csak a bőre és csontjai maradnak meg. Ennek elvégzése után a holttestet átadták és többé nem törődtek vele. A bebalzsamozás harmadik módja, melyet a szegényebb néposztálynál alkalmaztak, a következő volt: a hasüreget tisztítószerekkel kimosták és hetven napon keresztül bebalzsamozták.

Hogy a bebalzsamozás módja csakugyan ilyen volt-e, miként az az előbb elmondottakból kitűnik, egyáltalában nincs jogunk kételkedni. Érdekes azonban, hogy HERODOTOS a holttestek kiszedett belső részeinek külön történetű bebalzsamozásáról egyáltalában nem tesz említést. Pedig már a legrégebb korban is szokásban volt a belső részek kivétele és konzerválása. Tévedés volna azonban azt hinni, hogy a belső, könnyen romlandó szerveknek a testtől való különválasztására multhatatlanul szükség volt. Meg kell ugyanis jegyeznünk, hogy a legújabb tudományos múmivizsgálatok erre vonatkozólag különös meglepetéssel szolgáltak. SMITHnek és WINLOCKnak különböző korokból származó múmiákon végzett kutatásai ugyanis megállapították, hogy a bebalzsamozáshoz a hullák belső részeinek kivételére egyáltalában nem is volt szükség, mert a dinasztiaiak előtti kortól (kb. Kr. e. 3600) egészen az V. egyiptomi királyi ház uralomra jutásáig (Kr. e. 2950) a mumifikálásokat a bemetszés megejtése nélkül végezték, sőt WINLOCK az ú. n. deir-el-baharii sírletben olyan XI. dinasztia-korabeli (Kr. e. 2160—1955) múmiákra bukkan, melyek a boncolást illetőleg teljesen érintetlenek voltak s ennek ellenére hosszú évezredek múltán a boncolás alá vetett tetemeknél is sokkal tökéletesebb állapotban maradtak fenn.

Így tehát a belső részek kivételének szokását inkább a később kifejlődött temetési szertartás betűszerinti betartásának kell tulajdonítanunk, amikor is a halottak kiszedett belső szerveit a tenger vízből kivirágzó lótuszkehelyből teremtett négy halotti védőszellem oltalmába ajánlották és a szerveket külön-külön gondosan bebalzsamozva a szellemek fejével díszített ú. n. koporsóedényekbe (canopos) helyezték. Duamutef, a sakálfejű szellem alabástromedényébe tették a tüdőt. Kebekzenuf karvalyfejű kanopuszába a májat és a vesét, a majomfejű Hapi edényébe az agyvelőt és a beleket, az emberfejű Amzetébe pedig a gyomrot. A szívnek — mely az egyiptomiak felfogása szerint a lélek lakása — külön szív alakú edénye volt.

Figyelemreméltó az a tudósítás, melyet DIODORUS a szívvel kapcsolatban említ. Az ókori utazó azt állítja ugyanis, hogy az egyiptomiak a belső részek kiszedésénél a szívet és a vesét teljesen érintetlenül a holttestben hagyták. (παντα ἐξαιρεί χωρίς νεφρῶν καὶ καρδίας.) Noha erre az állításra vonatkozólag az eddigi vizsgálatok tárgyi bizonyítékot nem szolgáltatottak, mégis feltűnő, hogy DIODORUS a szívet a veséssel együtt említi. Ezek szerint ugyanis kétségtelen, hogy a régi egyiptomiak nemcsak a szívet, hanem a veséket is bizonyos magasabbrendű szellemi erők hordozóinak tekintették, miáltal a szív és a vesék a „túlvilági számonkérés“-t illetően eschatológiai felfogásukban is döntő szerepet játszhattak. Bizonyos, hogy a szívnek „túlvilági vadlóként való fellépésétől“ határozottan féltek. A bebalzsamozáskor a „test bűneit az alvilági bírák előtt bepanaszoló szív“ helyébe kőből bogáralakra kifaragott ú. n. szívskarabeuszt helyeztek, melynek hátlapjára magához a szívhez intézett könyörgő-imát véstek. Ez a szokás azonban csak az óbirodalomban dívott. A középbiradalomban a szívet csak ideiglenesen távolították el a testből, mert bebalzsamozása és vázonszalagokba való begöngyölése után a szívskarabeusszal együtt eredeti helyére visszakerült. Az újbirodalomban azután már ki sem vették a szívet, a szív-

skarabeuszt pedig kívülről helyezték a szív fölé.

HERODOTOS és DIODORUS tudósításain kívül a bebalzsamozásra vonatkozólag még két, igen érdekes papirusztöredék maradt fenn. Az egyik a Kr. utáni I.-ső századból származik és jelenleg a kairói múzeumban van, a másikat Pap. 5158 megjelöléssel a Louvrebán őrzik. Mindkét írásemlék tartalma az óegyiptomi bebalzsamozás papi funkcióival egybekötött vallási szertartásokra vonatkozik. A bennünket most közelebbről nem érdeklő szövegrészeket elhagyva, magának a bebalzsamozás műveletének lefolyását röviden 11 pontban foglalhatom össze :

1. A fej kétszeri megkenése Puntból hozott myrrhával.

2. Az egész testnek a fejtől, illetve a könyöktől a talpig 10 féle kenőccsel (a kenőcsök anyaga nincs megemlítve!) való megkenése.

3. A belsőrészek kivétele és átítatása ama zsiradékkal, mely az „isten-i végtagokból“ származik.

4. A test hasrafektetése után a hátgerincnek átítatása olajokkal, míg a „szép ház mestereinek“ (ezalatt valószínűleg a bebalzsamozók és a balzsamozóhelyiség értendő!) munkája el nem készül.

5. A holttestnek a hátára való visszafordítása, a fej és a has megtöltése különféle szerekkel (minden megnevezés nélkül!).

6. A kéz- és lábujjak körmeinek bevonása aranylapokkal, majd begöngyölése Szaiszból való vászonnal.

7. Az Anubisz-álarcban levő paporvos a holttestbe vezeti a balzsamozó anyagot, anélkül azonban, hogy ezen művelet közben a segédkező cherhebeknek közeledése a testhez meg volna engedve. Azután a fej, a száj, a koponya hátsó részének és a májnak bekenése olajjal; a homlok, az arc, a fülek begöngyölése különféle helyekről származott múmiaszalagokkal. Ezekből 2 nagy vászoncsík a fejre, 2 a fülekre, 2 az orrlyukak befödésére, 2 az orcákra, 4 a homlokra, 2 a fej hátsó részére, 21 jobbról és balról az arc betakarására, 4 a szájra — 2 kívül, 2 belül —, 2 az állra, 4 nagy vászoncsík pedig a nyakszirtre kerül. Amikor ez

megtörtént, akkor ezeket a göngyölegeket még egy kétujjvastagságú szalaggal kell átvonni, a szalagok között maradt nyílásokat pedig a balzsamozó kenőccsel be kell tapasztalni.

8. A fej ismételt bekenése myrrhával. A fej alá azután anövény



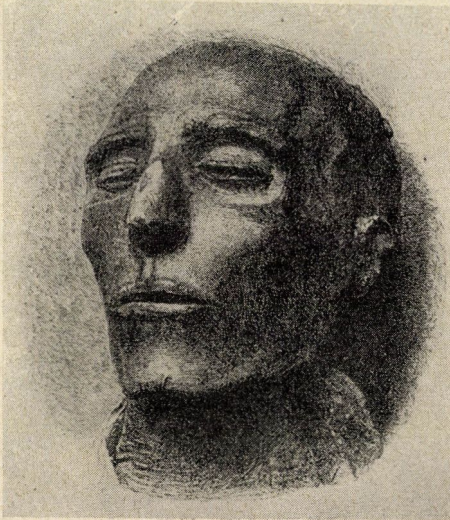
2. kép. JUAO-nak, III. AMENHOTEP fáraó nem királyi vérből származó apósának mumija. XVIII. dinasztia. Kr. e. 1425 körül. Kairói muzeum. A legkitűnőbb állapotban megmaradt mumiák egyike. A nyak körül jól láthatók a bebalzsamozáshoz felhasznált nátron fehér színű foltjai.

(a növény elnevezése, sajnos, olvashatatlan!) magvait, illetve terméseit kell elhelyezni.

9. A törzs bebalzsamozása. A bal-karnak a kézfejjel együtt való áztatása olajban, melyhez 1 rész anhnövény (erre a növényre később még visszatérünk!), 1 rész koptoszi gyanta, 1 rész nátron adassék. Azután következik a testrészek gondos körülcavarása szövött királyi vászonnal. Az ujjak és körmök legyenek gondosan egymáshoz

érintve és így begöngyölve. Huzassék azután aranyabroncs az ujjakra és a kéztőre, a hasadékoknak a balzsamozó-szerrel való betömésével. Az ujjak megolajozása kívülről anh-aminövény, nátron és gyanta hozzáadásával. Menes-növény levelének és egy nádágnak a balkarhoz kötése a szent múmiaszalaggal és mindezeknek meg erősítése gumigyantával.

10. A további balzsamozást már a hentiták végezzék, a jobbkart tiszta



3. kép. SETI fáraónak mumiafeje. XIX. dinasztia. Kr. e. 1356—1347. Kairói múzeum.

olajjal, a balkezet szent olajjal megkenve. Hasonlóképen balzsamozzák az ujjakat. Vonják be a jobb kezet is anh-aminövény, nátronnal és gyantával, mely a balzsamozó folyadékba áztattatott.

11. Kenessék be a talp, a lábfej, az alsó- és felsőlábszár olajjal és a fekete kővel. Azután kenessék be ismét újólág. A láb körmei vonassanak be piranyaggal (ismeretlen!) Végül adagoltassék anh-aminövény, nátron és gyanta 6 részben és oldassék fel vízben ébenfagyantával és tétessék ebből 3 rész a jobb-, 3 rész pedig a ballábszárra. Az isteni seneb-növény 12 részre vágva tétessék azután a jobblábra, a net-

szövet csikjai pedig a ballábra szintén olajjal kenegetve.

Amint az elmondottakból láthatjuk, a régi egyiptomiak bebalzsamozó szerére vonatkozólag az írásemlékek tudásunkat úgyszólván semmivel sem vitték előbbre. Így állunk a modern kémiai analízisekkel is, melyek a balzsamozási eljárásnál felhasznált anyagok kielemezésére és összetételére vonatkozólag biztos megállapításokat mindezideig nem tudtak felmutatni.

Legutóbb TUTANCHAMON fáraó tetemének vizsgálatánál derült ki, hogy a holttestet borító ismeretlen anyag nagyrésztben igen finom, még évezredek után is kellemes illatot árasztó kenőolajok, a vizsgálat alatt könnyen folyékonyvá váló zsírok, gyanta és minden valószínűség szerint fakátrány összetételéből áll. E különös tömeg néhány évezred alatt feketeszínű, szurokszerű anyaggá sűrűsödött, melynek analízise szintén nem eredményezett semmi újat. A fáraónak különösen jól vizsgálható fejbőre valami fehéres és zsírsavra emlékeztető substanciával volt bevonva, míg az egész testet beburkoló, valamint a szemüregeket és az orrlyukakat kitöltő vászondarabok növényi eredetű gyantával voltak átitatva.

A fáraó belső részeit tartalmazó koporsóedényekben a különböző szervek a holttest kikészítéséhez hasonlóan voltak bebalzsamozva. LUCAS, a kairói egyiptomi múzeum kémikusa megállapította, hogy az egyes edények eredetileg színülve telve lehettek a legfinomabb és legköltségesebb kenőolajok folyékony anyagával, melyek azonban évezredek alatt kőkeménnyé száradva, a nyilástól egészen a fenéig a belsőrészek felismerhetetlen maradványaival különválaszthatatlanul egy tömeggé zsugorodtak. A kémiai analízis a megmaradt masszának kivizsgálásánál sem tudott semmi újat és semmi olyan tárgyi adatösszeállítást eredményezni, melynek alapján a konzerváló anyag összeállítására vonatkozólag következtetéseket vonhatnánk le. Mindamellettt érdekes és az egyiptológia történetében egészen újszerű volt, hogy a koporsóedények mellett — mintegy a bebalzsamozás szimbólumaként né-

hány szurokszerű gyantadarabot és egy alabástrom edénykében gyanta, konyhasó és kénsavas nátrium (Na_2SO_4) titokzatos keverékét találták, melyből igen gondos vizsgálat után nagyon csekély százalékban nátriumbicarbonicumot (NaHCO_3) sikerült kimutatni.

Vizsgáljuk már most meg közelebbről az előbb elmondottakban felsorolt konzerváló anyagokat.

Köztudomású, hogy a lenszalagokba gondosan bepólyázott egyiptomi holttestemek kibontása után a konzerváló anyagnak az egész bőrfelületet tökéletesen átítató hatása folytán egészen feketésbarna színűek. E sötétszínű bevonatot az arabok mummiya néven ismerik; szó szerinti jelentése: szurok. Tehát az araboktól átvett és az európai nyelvekben honossá vált „mumia“ szó tulajdonképpen szurokkal bevont holttestet jelent. Mumifikáláson ennél fogva a bebalzsamozás mesterséges készítésének művelését kell érteni.

A szurokszerű anyag, mely idők folyamán kőkeménnyé száradva a múmiákat bevonja valóban szurok, melyet DIOSKURIDES (I. Cap. 94) $\mu\sigma\sigma\eta\varsigma$ $\upsilon\gamma\rho\alpha\varsigma$ elnevezés alatt említi. A bibliában kuper (asszír nyelven: kupru) és zefet néven találkozunk vele, ahol ezek a szavak szintén konzerválással kapcsolatosan fordulnak elő (Genesis, VI, 14; Exodus, II, 3).

A régiek ezt a szurokanyagot természetes állapotban nagy mennyiségben a Holt-tenger környékén találták, ahol a földi szurok, mint fekete, nyúlós anyag minden valószínűség szerint a földből kibugyogó kőolaj oxidálódása révén keletkezett. De mesterséges úton fából is sikerült előállítaniok; ennek az eljárásnak érdekes leírását PLINIUSnál találjuk (XVI, 52), aki azt a következőképpen írja le: az összeaprított fadarabokat (valószínűleg cédrusfát) kívülről és belülről hevített kemencébe rakják. A kemencén kívül vájt csatornába először kifolyó váladékot „cedrium“-nak nevezik, mely mint a víz folyt elő. Ez volt az ú. n. fakátrány. Az utána előtörő folyadék már sokkal sűrűbb volt és a faszurkot szolgáltatta. PLINIUS hozzáfüzi, hogy ezt az anyagot a régi Egyiptomban, mint kitűnő konzerválószer a holttestek bevonására használják.

A mumifikáláshoz használt másik fontos anyag a nátron volt. Azonban a régiek nátronja nem volt a mai értelemben vett salétrom, hanem más anyagokkal, főként klórmagnéziummal, vasoxiddal, konyhasóval stb. keveredett tisztátlan szóda, vagyis nátrium carbonicum. A nátron elnevezés az egyiptomi *neter* szóból ered, s jelentése közvetlenül az „Isten“ szó att-



4. kép. RAMSES fáraónak, I. SETI fiának mumiafeje. XIX. dinasztia. Kr. e. 1347—1280. Kairói múzeum.

ributumával van szoros összefüggésben. A bibliában *neter* a neve s a Példabeszédekben (XXV., 20.) az ásványi eredetű lúgsót jelöli, míg JEREMIÁS könyve (II., 22.) olajjal keverve, mint a régiek szappanát szolgáltató anyagról tesz róla említést, mely ecettel keverve pezsgésnek indult s valószínűleg természetes kivirágzás útján kivirágzott sziksó volt. A *neter* szóból alakult a görög $\nu\tau\rho\upsilon\nu$ elnevezés, melyről már DIOSKURIDES (V., 129), később pedig PLINIUS is (XXXI., 106) közöl tudósításokat.

A titokzatos balzsamozószer maradványaiiban kimutatható növényi eredetű anyagokra vonatkozólag eltérők a vélemények. PANISCHER vizsgálatai

szerint a test különböző nyílását cédrusgyantával tömték be, mely a fakátránnyal összekeveredve a nedvességet teljesen megszüntette és előmozdította az izmok és a bőrfelület mesterséges megkeményítését.

BLUMENBACH azt állítja, hogy a növényi anyagok myrrha, kolofónium és az ü. n. ladanum keverékéből állanak. JOHN pedig kimutatta, hogy a balzsamozszerben nagyobb mennyiségben az alleppi fenyő (*Pinus halepensis*. Mill.) gyantája található.

Amint tudjuk, a myrrha a Vöröstenget arábiai és afrikai partjain termő és a *Bursaceae* családba tartozó *Balsamodendron myrrha*. NEES fának gyantája. 40–67% gumit, 2.0–6.5% éterikus olajat és 28–35% gyantát tartalmaz. A myrrha szó az arab mur szóból ered, melynek jelentése: keserű.

A ladanum a kréai suharnak (*Cistus creticus*. L.) gyantája. Vörösbarnából feketébe átmenő, ujjal könnyen megpuhítható gyanta, szürke-, vagy feketeszínű töréssel ábrailatú, alkoholban teljesen oldhatatlan.

A bebalzsamozására vonatkozó papiruszban említett anh-ami növény botanikailag nincs még meghatározva. Csak annyit tudunk róla, hogy valamilyen erősszagú gyógyfű, vagy fűszer lehetett. Elnevezése magyarul körülbelül annyit jelent, mint „élet van benne“. Előfordul az egyiptomi Halottak könyvének misztikus szövegrészeiben és a berlinben őrzött orvosi papiruszban is, ahol egy előttünk ismeretlen betegségnek és a fülfájásnak gyógyszereként történik róla említés.

A bebalzsamozás titkának felfedése mindez vajmi kevés. Hiába zavarta meg a késő utókor tudomány-szomjas kíváncsi kutatója a csendesen szendergő mumiák örök álmát, a sokat vitatott balzsamozó-szer mibenléte egy letűnt világ örökre elnémult beavatottainak megfejthetetlen titka marad.

Kuhárszky Tihamér.

A zalai olajkutatások újabb sikerei.

A PAPP SIMON irányításával folyó du-nántúli kőolajkutatás eredményességének jelentőségét — kivált a mai viszonyok közt — nem kell külön kiemel-nünk. Hiszen maga az a körülmény, hogy a korunkban annyira életbevá-góan fontos ásványolajnak és származékainak akkora tárházára bukkantunk még a megcsontított ország területén is, amelyből nemcsak mai fokozott mértékű szükségleteinket fődözhetjük, hanem még bizonyos mennyiségű kivitelre is futja, — minden szónál éke-sebben világítja meg egyfelől hazánk földjének természeti kincsekben való gazdagságát, másfelől a félig idegen vállalat tevékenységét irányító hazánkfiának rátermettségét.

A zalai olajmező mostanáig föltárt két boltozatának termelési viszonyairól már több ízben tájékoztattuk olvasóinkat.¹ Ezekről tehát elég annyit mondanunk, hogy az ott megnyitott olajkutat minden zökkenő és fönnakadás nélkül, zavartalanul ontják a kőolajat.

¹ V. ö.: Term.-Közl. 70. köt. 237. old., u. o. 705–707. old., 72. köt. 248–249. old.

Még csak annyit teszünk hozzá, hogy a mérsékelt iramú kitermelésnek PAPP SIMONTól bevezetett és kitűnően bevált módja mellett a kutak szolgáltató-képessége évtizedekre biztosítva van.

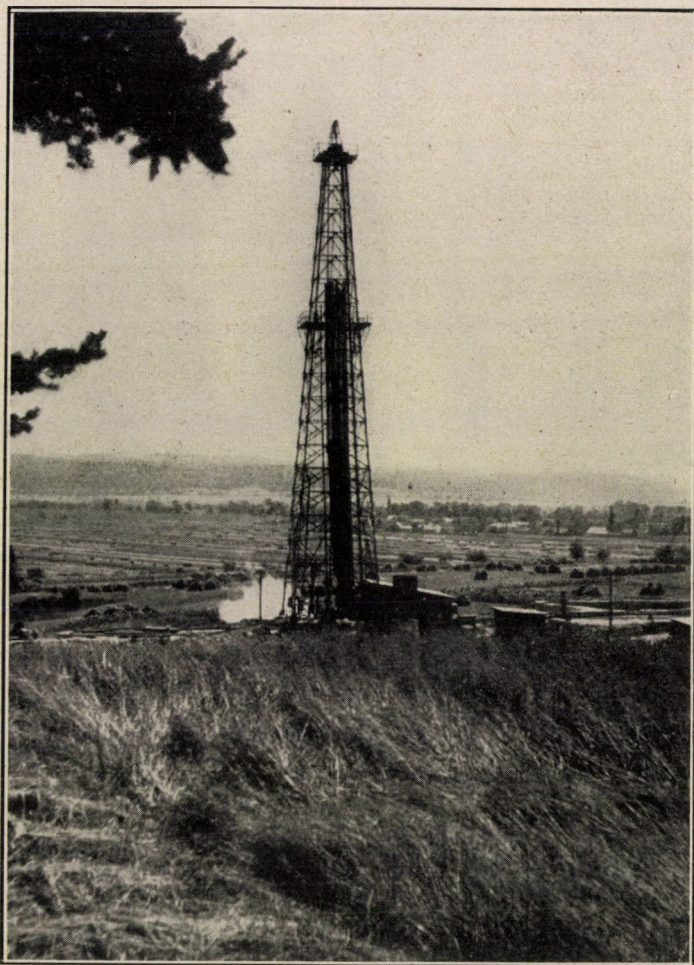
Az eddig föltárt budafapusztai vagy kerettyei boltozat mai beállítottságú nyersolaj-szolgáltatása kereken napi 80 vagonra rüg. S minthogy ez a mennyiség, mint mondtuk, szükségleteinket tökéletesen fődözi, tisztán a mi szempontunkból nem is lenne fontos a további kutatás. Csakhogy másfelől mi sem természetesebb, mint hogy a megnövekedett termeléssel kapcsolatban az egész üzem minden irányban terjeszkedik. Az 1940. év nyara óta a földtani vizsgálatok Kerettyétől nyugat és északnyugat felé, Alsó-Lendva meg Lenti irányába terelték az üzem tevékenységét. Ebben a körzetben a Mura egyik mellékvizének, a Kerka-pataknak mente bizonyult nagyon figyelemreméltónak. A mult évi augusztus óta Lenti és Lovászi között, Kútfej község környékén folyik a legélénkebb kutatás. Hogy a fúrótevékenység iramát szemléltessük, megemlítjük, hogy fél esz-

tendő alatt hét kút fúrását fejezték be. Ezek közül négy már a termelés szolgálatában áll, míg a 4., 6. és 7. számú kutak olajsintjeinek részletes kivizsgálása még folyamatban van. De megállást, pihenőt ezek az adatok sem jelentenek, mert a 8. sz. fúróponton a mélyfúrás máris megindult, a 9. és 10. számú pontokon pedig a 45 m magas, Rotary-rendszerű fúrótornyok szerelése folyik.

A gyakorlati élet szemszögéből első sorban az a fontos, hogy a földtani, és legfőként geofizikai vizsgálatok révén immár minden — pénzt és időt fecsérlő — kísérletezés, tapogatódzás

nélkül, egyszeriben ráfúrtak a kőolaj újabb földalatti tartályára. Amit eléggé bizonyít az, hogy már az itteni 1. sz. fúrásban 8 szintre oszló 60 m vastagságú, olajjal átitatott homokréteget tártak föl (l. a képet.). Ezek közül egyelőre ugyan csupán 3 szint van megnyitva, de ezeknek a szinteknek együttes napi termelésük 3 és fél vasúti koci rakományra rüg. A négy kút napi termelése pedig 12·5 tonna!

Későbbi gyakorlati eredményekre kiható tudományos érdekű fölfedezése PAPP SIMONNAK itt az, hogy a Kerka-völgy olajos területe a kerettyeitől



A lovászi első számú — 1556 m — mélyfúrás, amely megnyitotta a Maort második dunántúli olajmezőjét. (PAPP S. dr. felv.)

független, azaz újabb olajmező! És ezt nemcsak a kettőt elválasztó, biztos módszerekkel megállapított meddő terület közbeékelődése bizonyítja, hanem sok más, ennél fontosabb jelenség is. Így elsősorban az, hogy nemcsak a kútfeji l. sz. — 1566 m mély — olajkútban 1536 m-ig átszelt pannóniai (közép és felső szarmata) rétegsorozat mindkét emelete olajtartalmú, hanem még a feküben 30 m vastagságban átfúrt alsószarmata homok is gáztartónak bizonyult. A megejtett idevágó vizsgálatok szerint ugyanis ebből a legmélyebb üledékből 62.000 m³ nedves gáz nyerhető naponta. Ismeretes, hogy az ilyen gázból kiválasztható gázolin, bután¹ és propán ma a „nagyon fontos nyersanyagok“ rangjára emelkedett. Ilyetén formán elmondhatjuk, hogy ennek az új olajmezőnek — szemben az előbbiével — minden porcikája hasznos anyagokat tartalmazó.

De más Kútfejen az olajtartó 8 homokszint elhelyezkedése is. Ezt a sorozatot ugyanis itt az 1180—1440 m mélység között harántolták. Még feltűnőbb, hogy az innen fölszínre tóduló nyersolaj színe zöldes és petroleum-tartalma 50%, a 30%-os kerettyei barna nyersolajjal szemben.

Most egyelőre csupán helyi jelentőségűnek látszik a kútfeji rétegsorozat mind a három emeletének szénhidrogén mivolta, de eljő az idő, amikor ennek nagy távlatokat nyitó értéke is kiderül. Ezzel csak azt emelem ki, hogy a Kerka-völgyben végzett fúrások teljes mértékben igazolják annak a már előbb is hangoztatott fölfogásomnak helyességét, hogy a magyar szarmatikum csak töredék-szarmatikum, s hogy az oroszországi „klasszikus szarmatikum“ időkeretét nálunk csak úgy tölthetjük ki, ha a közép- és felsőszarmatikum helyébe a keletkezés szempontjából megfelelő idejű alsó és felső „pannon“ üledékeket helyezzük.² Ezek

¹ Érdekes, hogy a MAORT telepein üzemből levő gépjárművek nagy részének hajtóenergiáját nem benzin, hanem bután adja.

² V. ö. GAÁL I.: „Földi gázok területünk geológiai szerkezetéről.“ Budapest, 1923., valamint GAÁL I.: „Mi a pannon és mi a pontusi? (Bány. Koh. Lapok 1939. évf.)

szoros együvé tartozásának egyik bizonyítéka — a Zalában sokszorosan észlelt síma átmeneten kívül — szénhidrogénnel átitatott mivoltuk is.

A kezdetben annyi bizalmatlansággal fogadott s utóbb is gyakran gáncsoskodással illetett Magyar Amerikai Olajkutató Rt. (MAORT) — kiválóan képzett földbúvár irányítója révén — olyan eredményekhez jutott, aminőkről kivált a korábbi, d'Arcy-féle kísérletezések sorozatos balsikerei után álmodni is alig mertünk. Mert hiszen ma már ott tartunk, hogy ha egyik-másik olajkutató tisztítás, átszerelés vagy más hasonló okból nem kell ideiglenesen a termelésből kikapcsolni, d u n á n t ú l i olajkútjaink összesen 93 vagon nyersolajat szolgáltatnak naponta. (De — az egyes ideiglenes szüneteltetések betudásával — legalább 85 vagonra máris biztosan számíthatunk minden nap.) A napi 100 vagonra kiegészítő, még hiányzó 7—15 vagon nyersolajat egészen bizonyosan kitermeli a MAORT, mire a lovási közelében tervezett kutak megnyithatók lesznek.

Napi 100 vagon magyar nyersolaj! Ki mert ilyesmire csak gondolni is, kivált az 1920-as évek balfogásai után?! S az akkori eredménytelenséget a mostani eredményességgel szembeállítani annál jogosultabb, mert hiszen a d'Arcy olajkutató társaság irányítója Budafapuszta közelében is kutatott. Jellemző különben, hogy a magyar — délszláv határ közelében futó Kerka völgygel átellenben, néhány kilométeres távolságban, de már délszláv területen, egy odavaló kutató társaság 1600 m mélységig hatolt le, hogy a magyar területen megállapított olajmezőnek a Mura túlsó partjára átterjedő részletét föltárja. Az ő vizsgálataikba vagy számításaikba azonban valami hiba csúszott bele, s ennek következtében fúrásuk eredménytelenül végződött. Viszont a még magyar területen futó Lendva-patak völgyében, Lendva—Újfalu közelében megejtett MAORT vizsgálatok alapján további nagyon jelentős eredményre van jó reménységünk.

Dr. Gaál István.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A balkáni kacagógerle Újpesten. A múlt év augusztus 28-án betegen kerültem az újpesti gróf Károlyi Sándor kórházba, ahol az egyik II. emeleti különszobában három hétig tartózkodtam. Emeleti különszobám ablakánál volt a kórház szépen berendezett és gondozott nagyobb területű kertjének néhány régi magas törzsű fája, amelyeken éjjel és napközben is társaságban tartózkodtak a balkáni kacagógerlék (*Streptopelia decaocto decaocto* FRIV.). FRIVALDSZKY „félholdas gerle“-nek, DR. NAGY JENŐ viszont „török gerle“-nek nevezi. SCHENK JAKAB: „A történelmi Magyarország madarainak névjegyzéke“¹ legújabbban 1940-ben megjelent munkájában balkáni kacagógerle néven említi, bár FRIVALDSZKY eredeti elnevezése „félholdas gerle“ DR. DORNING HENRIK szerint is jobban megilletné madarunkat.

Betegségem ideje alatt egyedüli szórakozásom és örömem ezen érdekes és kedves megjelenésű madarak megfigyelése volt. A hozzánk bekerült és mindjobban elterjedt balkáni kacagógerlének újpesti megjelenéséről nem találtam adatokat, így jónak láttam ily irányú megfigyeléseimet röviden ismertetni.

A balkáni kacagógerlék az újpesti kórház kertjében értesülesem szerint kb. 5–6 éve telepedtek meg a kert magastörzsű fáin, majd állományuk gyarapodott és a múlt év augusztusában számuk már kb. 30–40 darabra volt tehető. DR. SÁNDOR ISTVÁN kórházi igazgatófőorvos úr szerető gonddal védte és védi az érdekes madárcsapatot és télen eteti is őket. Ennek a féltő gondozásnak és a kert nagy lombos fáinak, mint jó tartózkodási helynek, tulajdonítom a balkáni kacagógerlék elszaporodását. A múlt évi rendellenesen kemény télen azonban több elpusztult közülük. A kórház kertjében való költésükről nincsenek adataim. Valószínűleg költenek is ott.

¹ Különlenyomat az Aquila 1935–38. kötetéből.

Eleinte a nevető, házi- vagy kalitkagerléknek (*Streptopelia roseogrisea* SUNDEV.) tartottam őket, de hangjuk és színük után később megállapíthattam, hogy balkáni kacagógerlék. A balkáni kacagógerle ugyanis valamivel nagyobb a nevető házi- vagy kalitkagerlénél, tollainak színe is sötétebb és vörösebb, mint azé, farka is hosszabb, mint a házi-gerléé. Feje, nyakának felső része barnásszürke rózsaszínű árnyalattal, háta ugyancsak rózsaszínű árnyalattal szürkészínű, hasa kékesbe hajló szürkés, félholdszerű nyakörve fekete, felül világosszürkével beszegve. Külsőjére nagyon hasonlít a nevető házigerléhez, ettől színben alig különbözik, csak tüzetesebb vizsgálatnál ismerhetők fel a fenti színbeli eltérések.

De hangjuk is más volt az újpesti gerléknek, mint a nevető házigerléké. A mély bűgású „kú, kú-kú, kú“ vagy tú, tu-tú, tú“ szólásuk, amelyben az r hang és a nevető kalitkagerlének jellemző kacagása hiányzott és a második tag kettőződött, az utolsó pedig valamivel nyújtottabb volt. Ez a jellemző szólás kétségenkívül bizonyossá tette előttem, hogy nem a nevető kalitkagerlék, hanem a balkáni kacagógerlék kis csapata tanyázik a kerti és az ablakom előtti fákon.

Pest megyében és Budapest környékén Budafokon KALMÁR, Kelenföldön DR. HOMONNAY NÁNDOR, Mátyásföldön DR. DORNING HENRIK, Monoron (Pest m.) DR. NAGY JENŐ és DR. KLEINER ENDRE észlelte és ismertette a balkáni kacagó gerlét. Belgrádi tartózkodásom alatt sokszor láttam még havas télen is a balkáni kacagógerléket, amint kettes, hármas csapatban üldögéltek a villamosvezetékeken, vagy azok oszlopain. Az utca és a villamosok lármája egyáltalában nem zavarta őket.

Az újpesti kórház kertjében egész nap kora reggeltől késő estig hallottam a balkáni kacagó gerléknek sajátos mély bűgását. Sokszor megfigyelhettem azt a kedves hajlongást, bökölést, amivel a hímek a tojóknak kedveskedtek. A nészrepülésük hasonló a vad-

gerlékéhez. Külön szobám ablakának külső párkányára is nem egyszer rárepültek, hogy az arra kiszórt búzát felszedjék. Valószínűnek tartom, hogy Újpesten, a kórház kertjén kívül még más helyen is megtelepedett már hazánk ezen érdekes jövevénye.

Dr. Keller Oszkár.

Egy ritka trópusi csiganeveztség pusztulása. Kevés olyan szárazföldi csigát ismerünk, amely szépség dolgában felvehetné a versenyt az Amerikában honos *Liguus*sokkal. Ezek a megnyúlt, tornyosházú, 6–7 cm hosszúra megnövő állatok fákon élnek, és olyan különböző, változatos színezetűek, hogy már nagyon régi idők óta a gyűjtők kedvencei. Vannak közöttük egészen fehérhajú alakok és akadnak teljesen sötétek, csaknem feketék, a leggyakoribbak azonban a világos alapon sötétebb színű (kék, zöld, piros, sárga stb.) csíkokkal díszített példányok.

Bár a gyűjtők már régen rávetették magukat ezekre az érdekes állatokra, s néhány alakjuk azóta teljesen kipusztult, azért vadászatuk még napjainkban is lankadatlan buzgalommal folyik. Igen érdekes, különös módon gyűjtik a *Liguus*okat, vadászatuk néha csak izgalmas szórakozás, máskor azonban komoly veszélyekkel járó nehéz sport. A gyűjtők sokszor trópusi melegben haladnak előre. A sokféle kaktusz, különböző szúrós növény és tüskés bozót ugyancsak megnehezíti az utat, nem is szólva a moszkítók kellemetlen, vérszomjas hadáról és a mérgeskígyókról, melyek a *Liguus*ok lakta vidéken eléggé gyakoriak. De éppen ezek a veszélyek teszik a csigagyűjtést páratlanul izgalmassá és vonzóvá. Az esős évszakokban a gyűjtők néha hónapokig vízbe merülve gázolnak a mocsárrá változott szavannákon. Ilyenkor a legnagyobb veszélyt a zsombékos, mocsaras vidék több méter mély gödrei, zsombolyai jelentik számukra. Ezek ugyanis gyakran mindenféle gazzal, lombbal és gallyakkal fedettek, és éppoly nehezen ismerhetők fel, mint a trópusi vadászok mesterséges csapdái. Természetesen gyakran megesik, hogy a kutatók „belelépnek” egy-egy ilyen gödörbe, s még jó, ha azután kisebb zúzódások árán ki-

szabadulnak. Egy alkalommal az egyik szenvedélyes csigagyűjtő ötméteres gödörbe esett, ahol társai csak három nap mulva akadtak rá. „*Liguus*ok gyűjtésére sohase menj egyedül” — tartja az amerikai gyűjtők régi mondása, és aki a helyzetet ismeri, az biztosan igazat ad neki. Ezért rendszerint öt-hat gyűjtő indul útnak, s ezek az egész kirándulás alatt egymás közelében maradnak. Felszerelésük legfontosabb eszköze egy hosszú bambuszbot, mely a fákon élő csigák lepszakálására alkalmas. A bot végére kis vászonzacskót erősítenek, s ebbe úgy pottyannak be a *Liguus*ok, mint a mi almaszedő póznáink hálójába az érett őszi gyümölcs. A bozótívágó kés természetesen szintén ott lóg minden vadász oldalán, s nagyon ajánlatos a kígyók gyakoriságára való tekintettel, magasszárú csizmában útrakelni. A teljes biztonság kedvéért az óvatos gyűjtők még kígyóellenmérget is visznek magukkal.

A *Liguus* nemek eddig hat fajtát és igen sok alfaját meg fajváltozatát tartja számon a tudomány. Nagy változékonysága különösen alkalmassá teszi különböző színezetű és rajzolatú formák kialakítására. Rasszai Dél-Amerika északi részében, továbbá Cubán, Haitin, a Yucatan-félsziget keleti oldalán és a trópusi Floridában élnek. Elterjedési középpontjuk a kutatások szerint Cubán van. Hogy innen hogyan kerültek át Floridába, arra nézve a vélemények megoszlanak. Egyesek feltevése szerint a régebbi geológiai korokban Kuba és Florida összefüggtek egymással, s így a *Liguus*ok még a szárazföldön szétvándorolhattak; mások szerint óriási tengeri viharok, hurrikánok szállították át a csigákat Floridába olyan módon, hogy a Kubaszigetén gyökerestül kicsavart fákat minden rajtuk megtapadó élőlényvel együtt Florida partjaira sodorták. Mindezeknél színesebb és romantikusabb azonban a harmadik elmélet. Eszerint ugyanis a csigákat indián törzsek telepítették be Floridába. Tudjuk, hogy a karib törzs indiánjai KOLUMBUS elől menekülve, minden fontosabb holmijukat csónakba tették és úgy eveztek át az új hazába. Feltehető, hogy a gyógyyszernek vagy varázsszer-



1. kép. A csigagyűjtők hosszú botok segítségével szedik le a fák ágai között rejtőző csigákat. (A Natural History nyomán.)



2. kép. A nagy fáradsággal összegyűjtött különböző színű és rajzolatú Liguusok. (A Natural History Nyomán.)

nek használt csigák is helyet kaptak a bárkákban s így valóban lehetséges, hogy a *Liguusok* floridai megtelepedésében az ember is szerepet játszott.

A *Liguusok* a tüdőcsigák csoportjába tartoznak, akárcsak a mi éti csigánk, a *Helix pomatia*. Azonban nem a földön, hanem a fákon élnek, ahol alsóbbrendű növényekből (zúzmókból stb.) álló táplálékukat megtalálják. Augusztus végén vagy szeptember elején a *Liguusok* lemásznak a fákról és a földre ássák be magukat, úgy, hogy néha csak a házuk csúcsa látszik ki. Tojásait, számszerint 8—14 darabot, a földre rakják le, s a petérés után néhány napon belül elpusztulnak. Gyakran megtörténik, hogy nem is tudnak már továbbmászni és a tojások mellett múlnak ki. Szaporítási rendszerint csak azok a csigák tudnak, melyek harmadik életévüket már betöltötték. Vesealakú, barna tojásaik rendszeren hat hónapig pihennek a földben, s csak a márciusi és áprilisi meleg esők után kelnek ki belőlük a fiatal csigák. Ezek már kész házzal jönnek a világra, s teljesen a kifejlett állatokhoz hasonlítanak. A kikelés után rövidesen felmásznak a fákra, ahol folytatják ősik arborikol életét.

Mint azt már fentebb említettük, a csigák házának színezete rendkívüli módon variál, és ezen az alapon eddig mintegy ötven alfaját és fajváltozatát írták le a *Liguusok*nak. Akadnak közöttük rendkívüli ritkaságok is, valóságos tudományos kincsek, melyek egész vagyonokat érnek. Így a már kihalt *Liguus solidus pictus* egy-egy példányát több száz dollárra becsülik. Ebből a csodálatosan szép csigából mindössze öt példány ismeretes. Kettő közülük magángyűjtők kezében van, egyet Londonban őriznek, kettő pedig amerikai múzeumokba került.

A *Liguusok* gyűjtésére az ősz hónapjai (augusztus—szeptember—október) a legalkalmasabbak, mert az állatok háza akkorra már befejezte nyári növe-

kedését és az újonnan elkészült héjdarab pompás porcellánfényben ragyog. A téli időszakban a csigák alsznak, ilyenkor házuk nem növekszik. Száraz időben házukat fedővel zárják el és csak a nedves, esős napokon kezdenek megélnékülni és mászkálni.

Néha vándorútra kelnek, s ilyenkor a megfigyelések szerint naponta mintegy öt méternyi utat járnak be. Fő ellenségeik a gyűjtőgető emberek kívül a különböző nagyobbtermetű varjúfélék, melyek néha alaposan megtizedelik állományukat. A *Liguusok* főleg a mocsaras, nedves erdők lakói. Vaszfák, különböző tölgyfélék, jamaikai kutyafa, mahagóni, gumbo-limbo-fa, mastixa és citromfa ezeknek az erdőknek az állománya. A híres hammock fák is lakóhelyük, melyekből ma Floridán már csak mintegy négyszáz darab ismeretes.

A pusztuló erdőkkel együtt pusztulófélben vannak a *Liguusok* is. A tenger lassan, de folytonosan újabb és újabb darabokat foglal el a szárazföldtől és pusztítja, fogyasztja az értékes faállományt. A mocsarak fokozatos lecsapolása szintén újabb és újabb veszélyt jelent számukra, de pusztítják őket a lelkiismeretlen gyűjtők is, akik nem várják meg míg az állatok teljesen kifejlődnek és petéiket lerakják, hanem már fiatal korukban halálra ítélik egy részüket. Mindezekhez hozzájárulnak még a csigaevő madarak és a nagy és heves trópusi viharok is, melyek állandóan apasztják számukat. A nagy tűzvészek, melyek minden évben legalább egyszer végigszáguldanak a vidéken, szintén igen sok állatot ölnek meg. Ezért bármennyire is kívánatos volna, hogy ezek a ritkaság csigák megmaradjanak, féltő, hogy valóra válik annak az amerikai szakembernek a jóslata, aki szerint a *Liguusok* nemsokára el fognak tűnni a föld színéről és az utókor már csak a múzeumokban fog bennük gyönyörködni.

Dr. Wagner János.

II. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

A növényi és állati rák néhány kérdéséről. Vannak bizonyos anyagok, melyek ha hosszabb ideig érintkeznek az

emberi testtel, rákot okoznak. Már régóta ismeretes, hogy a kátránnyal, anilinnel és még egyéb más anyaggal dol-

gozó iparágak munkásain gyakran fel lép a bőrrák. Nagyszámú vizsgálat foglalkozott azzal a kérdéssel, hogy a kátrány sokféle vegyülete közül melyik okozza a bőrrákot. Megállapították, hogy az 1-2-benzpirén rák okozó — karcinogén — hatású. Még több karcinogénvegyületet ismertek fel, így a 3-4-benzpirént, a metilkolantrent. DOMAGK hívta fel azután a figyelmet arra, hogy a rák okozó anyagok közül többen közel állanak vegyileg a sterinekhez, amilyen a növényi és állati zsirokban előforduló koleszterin, továbbá az epesavak, az ivari hormonok és a D-vitamin, és ez a körülmény arra a meglepő feltevésre vezetett, hogy valószínűleg meghatározott körülmények között az emberi és állati szervezetben termelődhetnek olyan anyagok, amelyeknek rák okozó hatása van.

Összehasonlítva az állati rákot a növényi rákkal, felmerül az a kérdés, hogy vajjon a kátránytermékek csak az emberi és állati szervezeten okoznak-e rákot vagy pedig valamilyen hatással vannak-e a növényi szervezetre is? Erre a kérdésre vonatkozólag végzett értékes kísérleteket KISSER és LINDENBERG (1940).

Az az előzetes feltevés, hogy a növényi és állati szervezet hasonlóan viselkedik a karcinogén anyagokkal szemben, nem látszott valószínűnek az eddigi kísérleti tapasztalatok alapján. Egészen feltűnő szövetburjánzásokat lehet előidézni növényi növekedésanyagok adagolásával a különböző növényeken; így a babon, paradicsomon, napraforgón és még egyéb növényeken végeztek erre vonatkozólag kísérleteket. A keletkezett daganatok nagy hasonlóságot mutatnak a *Pseudomonas tumefaciens* nevű baktérium által okozott rákhoz. A hasonlóság vezetett arra a feltevésre, hogy a *Pseudomonas tumefaciens* a növekedésanyagokhoz hasonló vagy azonos anyagot termel. Több kutató vizsgálata erősítette meg ezt a feltevést, sőt megállapítást nyert az a tény is, hogy a különböző növekedésanyagok közvetlenül nem okoznak rákot, hanem mint kiváltó ingerek szerepelnek és a daganatképződést gyorsítják. Az állati rák keletkezésénél is ilyen kiváltó, megindító ingerek szere-

pelnek; vegyileg egészen különböző anyagok egyforma szövetburjánzást idézhetnek elő. Kérdés már most, hogy vajjon a rákkeletkezés okai, illetőleg a kiváltó ingerek az állati és növényi szervezetenél ugyanazok-e, vagy a növényi és állati rák egymástól eltérő fejlődése mellett a kiváltó vegyi ingerek is különbözők-e?

A növényi növekedésanyagok rák okozó hatását ezideig csak a növényeken lehetett kimutatni. Az emberi és állati szervezet különböző szerveiben és különösen a kiválasztott anyagokban sokszor tekintélyes mennyiségben fordulnak elő a növényi növekedésanyagok. Egy részük (auxin A és auxin B) a táplálékkal jut a testbe, más részük (a heteroauxin) magában a szervezetben keletkezik. Ellenben sem az emberi sem az állati rákban ezeket az anyagokat kimutatni nem sikerült és így valószínű, hogy a növényi növekedésanyagok emberi és állati szervezetben rákot nem okoznak.

Továbbá a *Pseudomonas tumefaciens*, mely a növényi rák keletkezésében növekedésanyagokkal vesz részt, sem okoz állatokon rákot, bár számos kísérlet kapcsán oltották az állatokba.

Tehát a növényeken rákot előidéző vegyi anyagok az állati szervezetre hatástalanok. Az állatokon bőrrákot okozó kátránytermékekkel kísérleteztek a növényeken. A kísérletek eredménye az volt, hogy a növények egy része gyökeret fejlesztett a szárnak azon a helyén, ahol a kátránytermékeket a növényre juttatták. KISSER és LINDENBERG megállapította, hogy a kátránytermékeknek a hatására a gyökérképződés, csak közvetve indult meg. A kátránytermékek hatására gyökérképző anyagok keletkeztek és ezek révén járulékos gyökerek. A közvetett kapcsolat megvan a *Pseudomonas tumefaciens* esetében is, ugyanis az általa termelt növekedésanyag hatására a növény növekedési anyaggyensúlya felbomlik, erőteljes sejtosztódás indul meg és kialakul a rák.

Az állati szervezeten rákot okozó anyagok a növényekre tehát hatással vannak. Míg azonban az állatokon szervezetlen daganatokat hoznak létre, a növényeken hatásukra szervezett gyö-

kerek fejlődnek. A különbséget e kérdéssel foglalkozó kutatók abban látják, hogy az állati szervezetben nagyarányú fehérjeanyagcsere megy végbe és így a karcinogén anyagok hatása a fehérjére vagy a fehérjebomlástermékekre terjed ki.

Összefoglalva tehát a növényi rákot előidéző anyagok hatástalanok az állati szervezetre. Az emberi és állati rákot előidéző anyagok közül a kátránytermékek a növényeken szervképződést indítanak meg. A növényi karcinogén anyagok a növekedési anyagegyensúlyt bontják meg, amikor is egyes helyeken erőteljes sejtosztódás indul meg, amely azután a növényi rák kialakulásához vezet. Az emberi és állati szervezetben a rákképző anyagok hatására a fehérjeanyagcsereben áll elő a változás és ki-fejlik az állati rák különböző megjelenési formáiban. *Dr. Bohus Gábor.*

A fehér eperfa ivari jellegének nem-öröklődő módosulása. Az eperfa többnyire kétlaki növény. SCHAFFNER J. H.¹ 1936 tavaszán megfigyelt több vi-

¹ SCHAFFNER J. H.: Stability and instability of sexual conditions in *Morus alba*. The Journal of Heredity 1937. 426—427.

rágzó fehér eperfát (*Morus alba* L.). Ezek közül tíz fát külön megjelölt, mégpedig 5 olyant, amelyeken csak hím barkák és 5 olyant, amelyeken csupa női barkák voltak. 1937-ben az újvirágzáskor azt a meglepő jelenséget észlelte, hogy az 5 — tisztán női jellegű — fa közül csak 3 fa őrizte meg a tiszta női jelleget, 2 fán ellenben a túlnyomó számú női barka mellett néhány hím barka, sőt néhány kevert barka — hím és női virágokkal vegyesen — is megjelent. Hasonlóképpen az 5 — tisztán hímjellegű — fa közül 2 fán szintén mutatkozott ivarváltozás, sőt az egyik hím fán oly nagyfokú volt az ivari jelleg módosulása, hogy túlnyomó többségben női barkák fejlődtek, későbbi bő terméssel.

Az itt elsorolt ivari változások nem tekinthetők öröklődő mutációknak, bizonyos ökológiai körülmények idézték elő azokat. A fák fiatalabb korában száraz volt az éghajlat, az utolsó évben ellenben bőven hullott a esapadék. Az ivar átöröklésének vizsgálatakor mindig figyelembe kell venni azokat a módosulásokat, amik nem olyan mélyrehatók, hogy kihatnának az élőlény genetikai felépítésére.

Regös József

III. AZ ÁLTALÁNOS BIOLÓGIA KÖRÉBŐL.

A sárgadinnye különös ivari alakjának öröklése. A sárgadinnye (*Cucumis melo*) a tökfélék (*Cucurbitaceae*) családjába tartozik. Ennek a családnak termesztett fajaira jellemző, hogy ugyanazon a növényen külön hím (termő nélküli) és külön női (porzó nélküli) virágok vannak. Ennek az ivari jelenségnek neve: monoecia vagy egy-lakiság. De az is lehetséges, hogy több porzós virág mellett néhány hímnős (kétivarú) virág is megjelenik egyazon növényen. Ilyenkor andromonoecia-ról beszélünk. Ennek ellentéte a gynomonoecia, amikor több termős virág és kevesebb hímnős virág észlelhető együtt. Ezekon kívül elgondolhatók még a következő rendellenességek: vegyesen találunk hím-, női- és hímnős virágokat: ez a trimonoecia. Ha az egyik egyénen csupa hím, a másik egyé- nen csupa női virágok fejlődnek, dioe-

cia-val vagy kétlakisággal állunk szemben.

1937-ben Kínából behozott sárgadinnyéken csupa hímnős virágokat találtak! Ez a hermaphrodita ivari alak. A hímnős dinnye jelentősége, hogy minden virágából termés lehet. Az új ivari alak örökléstani viselkedését keresztezési kísérletekkel állapították meg.¹ Ezen vizsgálatok szerint a dinnye hímnössége recesszív bélyegként viselkedik az egy-lakisággal szemben és két öröklési tényező befolyása alatt áll. Ennek folytán a második nemzedékben (F_2) négyféle ivari alak lép fel és pedig: monoecia, andromonoecia, gynomonoecia és hermaphrodita alakok, a Mendel-szabály

¹ POOLE, CH. F., GRUMBALL P. C.: Inheritance of new sex forms in *Cucumis melo* L. The Journal of Heredity 1939. 1.

szerinti 9 : 3 : 3 : 1 arányban, vagyis a legtöbb ivadék tisztán egylaki, a legkevesebb tisztán hímnős lesz.

CORRENS feltevése szerint a hímnős alak az ősi típus, ebből fejlődött kettős mutációval a többi ivari alak, oly módon, hogy a hiánytalan virágból eltűnt vagy a termő, vagy a porzó.

Regös József

A szelekció jelentőségének örökléstanai vizsgálata. A szelekció vagy kiválasztás fogalmának DARWIN óta nagy szerepe van az élettudományban. DARWIN a fajok keletkezésében döntő jelentőséget tulajdonít a természetes kiválasztásnak; eszerint a fajoknak a természetben állandóan keletkező igen sokféle új változata közül a legmegfelelőbb változatok fennmaradnak, kiválasztódnak, míg az alkalmatlanok elpusztulnak. A növény- és állatnemesítő mesterséges kiválasztással dolgozik, amennyiben csak a kívánt változatokat szaporítja tovább.

Nagy kérdés, hogy a szelekció mennyiben járul hozzá az új fajták létrehozásához? Ugyanis nem tagadhatjuk, hogy a kiválogatás, azáltal hogy csak a már úgyszólván meglévő alkalmas alakot engedí érvényesülni, tulajdonképpen nem teremt semmi újat. WOLTERECK R.¹ szerint „a természetben végbemenő fajképző kiválasztás nem tapasztalati igazság, hanem az íróasztal mellett született feltevés”.

A szelekció jelentőségéről két tanulmányt ismertetiünk. GOODALE H. D.¹ a fehér egér testsúlyának átöröklését vizsgálta szelektív kísérletsorozatban. A feltett kérdés az volt, hogy a testsúly meddig fokozható, ha nemzedékek számos során át mindig a legnagyobb egereket válogatják ki a szaporításra. A kísérletek 1930-ban kezdődtek kereskedelmi tenyésztőtől beszerzett egyformán albinó egerekkel, 5 hímmel és 11 nősténnyel. A párosítások a rokonságra vagy a korra való tekintet nélkül

történtek, mindig a legnagyobb súlyú egerekkel. 1932-ben, tehát két évi tenyésztés után, megállapították az első 500 hím egér átlagos súlyát: 26 gramm. 1936-ban az utolsó 500 hím egér átlagos súlyát 36.4 g.-nak találták, vagyis a testsúly a sorozatos kiválogatás következtében 40%-kal megnövekedett. Ugyanezen időszakban a nőstény egerek átlagos testsúlya 21.3 g.-ról 29.3 g.-ra nőtt, ami 37%-os emelkedést jelent. Az említett súlyok a 2 hónapos állapotra vonatkoznak, ami a mérések szerint körülbelül $\frac{2}{3}$ része a felnőttkori testsúlynak. A legnehezebb egér — a 6881-es számú hím egér — kéthónapos korában 48.1 g volt!

Hogyan magyarázhatjuk meg a testsúlynak ezt az állandó és végeredményben jelentékeny növekedését? Legvalószínűbb az a feltevés, hogy itt azzal a jelenséggel állunk szemben, amit az örökléstan polimériának nevez. E szerint az egér különböző kromoszómáiban a testsúlyt növelő gének vannak. Az egér testének sejtjeiben 20 kromoszóma pár van. Ha feltesszük, hogy minden egyes kromoszóma párban van egy — a testsúlyt növelő — domináns, illetve egy — a testsúlyt nem növelő — recesszív gén, úgy a természetben végbemenő válogatás nélküli kereszteződések alkalmával a különböző egyénekbe különböző számú súlynövelő gén kerül össze. Természetesen minél több súlynövelő gén kerül valamelyik egyénbe, annál nagyobb lesz annak a testsúlya. A véletlen minden lehetőséget megvalósít, vagyis lesznek olyan egyének, amelyekbe súlynövelő gén — illetve kromoszóma — egy sem jut, és akadnak olyan egyének is, amelyekbe csupa súlynövelő kromoszóma — összesen 40 gén — kerül. Azonkívül létrejönnek az összes átmeneti alakok. A szélsőségesen kicsi illetve szélsőségesen nagy egerek keletkezésének természetesen igen kicsi a valószínűsége. Kiszámítható, hogy több mint 1 billió (2⁴⁰) egyénre van szükség, hogy az összes lehetséges súlycsoportok megvalósuljanak! E szerint a szelekció hatása abban áll, hogy irányító hatásával aránylag rövid idő alatt olyan egyéneket hoz létre, amelyek egyre több és több súlynövelő gént tartalmaznak.

¹ R. WOLTERECK: Beobachtungen und Versuche zum Fragenkomplex der Artbildung. Biologisches Zentralblatt 1931. 231—253 old.

² H. D. GOODALE: A study of the inheritance of body weight in the albino mouse by selection. The Journal of Heredity 1938. 101—112 old.

Ezt a magyarázatot növényeken és állatokon végzett megfigyelések egész sora támogatja. De ha alaposabban meggondoljuk a dolgot, nehézségekre bukkanunk. Mint már említettük, a fenti kísérletek 16 egérrel kezdődtek, tehát már ebben a 16 egérben szétszórtan benne kellett legyenek az összes súlynövelő gének! Ennek igen kicsi a valószínűsége. És vajjon a súlynövelő domináns géneknek mik lehetnek a recesszív allél génjei? Nyilván súlycsökkentő gének. Az utóbbi gének felhalmozódása kellene, hogy csökkentse a testsúlyt! Azt se felejtjük el, hogy ha egyszerű polimériával, vagyis súlynövelő gének kombinációjával állunk szemben, akkor a szelekciónak határa van. Az összes súlynövelő gének összekerülése jelenti az elérhető határt. Ennek az elméleti határnak a megállapítása nem lehetséges, mert nem ismerjük a súlynövelő gének számát, ugyanis egyetlen kromoszómában több súlynövelő gén is lehet, továbbá a különböző súlynövelő gének hatóereje nem feltétlenül egyenlő nagyságú.

Mint hogy a fenti egérkísérletben annyira megnőtt a testsúly, hogy azt a 16 eredeti egérben szétszórtan meglévő kedvező gének összekerülése nem magyarázza meg kielégítően, feltehetjük, hogy a szelekciós kísérletek folyamán génmutáció történt. Mindenesetre meglepő, hogy a kísérletek alatt olyan gyakori volt a mutáció és még hozzá éppen a kísérletező által kívánt irányban! Nem lehetetlen, hogy a szelekció valami ismeretlen módon hat az ivarsejtek kromoszómáira és így módosítja az utódokat. Ennek kikutatása nagyban hozzájárulna a fajok keletkezésének megértéséhez.

KEMP W. B.¹ a természetes szelekció

¹ KEMP W. B.: Natural selection within plant species. The Journal of Heredity 1937. 329—333 old.

hatását figyelte meg egyes növényfajokon. 1936 tavaszán az észak-amerikai Unio Maryland államának különböző részein található állandó legelőkről egyenlő nagyságú gyepdarabokat vágtak ki s azokat a Mezőgazdasági Kísérleti Állomáson egységes talajba behelyezték. Ezekből a különböző gyepekből *Poa pratensis* és *Trifolium repens* hajtásokat vettek és az azokból fejlődő növényeket — az eredeti gyeptalajtól függetlenül — összehasonlították olyan területek hasonló növényeivel, amelyeket nem használtak legelőnek. A vizsgált gyepek említett növényeiről magot is szedtek és az ezekből fejlődött növények mindenben megegyeztek a hajtásokból fejlesztett növényekkel. Ezzel igazolódott a vizsgált növények genetikai azonossága.

Az összehasonlító vizsgálat kiderítette, hogy a gyakran legeltetett területekről származó *Poa* és *Trifolium* alacsony termetűek, ellenben az évek óta nem legeltetett területeken ugyanezen növényeknek magastermetű változatai élnek. Ugyanis a legeltetett területeken az alacsony termet növeli a fennmaradás esélyeit, ellenben a szénamezőkön a magasra növő füvek elnyomják az alacsony növénytipusokat. Mint hogy a vizsgált területeket már 35 év óta nem bolygatták, ez alatt az idő alatt a *Poa pratensis*-nek és a *Trifolium repens*-nek különleges — a körülményekhez alkalmazkodó — alakjai keletkeztek természetes kiválasztás által.

Ha összehasonlítjuk a mesterséges és a természetes szelekciót, látjuk, hogy míg a mesterséges szelekció a tenyésztő szigorú elvei szerint megy végbe, addig a természetes szelekció korlátlan lehetőségeket valósít meg s azonkívül végtelen sok egyén és végtelen hosszú idő áll rendelkezésére.

Regős József.

IV. A KÉMIA KÖRÉBŐL.

A tantál alkalmazásai. Az utóbbi években a ritkább fémek jelentősége egyre fokozódik. Nemrég a gallium szerepét ismertettük, most a tantál alkalmazásairól akarunk megemlé-

kezni.¹ A tantált ECKEBERG fedezte fel 1802-ben, de hosszú idő telt el,

¹ Scientific American, 162. köt., 6. füzet, 334. l., 1940.

amíg el tudták különíteni. Gyakorlati alkalmazása csak 1918 után kezdődött, de azóta egyre szélesedik. Ehhez olyan módszereket kellett kidolgozni, amelyekkel a tantált kellő mennyiségben lehet előállítani, meg kellett állapítani fizikai és vegyi tulajdonságait, tökéletesíteni felhasználásának módjait és eszközeit. A tantált nem lehet az ércekből a régi olvasztó és redukáló módszerekkel kivonni, ehhez kémiai folyamat kell. A tiszta oxidot poralakú fémmé redukálják, ezt pedig villamos kemencében tömör fémmé alakítják. A tantál szürke színű. Hengerléséhez, nyújtásához és hegesztéséhez különleges technika kell. A gyakorlat szempontjából több kedvező tulajdonsága van. Vegyi hatásokkal szemben ellenálló, e tekintetben a legtöbb fémet és ötvényt felülmúlja. A levegőn közönséges hőmérsékleten nem változik, magasabb hőmérsékleten vékony felületi rétegben oxidálódik. A savak közül csak a fluórsav támadja meg. Sók, gázok, alkoholok, ketonok, aldehidek és eszterek nem hatnak rá. Magas hőmérsékleten is elnyeli és magában tartja a gázokat. Erőssége az acélhoz hasonlítható.

A tantált említett nagyfokú vegyi ellenállásánál fogva kémiai eszközökben kiterjedt mértékben használják. Nagy erőssége miatt vékony lemezeket lehet belőle használni, még ha nagyobb nyomás hat is rá. 0.5 mm vastag falú cső cm^2 -ként 100 kg nyomást is elvisel. Így a tantál a kémiai eszközökben az üveg semlegességét és az acél erősségét egyesíti. Sokszor az is lényeges, hogy a vegyi folyamatban keletkező hőt elvezessük. Ilyenkor a tantál jó hővezetésénél fogva az üveggel szemben is előnybe kerül. Csakhogy sok munka kellett ennek megvalósításához. Éppen ezekben az eszközökben a tantált csőalakban kell készíteni, de kezdetben a tantált nem tudták húzni és hegeszteni. Ha kémiai semlegességét meg akarják tartani, akkor olvasztás közben a levegőtől védeni kell, az olvasztó berendezést pedig forrasztás nélkül kell készíteni. Ma már tudják a tantált hegeszteni önmagával és más fémekkel. Folyékony felület alatt végzik ezt különleges eljárással. Mint egyik alkalmazását meg-

említjük, hogy keverők gyanánt tantállal bevont acélt használnak a tantál kémiai semlegessége miatt. Ugyanezért pengéket is készítenek belőle.

A wolfrámszálas izzólámpák előtt a régi szénszálat először ozmium-, majd tantálszállal pótolták. Így a fogyasztás 1.7 watt volt gyertyánként, tehát fele a szénszálas égőének. De a tantálszálas lámpák alig kerültek forgalomba, mert a wolfrámszál rögtön kiszorította a tantált. Elektrolitikus egyenirányító cellákban használtak tantál-elektrodát, a másik elektród pl. ólom. Ekkor az áram csak a folyadékból a tantál felé áramlik, de ellenkező irányban nem. Így a cella a váltóáramnak csak egyik irányát engedi át. Ma az ilyen egyenirányítókat már kevésbé használják. Régebben az elektroncsövek egyes részeit is készítették tantálból, mint az anódot vagy rácst, de csakhamar olcsóbb fémekkel pótolták.

A tantált nemcsak tiszta állapotban használják. A tantál-karbidból számrészeket és kifáradás ellen védett géprészeket készítenek. A wolfrámkarbid néhány évvel ezelőtt még mint tökéletes acélvágó szerepelt, de nem vált be úgy, mint gondolták. Igen kemény, gyorsan vágott, de a vágás helyén krátterszerűen kimélyedt. Továbbá elkopott ott, ahol a forgács dörzsölte, amint az élt elhagyta. A tantálkarbidon ez a kimélyedés nem keletkezik és minden tekintetben megfelel az acél feldolgozására. Kenőanyag nem kell hozzá. A tantálkarbidból ugyanilyen okokból vágómintákat (sablon) is készítenek.

A tantung tantálkarbidnak és wolfrámnak ötvénye. Előnye az, hogy önteni lehet. A tantálkarbidot lágy állapotban hozzák a kívánt alakra és azután megkeményítik. A tantung nem olyan kemény, mint a tantálkarbid, de kevésbé törékeny. Szintén az acél feldolgozására használják, különösen megszakított munkamenetben, ahol sok lökést kell elviselnie. Ezt a törékenyebb karbid nem bírja ki. A tantungnak az az előnye is megvan, hogy alakját melegítéskor is megtartja. Nagyméretű alakvágó mintákra használják, általában mindenütt, ahol nagy nyomásnak és ütésnek van alávetve.

Bajos előre megmondani, milyen téren lesz még a tantál fontos nyersanyag. De minden kis haladást hosszú és nehéz munka előz meg, mert minden új alkalmazáshoz a tantál viselkedését külön tanulmányozni kell. Eddigi elterjedését is annak köszönheti, hogy nem ismerünk még egy elemet, amelyben a tantálnak említett tulajdonságai egyesítve lennének. *M. J.*

Egyszerű módszer a magyar barnaszén fűtőértékének megállapítására. Az úgynevezett kalorimetrikus bomba beszerzése meglehetősen drága. A szénnek részletes elemzése pedig ugyancsak nagy felszerelést és sok időt kívánó munka, amelyet kisebb gyártelepek nem engedhetnek meg maguknak. Ezért figyelemreméltó a KNAPP által javasolt egyszerű módszer, amelynek elvégzéséhez a szénmintának csupán a nedvesség- és hamutartalmát kell meghatározni. A százalékban megadott nedvességtartalomhoz most hozzáadjuk a hamutartalom százalékszámát, az összeget levonjuk százból és megszorozzuk egy különleges szorzószámmal. A szorzat eredménye gyakorlatilag elfogadható pontossággal máris megadja a szén fűtőértékét.

A módszernek leglényegesebb folyamata természetesen a szorzószám megállapítása. Ennek számszerű értéke ugyanis a szén minősége, hidrogén-, oxigén- és kéntartalma szerint változik 5320 és 8210 között. Minden barnaszénfajtára tehát előzetes kísérletekkel kell a tényező értékét meg-

állapítanunk, ami mindenesetre nagy munka. Még mindig kisebb fáradságot jelent azonban, mint ha minden egyes szénmintát teljes vizsgálatnak kellene alávetnünk. (V. ö. Magyar Mérnök-egylet Közlönye 74, 97–98. 1940.)

Dr. Kendi Finály István.

Vitaminmeghatározás pikrinsavas titrálással. A pikrinsavban, ebben a jólismert robbanóanyagalkotórészben igen jól használható térfogatossá elemzési eszközt találtak. Kísérleti úton kiderült ugyanis, hogy ibolyántúli fényben csupán az a csukamájolaj vagy más olajos oldat mutat zöldessárga színeződést, amelyben A - v i t a m i n van. Ha mármost oxidálószerket csöpögtetünk hozzá, lassankint halványulni kezd a fluoreszkálás és bizonyos mennyiségű szer adagolásával teljesen megszűnik (optikai nyelven szólva: kioltódik). KEDVESSY vizsgálatai szerint¹ erre a kioltásra a pikrinsavnak kloroformos vagy alkoholos oldata nagyon alkalmas, mivel a pikrinsav-oldat mennyisége egyenesen arányos a kioltott A - v i t a m i n mennyiségével. Ha olyan töménységű pikrinsav-oldattal dolgozunk, amelynek vitamin-egyenértékét előzetes kísérletekkel pontosan meghatároztuk, egy-egy vitamintitrálás rendkívül gyorsan elvégezhető az ibolyántúli sugarakat kibocsátó lámpa fényében.

Dr. Kendi Finály István.

¹ V. ö. Magyar Gyógyszerésztud. Társ. Ért. 16, 462. 1940.

V. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Tárgyak leképezése ultrahang-hullámokkal. Ezt a leképezési módot POHLMAN berlini tanár találta ki.¹ A tárgyra, melyet leképezni akar, ultrahanghullámokat ejt. A tárgy a hullámokat visszaveri. A visszavert hullámok útjába homorú tükröt vagy megfelelő gyűjtőlencsét helyez és ezzel a tárgy valódi képét előállítja. Ez a kép persze nem látható, mert az ultrahanghullámok a szemre nem hatnak. POHL-

¹ Forschungen und Fortschritte 1940. 22/23. sz.

MAN láthatóvá tudta tenni. Hogyan? Annak a ténynek a felhasználásával, hogy ha ultrahanghullámok olyan közegen hatolnak át, melyben igen apró hosszúságú vagy lemezszerű szilárd részecskék lebegnek, akkor e részecskék a hullámok hatására elrendeződnek, mégpedig úgy, hogy hosszmereteik, illetőleg lapjaik a hullámfelülettel párhuzamosak lesznek.² Az elrendeződött részecskék — ha a közeget megvilágít-

² Zeitschr. für Physik, 1937. 107 és 497. lap.

juk — másképen verik vissza a fényt, mint a rendezetlenül maradottak s így az elrendeződés a visszavert fény révén észrevehető.

A tárgy, melyről POHLMAN említett értekezésében képet közöl, egy kereszt. A keresztet vízbe süllyesztette és közlelben, ugyancsak a vízben, kvarcoszcilátort helyezett el, mely másodpercenként 800 ezret rezgett. Ez az eszköz indította a hullámokat a vízben. A keresztől visszavert hullámok útjába — ugyancsak a vízben — lencsét helyezett el s ezzel előállította a kereszt láthatatlan képét. Azon a helyen, ahol e kép keletkezett, lapos edényt süllyesztett a vízbe, mely xylollal volt megtöltve s a xylolban igen apró lapos alumíniumrészecskék lebegtek. E részecskék a kép helyén a „megvilágítás” erősségének különböző fokozatai szerint többé-kevésbé elrendeződtek. A xylolt oldalról megvilágította s ezzel az ultrahangkép sötét alapon láthatóvá vált (lásd az ábrát).

Ilyen eljárással valamely tárgyról át-

látszatlan közegen keresztül is lehet felvételt készíteni, ha azon a közegen át tudnak hatolni az ultrahanghullámok,



s így mintegy át lehet látni a fénysugarak számára átjárhatatlan rétegeken. Azután arra is fel lehet használni ezt a leképezési módot, hogy vele — akár csak a Röntgen-sugarakkal — fémtárgyakban hibákat, repedéseket észre tudjuk venni.

Szabó Gábor.

VI. A METEOROLÓGIA KÖRÉBŐL.

A légköri villamosság feszültsége a talaj közelében. A villámok fényes játéka lenyűgözően hat a legtöbb emberre. Sokan félnek is tőle, bár tudják már, hogy nem pogány istenek viaskodnak fenn, hanem a villamosság rendezi látványossággal egybekötött erómutatványait. Nem olyan általánosan ismeretes azonban, hogy a villámok csattogása közben, de még a zivatar nélküli, szép időben is, itt lenn a földön, közvetlen környezetünkben, sőt bennünk is, villamos jelenségek játszódnak le. A levegőben ugyanis mindig van villamosság, a földfelületén éppen úgy, mint 30—40 kilométer magasságban, a puszták homokja, meg a tenger hullámai felett is.

Ennek az ú. n. légköri villamosság-nak az eloszlását leginkább úgy jellemezhetjük, ha megmondjuk, hogy hol mekkora feszültségű. Az ionokról most nem beszélünk.

A feszültséget ú. n. sztatikus feszültségmérőkkel mérjük. Úgy gondoljuk, hogy a Föld — ez a nagy vezetőgömb —

nulla feszültségű és ehhez a nullához képest kapjuk majd a különböző feszültségeket. A feszültségmérő egyik sarkát tehát a Földhöz kötjük, a másik sarkára kötött huzal végét pedig szigetelő rúd segítségével különböző magasságokba helyezzük. Ennek a huzalnak a végére a feszültség felvételének megkönnyítésére tegyünk valamilyen ionosító anyagot, pl. tóriumot.

Azt tapasztaljuk, hogy minél magasabbra helyezzük a huzal végét, annál nagyobb feszültséget mutat a voltmérő.

Ha a mérőhuzallal vízszintes irányban haladunk, mindaddig nem változik a feszültség, amíg valami kiemelkedő tárgy közelébe nem érünk. Itt csökken, de hamar ráatalálunk az eddigi feszültségre, ha feljebb emeljük a mérőhuzal végét: úgy látszik, mintha a feszültség vonala felfelé megkerülné a kiemelkedő tárgyakat.

Ilyen és hasonló méréseket sok helyen végeztek. Az eredményekről tudjuk, hogy a feszültségek eloszlása a

következő: kiemelkedések nélküli területen, a tenger szintjében lévő talaj felett 1 méter magasságban az egész világon átlagban +130 Volt. Ugyanakkora feszültségű pontok összesége sík terület felett szintén síkot alkot: „feszültség-síkot”. Minél magasabbra megyünk, annál nagyobb feszültségű feszültség-síkokat találunk, ezek párhuzamosak egymással. De ugyanakkora feszültség különbségért mindig magasabbra és magasabbra kell mennünk. Pl., ha 1 m magasságban +130 Voltot találunk, akkor 2 m magasán 260 Volt-nál kevesebb lesz a feszültség. Az egy méterre eső feszültség-különbség tehát felfelé mindig csökken, több ezer méter magasságban egy méteres függőleges távolságra már csak néhány Volt feszültség-különbség jut. A Földhöz képest azonban mégis nagy marad a feszültség.

A talajból kiemelkedő tárgyakat, ha vezetőnek tekinthetők és vezetői összeköttetésben vannak a talajjal, a feszültségsíkok nem metszik, hanem — amint már fentebb is láttuk — meggörbülve fölējük emelkednek és csak nagyobb magasságban simúlnak ki ismét. Ilyenkor azonban inkább „feszültség-felületek”-nek nevezzük őket.

A feszültség-síkok térbeli elhelyezkedését természetesen a talaj kiemelkedésein kívül az időjárás is nagy mértékben módosítja. A légköri villamosság szempontjából zavartalan napokként jönnek számításba a felhőtlen (legfeljebb kissé fátyolfelhős), szélszélmentes napok. A közép magas vagy alacsony felhők legnagyobb része villamossággal töltött és így — saját maguknak is lévén elektromos terük — a feszültségfelületek szét párhuzamososságát elrontják. Megeshetik ilyenkor, különösen hatalmas töltésekkel rendelkező zivatarfelhők alatt, hogy embermagasságban nem néhány száz, hanem néhány ezer Voltot is találunk. Hegyeken, ahol a feszültség-felületeknek természetes összesűrűsödése miatt már eleve nagy a feszültség, a talajtól számított kisebb magasságokban is, egy közeledő zivatarfelhő tíz-tizenötezer Volt feszültség-különbséget is okozhat méterenként. Ha aztán a levegő vezetőképessége megfelelő, ilyenkor kisülés is keletkezhetik.

Tengerszinti magasságban is előfordulhat ilyen eset, hogy vagy maga a zivatarfelhő óriási villamos tere, vagy általa a talajon szinte összenyomott feszültség-felületek egy kiemelkedő hegyes vezetőoszlop (pl. templom tornya, villámhárító rúdja stb.) felett néhány cm távolságban akkora feszültségkülönbséget okoznak, hogy csendes kisülés jön létre. Az ilyen kisülést nevezik Szt. Elmó tüzésnek is. Ilyet látni tengeren a hajók árbocain, hegyeken, a fenyők tűlevelein, magasra tartott kézujjakon, vállon tartott villa hegyein, csákó hegyén stb.

A felhőkből alázuhanó csapadéknak is van villamos töltése, sőt éppen ez okozza a felhő villamosságát. A sok töltött esőcsepp, jég, vagy hópihe pozitív vagy negatív, kisebb vagy nagyobb töltése szerint megmáshatja a földi villamos teret. Bár ritkábban, de az is előfordul, hogy a feszültség-felületek negatív feszültségűek.

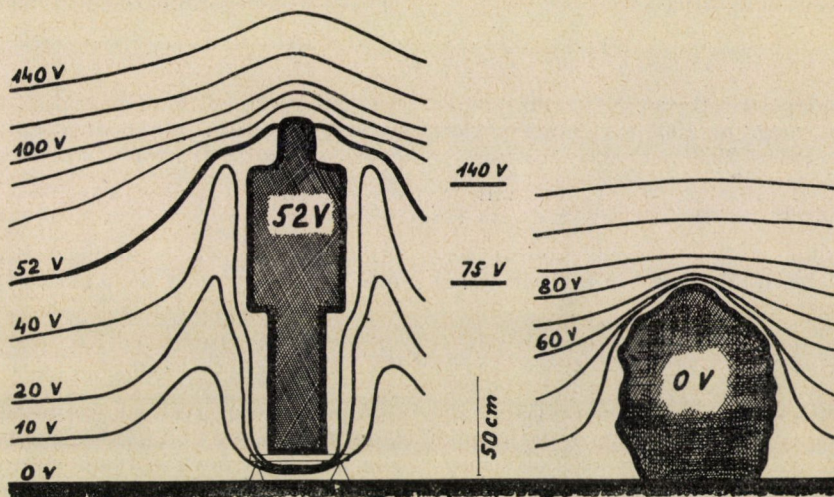
Mindezekről függetlenül a légköri villamosságnak van ú. n. napi és évi menete. A menet alatt most szabályos, időhöz kötött változásokat értünk, a változás pedig feszültség-változást jelent. Úgy kell gondolnunk, mintha a feszültség-felületek a nap folyamán többször emelkednének és süllyednének. Az emelkedéskor természetesen ugyanakkora magasságban kevesebb lesz a feszültség, süllyedéskor több. Hajnalban és délben csökken, délelőtt és este emelkedik a feszültség. Az évi menetben télen nagyobb, nyáron kisebb. Legnagyobb a feszültség februárban, legkisebb június—júliusban.

A légköri villamosság szempontjából az ember is csupán a talajból kiemelkedő vezető test és a feszültség-felületek aszerint helyezkednek el körülötte, vagy felette, hogy vezetői összeköttetésben van-e a talajjal, vagy nincs. Ábránkon látható egy idevágó mérés eredménye. A sötétre vonalkázott emberi alak körül látható görbe vonalak a feszültség-felületek metszetei. Az ábra jobb felén látható két rövid egyenes jelenti, hogy abban a magasságban — ember nélkül — mekkora volt a feszültség. Az ember alacsony szigetelő állványon áll s mint vezető test a villamos térben felvesz bizonyos feszültséget.

Első pillanatban azt várhatnók, hogy csupán feszültség-megoszlást tapasztalunk, mivel azonban a test több pontján is ugyanakkora a feszültség, arra kell gondolnunk, hogy a szigetelten álló emberi test a felvevő kollektorokhoz hasonlóan egy — felületre merőlegesen eső — feszültségsík feszültségét veszi át (a test feszültségének mérésekor nem működhetett a tér mérésére használt tórium-kollektor).

Kérdés, vajjon hat-e a légköri villamosság egyik, vagy másik módon az emberre? Ha másképen nem is, talán úgy, hogy az összesűrűsödött feszültség-felületek valamilyen hatással vannak az embert környező levegőben lévő ionokra, amelyek belelegzéssel az ember belső szerveibe kerülnek. Ennek a kutatása azonban már a biológusok feladata.

Flórián Endre.



A test feszültsége — a földhöz képest — aszerint változik, ahogyan a légköri villamosság feszültsége alakul. Jó szigetelő talpakon járó ember tehát (csakis a szabadban, mert szobában nincsen villamos tér) pl. zivatarfelhő alatt, ha a feszültség méterenként ezer Voltot is elér, öt-hatszáz Volt feszültségre is feltöltődhetik. Sőt — mivel ilyenkor a légköri villamosság sokszor pillanatról pillanatra változhatik s negatív értéket is ölthet, az ember feszültségének nagysága is, meg az előjele is ugyanúgy, gyors egymásutánban változhat.

Más a helyzet, ha nincsen jól szigetelő talpunk (pl. nedves a cipőnk). Ekkor nagyjából ugyanúgy hajlanak a feszültség-felületek az ember fölé is, mint az ábra jobb felében a bokor fölé. Az ember, mint a bokor ágai és levelei, nulla feszültségű — a Földhöz képest. Felette tehát nagyon összesűrűsödnek a feszültség-felületek.

165 évi hőmérsékletmegfigyelés Prágából. Európa délkeleti részében Prága, Bécs és Budapest a legrégebb meteorológiai állomások, amelyeknek immár jóval több mint egy, illetőleg $1\frac{1}{2}$ évszázadra terjedő hőmérsékleti megfigyelései vannak. Klimatológusnak hálás feladat egy ilyen hosszú sorozat egyöntetűvé tétele, mert csakis hosszú homogén adatsorból adhatunk sok kérdésre megnyugtató választ. Első sorban a napjainkban oly sokat vitatott éghajlatváltozásra — helyesebben éghajlat-ingadozásra — nyerünk nagy értékű bizonyító adatot. Prágában a megfigyelések kifogástalan módon 1775-ben a csillagdában vették kezdetüket és 165 éven át ugyanazon a helyen folytak — a csillagda északi falán elhelyezett kis bádogházikóban — megfigyelések, néha egy emelet különbséggel, aminek azonban nem lényeges befolyása a megfigyelések értékére. Ennyire egyöntetű, állandóan

ugyanazon a helyen végzett megfigyelési sort nem ismerünk még egyet a föld kerekességéről. A Klementinum csillagdjájában végzett megfigyeléseket HLAVÁČ¹ prágai meteorológus dolgozta fel és nagy körültekintéssel tette a sorozatot egyöntetűvé, azaz, hogy a régi megfigyelések ugyanolyan értékűek legyenek, mint a legújabb évtizedekből valók.

Prága 160 évi hőmérsékleti törzsértékei (1775—1934):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tél	Tavas	Nyár	Ősz	Év
-1.2	0.5	3.8	9.1	14.6	17.9	19.7	19.0	15.2	9.7	4.0	0.5	-0.1	9.2	18.9	9.6	9.4°C

Budapestre BACSÓ NÁNDOR² állapította meg a 100 évi hőmérsékleti sort (1831—1930):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tél	Tavas	Nyár	Ősz	Év
-1.3	0.6	5.4	11.5	16.8	20.1	21.9	21.1	16.6	11.3	4.7	0.3	-0.1	11.2	21.0	10.9	10.7

az alkotott különbségek szerint természetesen Budapest általában jóval melegebb:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tél	Tavas	Nyár	Ősz	Év
-0.1	+0.1	+1.6	+2.4	+2.2	+2.2	+2.2	+2.1	+1.4	+1.6	+0.7	-0.2	0.0	+2.0	+2.1	+1.3	+1.3

HLAVÁČ éghajlati monográfiája táblázatainak végigtekintve azt láthatjuk, hogy a prágai hőmérsékleti megfigyelésekből az 1775—1924 évek között 25 évenként kiszámított középértékek szerint a XVIII. század vége felé általában enyhe telek voltak, a XIX. század derekán ismét szigorúbbakká váltak, majd újból feltűnő enyhe lett a XX. század első 25 évének téli közepe. Pl. a téli közepek: 1775—99=0.14°, 1825—1849=-0.66° és 1900—1924=-0.56°. Ha már most a nyarak átlagos hőmérsékletét vesszük vizsgálat alá, úgy azt látjuk, hogy azok feltűnően enyhébbekké váltak, mégpedig a hat

¹ V. HLAVÁČ: Die 165 jährige Prager Temperaturreihe von 1775 bis 1939. Meteorologische Zeitschrift 57. 1940. 267—271. Braunschweig, 1940.

² BACSÓ NÁNDOR: Buda 100 éves hőmérsékleti közepei. Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz. 1932. okt.—dec. Budapest, 1932.

25 éves sor értékei: 19.4°, 19.4°, 19.0°, 18.7°, 18.6° és 18.3°. Hasonló viselkedést mutatnak Budapest³ hőmérsékleti megfigyelései is, ami kétségtelenül azt mutatja, hogy nagyobb területen hasonló, egyirányú éghajlat-ingadozás lép fel. Az elmúlt 165 év alatt a legforróbb év az 1834-i volt 11.5° évi középpel (Budapesten is ez volt a legmelegebb év 12.6°-kal, ami megfelel Milano évi középhőmérsékletének), a leghidegebb esztendő 1799 volt

6.4° évi középpel (Budapesten az 1799 évi megfigyelései elkallódtak, a 100 éves sorban 1840 volt a leghidegebb

9.2° évi középpel — megfelel Berlinnek — és ezt még felülmutta 1940, 9.0° évi középpel.)

A prágai megfigyelések szerint páratlanul nagy hőség volt 1781-ben, amikor aug. 25—szept. 5-e között a hőmérséklet nap-nap mellett a 25°-ot meghaladta. Szokatlan hőség uralkodott, amilyent azóta sem jeyeztek fel a 165 év alatt egyetlen nyáron sem. Érdekes, hogy a hőség szeptember első napjaiban tetőzött, minden nap a 30°-ot elérte, sőt a forróság 5-én 33.1°-ra emelkedett. Egész Közép-Európában nagy meleg volt ekkor és az Egyetem könyvtárában őrzött KITAIBEL PÁL hagyatékában megtalált budapesti hőmérsékleti feljegyzések szerint ez az augusztus volt a legforróbb (24.6°) és ehhez legközelebb állott 1834 augusztusa 23.5° és 1890 ugyancsak nagyon meleg volt, mert ekkor a haviközép 24.1° volt.

Dr. Réthly Antal.

³ A. RÉTHLY: 100 jährige Temperaturmittel von Budapest. Meteorologische Zeitschrift 51. 1934. 43—44. Braunschweig, 1934.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrészt
ívnyi tartalommal;
időnkint szövegek közti
ábrákkal illusztrálva.

KÖZLÖNYHÖZ

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a Társulat tagjai évi 2 P ráfizetéssel kapják; előfizetési ára a Természettudományi Közlönyvel együtt 12 P.

73. KÖTETHEZ

1941. ÁPRILIS—JÚNIUS

222. FÜZET

Az atom és a csillagok.¹

A fizika legújabb eredményei egy ismeretrendszerbe foglalják az atomtól a csillagokig az egész világegyetemet.

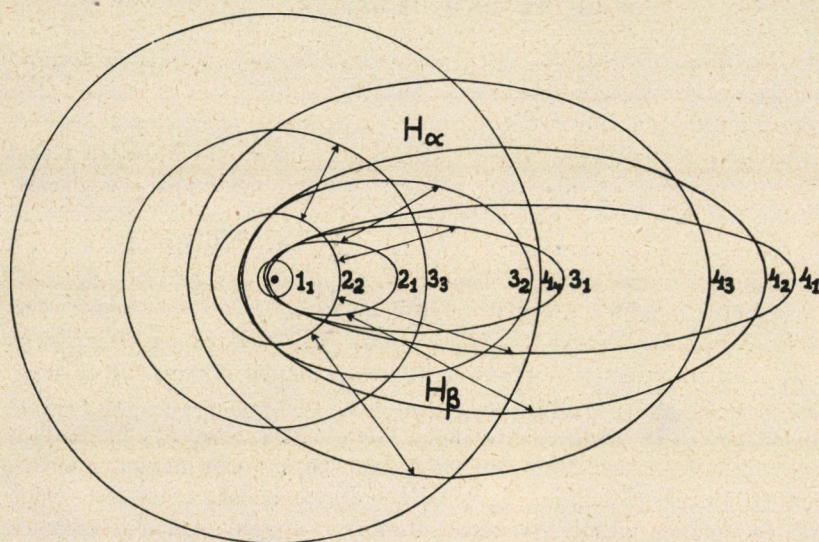
Az atom fogalma több mint kétezer éves; a legújabb időkig mint feltevés szerepelt. Atomon DEMOKRITOS az anyag legkisebb, már oszthatatlan részét értette, amely rész még az anyagot jellemző tulajdonságokkal rendelkezik. Az újabb időkben a kémiai elemek legkisebb részeit nevezzük atomoknak. Az emberi lélek elvont gondolkodására jellemző, hogy nem elégszik meg a kézzel fogható tényekkel és szemléletekkel, hanem ezek mögött egyszerűbb, áttekinthetőbb sémát keres, hogy ez a séma vezetőként szolgáljon a jelenségek ezerarcú útvesztőjében. Azt hiszem, hogy az emberi léleknek ez az ösztönszerű követelése az, ami az exakt tudományok lélektani alapját is teszi. Ilyen megsejtésből született az atomfogalom, vagy atomkép, amely kép azonban csak az utóbbi négy évtized első éveiben nyert valóságértéket. Más szóval egy hipotétikus kép kétezer éven át foglalkoztatta az emberi képzeletet, szerepet játszott a természetről alkotott elképzeléseinkben, a nélkül, hogy a valósága be lett volna bizonyítható és mégsem merült feledésbe. Talán ez a szívóssága a feltevésnek bizonyítja az életrealitását. Végre a természettudományok kutatási módszerei és eszközei annyira fejlődtek, hogy az atomok valóságos létezése kísérleti úton bebizonyult és így a kétezer éves feltevésből tapasztalati tény lett. Bár egy atomot ma sem tudunk közvetlenül láthatóvá tenni, mégis több mód van rá, hogy a hatását, útját az egyszerű szemnek is láthatóvá tegyünk. Így radioaktív eredetű héliummagok bizonyos anyagokon kis felvillanásokat képesek kiváltani vagy az útjukat láthatóvá tudjuk tenni vagy fényképező lemezekben a beütődési helyüket le tudjuk fényképezni.

Miután kísérletekkel megállapították, hogy az atomok önálló testecskek, önálló egyének, a fizikai kutatás és felfogás egészen gyors változáson ment át. A cél egyenesen az volt, hogy további részleteket ismerjünk meg az atomokról.

És e ponton nem felesleges megemlíteni, hogy e munkát, e fizikai kutatást ugyanazzal a módszerrel és ugyanazokkal a fogalmakkal végezték, amely fogalmakból mindenki kapott egy kis ízelítőt a közlekedő edények törvényében, vagy az emelő, vagy lejtő törvényeiben, amint ezeket nem szakkörökben ma is, mint jellegzetes fizikai megismeréseket emlegetik. Ezekkel az egyszerű, de felépítésükben exakt fogalmakkal, a fáradságos kísérleteknek százaival jutott előre

¹ A kolozsvári F. J. T. E. szabadegyetemén 1941. áprilisban tartott előadás.

a kutatás arra a felépítésében szinte szédítő magaslatra, ahonnan ma rövid egy óra alatt is mesés tájakat tekinthetünk át. Ez a haladás nem volt feltűnés nélküli. Egyetemi hallgató koromnak egyik legnagyobb meglepetése volt az a megismerés, hogy az anyag valójában villamosságból áll. Ez meglepően kell, hogy hasson minden jó polgárra, mert hiszen a köznapi élet tapasztalatai alapján abban a hiszemben élünk, hogy a kézzel megfogható anyag: a fa, kő, vas stb. mind jól ismert közönséges dolog: ellenben a villamosság mindig valami misztikumot rejt magában. És mégis az anyag szerkezetéről való ismereteink csaknem teljesen az anyag villamos oldaláról származnak. És az eredmény: ma tudjuk azt, hogy az atom egy csodálatos pontossággal működő villamos-

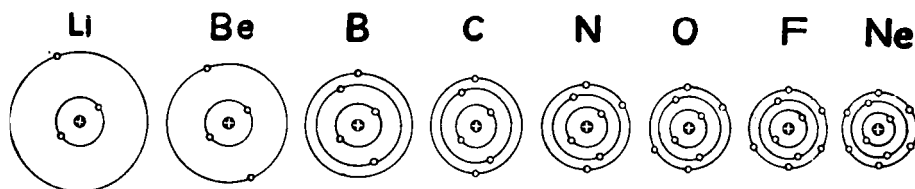


1. ábra. Elektronpályák a H atomban. A középpontban levő fekete pont jelzi a pozitív atommagot. A negatív töltésű elektron normális állapotban a legbelső körön foglal helyet. Energia felvétel esetén (fényelnyelés, v. elektron ütközés) az elektron a magtól távolabb, több pályán (kör v. ellipszis) foglalhat helyet. E pályák és adataik számítás után vannak megszerkesztve. H_α , H_β stb. jelzések a H atom egyes színképvonalait jelzik. A pályák adataiból számított hullámhosszak H_α , H_β stb.) jól egyeznek a tapasztalattal.

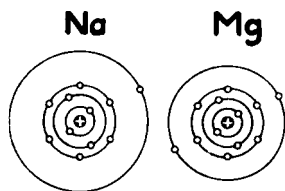
szerkezet. Ennek a szerkezetnek a mérete 10^{-8} cm, azaz száz milliomod centiméter nagyságrendű. Olyan méretű, amely már jóval túl van nemcsak a szemlélés, hanem az elképzelés határán is. Természetes, hogy e mérések kerülő utakon történnek, de e számainkban éppúgy bízhatunk, mintha íróasztalunk hosszát mérnők le centiméterekben.

Az atomot olyan szerkezetnek gondoljuk, amely térbelileg egy gömbben foglal helyet, e gömb középpontjában van az atom tömege, nagyságrendben kvadrilliomod gramm és pozitív villamossággal van ellátva. E központi rész, úgynevezett mag körül, tőle aránylag nagy távolságban kis tömegű, de ugyancsak villamos töltésű részek, az ú. n. elektronok vannak keringésben. Az elektronok gyorsan keringenek a középponti mag körül egy vagy több gömbhéjon (1. ábra). Az elektronok általában különböző gömbhéjakon foglalnak helyet,

illetőleg különböző gömbhéjakon keringenek. Az egyes kémiai elemek atomjain igen jól ismerjük a gömbhéjak méretét és a rajtuk keringő elektronok számát. A kémiai elemek atomjai egymástól különböznek a mag tömegében, a mag villamos töltésének nagyságában, a keringő elektronok számában és a pályájuk elrendeződésében (2. ábra). Mindnyájan megegyeznek azonban abban, hogy hasonló fizikai viselkedést mutatnak. A mag és az egész atom méreteire megjegyzem, hogy ha a magot egy mákszem nagyságúnak képzeljük, az atom körülbelül húsz méteres átmérőjű gömbnek felel meg. Tehát az atom térfogatának túlnyomó része üres, csak igen kis része van valósággal kitöltve. Hogy az atomok mégsem hatolnak egymásba, annak oka az, hogy igen erős erőközpontokat képviselnek, amelyek az egymásba hatolást megakadályozzák.



2. ábra. Elektron elrendeződések (gömbhéjak). A körök fölé írt jelzés az illető atom kémiai jele. A középpontban levő + jelek a pozitív töltésű magot jelzik. A mag pozitív töltéseinek száma ugyanannyi, mint a körpályákon elhelyezett egyszerű körök, amelyek a negatív töltésű elektronokat jelzik. A magok méretét az ábra nem tudja visszaadni, mert az a legnagyobb körök átmérőjének kb. tizezredrésze. Az elektronpályák méretei egymás között a tudomány mai állásának megfelelő arányokat tüntetnek fel. Így a nagyatmerek az atom-átmérőknek felelnek meg és amint az egyes ábrák mutatják, az atommmérők a lithiumtól a neonig csökkennek, a nátriumnál újra nagyobbak.



Bár az atomok elképzelhetetlen kicsinyek, mégis sokféle kísérletet tudunk velük végezni. Képesek vagyunk egyes elektronjaikat eltávolítani és lemérni, hogy erre a célra milyen munkát kell végezni. Az elektronok képesek más és más pályán végezni keringésüket, de ahhoz szükséges, hogy az atomok energiát vegyenek fel. Ezt az energiaközlést más és más módon tudjuk az atomokkal elvégezni és le tudjuk mérni a közlött energiát és a fellépő pályaváltozásokat is. Az atomok fényt tudnak elnyelni és közben változtatják az elektronok pályáikat, amelyeket szintén ismerünk. Az atomok fényt sugároznak, miközben szintén tudjuk, hogy a keringő elektronok miképpen változtatják pályájukat. Mindezekre a jelenségekre nézve számszerű ismereteink vannak és ezen ismereteknek és az atommechanizmus működésének ismerete alapján az összes kémiai elemek atomjairól olyan világos képünk van, hogy a mellékelt táblázatban egyenként fel vannak tüntetve az atomok jellemző adatai, elektronjai és az elektronok pályáit jellemző számok. Az atomszerkezet vagy az atomok elektronjainak az elrendeződése jelenti az anyagról való legmélyebb ismereteinket és mondhatjuk, hogy ezen elektron elrendeződésektől függ az anyagok mindenféle viselkedése, tehát mindaz, amit a köznapi életben akár fizikai, akár kémiai tekintetben tapasztalunk.



I. TÁBLÁZAT. A kémiai elemek neutrális atomjainak elektronelrendeződése.*

	K		L		M			N				O			
	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	5g
1 H	1														
2 He	2														
3 Li	2	1													
4 Be	2	2													
5 B	2	2	1												
6 C	2	2	2												
7 N	2	2	3												
8 O	2	2	4												
9 F	2	2	5												
10 Ne	2	2	6												
11 Na	2	2	6	1											
12 Mg	2	2	6	2											
13 Al	2	2	6	2	1										
14 Si	2	2	6	2	2										
15 P	2	2	6	2	3										
16 S	2	2	6	2	4										
17 Cl	2	2	6	2	5										
18 Ar	2	2	6	2	6										
19 K	2	2	6	2	6		1								
20 Ca	2	2	6	2	6		2								
21 Sc	2	2	6	2	6	1	2								
22 Ti	2	2	6	2	6	2	2								
23 Va	2	2	6	2	6	3	2								
24 Cr	2	2	6	2	6	5	1								
25 Mn	2	2	6	2	6	5	2								
26 Fe	2	2	6	2	6	6	2								
27 Co	2	2	6	2	6	7	2								
28 Ni	2	2	6	2	6	8	2								
29 Cu	2	2	6	2	6	10	1								
30 Zn	2	2	6	2	6	10	2								
31 Ga	2	2	6	2	6	10	2	1							
32 Ge	2	2	6	2	6	10	2	2							
33 As	2	2	6	2	6	10	2	3							
34 Se	2	2	6	2	6	10	2	4							
35 Br	2	2	6	2	6	10	2	5							
36 Kr	2	2	6	2	6	10	2	6							
37 Rb	2	2	6	2	6	10	2	6			1				
38 Sr	2	2	6	2	6	10	2	6			2				
39 Y	2	2	6	2	6	10	2	6	1		2				
40 Zr	2	2	6	2	6	10	2	6	2		2				
41 Nb	2	2	6	2	6	10	2	6	4		1				
42 Mo	2	2	6	2	6	10	2	6	5		1				
43 Ma	2	2	6	2	6	10	2	6	(5)		(2)				
44 Ru	2	2	6	2	6	10	2	6	7		1				
45 Rh	2	2	6	2	6	10	2	6	8		1				
46 Pd	2	2	6	2	6	10	2	6	10						
47 Ag	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1				
48 Cd	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2				
49 In	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	1			
50 Sn	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2			
51 Sb	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	3			
52 Te	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	4			
53 J	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	5			
54 X	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6			
	2	8		18											

Magyarázat. Az elméleti fizikai kutatások után az elektronpályák sokasága csoportokra (K, L, M, stb. jelzés) és az egyes csoportokban alcsoportokra (1s, 2s, 2p, stb.) oszthatók. Ez a jelzési mód minőségi. A számításokban a pályákat számokkal (az u. n. kvantum számokkal) jellemzik. A táblázat tehát azt jelenti, hogy az atomok normális állapotában az összes elektronok helye az elméleti fizika jelölései szerint ismeretes. A részletekért mélyebben bele kell merülni az elméleti fizikába.

	K	L	M	N				O			P			Q 7s		
				4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	5g	6s		6p	6d
55 Cs	2	8	18	2	6	10		2	6			1				
56 Ba	2	8	18	2	6	10		2	6			2				
57 La	2	8	18	2	6	10		2	6	1		2				
58 Ce	2	8	18	2	6	10	(1)	2	6	(1)		(2)				
59 Pr	2	8	18	2	6	10	(2)	2	6	(1)		(2)				
60 Nd	2	8	18	2	6	10	(3)	2	6	(1)		(2)				
61 Ill	2	8	18	2	6	10	(4)	2	6	(1)		(2)				
62 Sm	2	8	18	2	6	10	6	2	6			2				
63 Eu	2	8	18	2	6	10	7	2	6			2				
64 Gd	2	8	18	2	6	10	7	2	6	1		2				
65 Tb	2	8	18	2	6	10	(8)	2	6	(1)		(2)				
66 Dy	2	8	18	2	6	10	(9)	2	6	(1)		(2)				
67 Ho	2	8	18	2	6	10	(10)	2	6	(1)		(2)				
68 Er	2	8	18	2	6	10	(11)	2	6	(1)		(2)				
69 Tu	2	8	18	2	6	10	13	2	6			2				
70 Yb	2	8	18	2	6	10	14	2	6			2				
71 Cp	2	8	18	2	6	10	14	2	6	1		2				
72 Hf	2	8	18	2	6	10	14	2	6	2		2				
73 Ta	2	8	18	2	6	10	14	2	6	3		2				
74 W	2	8	18	2	6	10	14	2	6	4		2				
75 Re	2	8	18	2	6	10	14	2	6	5		2				
76 Os	2	8	18	2	6	10	14	2	6	6		2				
77 Ir	2	8	18	2	6	10	14	2	6	7		2				
78 Pt	2	8	18	2	6	10	14	2	6	9		1				
79 Au	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		1				
80 Hg	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2				
81 Tl	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	1			
82 Pb	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	2			
83 Bi	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	3			
84 Po	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	4			
85 —	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	5			
86 Em	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6			
87 —	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6			1
88 Ra	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6			2
89 Ac	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6	(1)		(2)
90 Th	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6	(2)		(2)
91 Pa	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6	(3)		(2)
92 U	2	8	18	2	6	10	14	2	6	10		2	6	(4)		(2)

Zárójelben lévő számok bizonytalanok.

A magról eddig nem szólottunk. A magban van az atom tömege és annyi pozitív töltés, mint a mellékelt táblázatban az elemhez írott szám mutatja, amely szám e táblázatban egyszerismind az elem sorrendszámát is teszi. Egy másik és a korszerű fizikának éppolyan fontos megismerése az, hogy a mag is egy szerkezet. Említettem, hogy az átmérője az atom átmérőnél 10 vagy százszerszer kisebb. A legújabb vizsgálatok éppen azzal foglalkoznak, hogy az atomhoz képest is kisméretű magnak a szerkezetét felderítsék. Hogy a mag saját maga is egy szerkezet, azt a természet árulta el a radioaktív jelenségekben. Ez azonban elég volt arra, hogy a kutatási kedvet ebben az irányban is felébressze. És valóban, sok fáradságos munka után mondhatja a mai fizika, hogy a legjobb úton vagyunk a mag szerkezetének beható megismeréséhez.

Érdekes és az emberi szellem jövőbe látó, megsejtő képességének csodálatos bizonyítéka, hogy ezt a lehetőséget is megsejtették már évszázadokkal előbb

a kutatók, az alkémisták, és ma azt mondhatjuk, hogy megvalósult az alkémisták álma, az elemek egymásba való átalakítása. A kérdés még koránt sincsen annyira, hogy gyakorlatilag is hasznosítható lehetne, de a megismerés értéke tudományosan felbecsülhetetlen. A mag szerkezetre vonatkozó ismereteink még nem olyan részletesek, mint az atom külső burkára vonatkozók, de e szerkezet lényeges jellemzője az, hogy hihetetlenül szilárd. Az atom külső burkainak egy elemét aránylag kis energiával el tudjuk távolítani és tudjuk pótolni, de a magnak egy építőkövét nagy átlagban milliószoros energiákkal tudjuk csak eltávolítani. Másszóval ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a magban óriási erők működnek az alkotórészek között. Ha a magból egy villamos részecskét eltávolítunk, vagy a maghoz adunk valamit, megváltozik az egész atom kémiai jellege. Ebben rejlik az anyagátalakítás lényege, az alkémisták álma.

A mai kutató e jelenségeket is számszerűen követi és szemlélődésének fogalmai ugyanazok, mint a legköznapibb jelenségekben alkalmazott fogalmak. Természetesen, midőn a figyelmet felhívom e fogalmak szigorú alkalmazására az atomfizikában, hozzá kell tennem, hogy a fizika egész fogalmi rendszere tartalmazza a közismert alapfogalmakat, de e fogalmi rendszert folytonosan és szervesen kibővíti. Röviden azt lehetne mondani, hogy minden lényegesen új jelenségcsoport egy-egy új fogalmat hoz és épít hozzá a fizika épületéhez. Természetes, hogy amint a vizsgált jelenségek, a vizsgált testecskék kilépnek a nyers szemlélhetőség határaiból, egyes fogalmaink is ennek megfelelően kibővülnek tartalmukban. Itt tehát egy ilyen mélyreható fogalmi kibővülésre akarom a figyelmet felhívni, amely fogalmi változás jellemző a mai fizika világszemléletére. A kiindulási alapok teljesen szemléletesek és mindenki számára ismeretesek: az anyag, a tömeg, amit tapinthatunk, érzéki benyomásaink alapján jól ismeretes számunkra. A fénysugárzás is nemcsak, hogy ismeretes, de egyik alapeleme a földi életnek. A fénysugárzást, annak sokféle fajtát egyszerűen sugárzó energia címen foglaljuk össze. Megjelenési formájában, érzéklési módjai szerint az anyag és a fény két idegen valami, ezt mondják az érzék szerveink. És a fizika ezt a két különböző dolgot mégis összeköti, egymással oly közeli viszonyba hozza, hogy a különbség a kettő között csaknem eltűnik. A mai fizika a megfigyelések és ezekhez fűzött megfontolások következtében szükségszerűen oda vezetett, hogy mind az anyag, mind a fény is az energiának két különböző megjelenési formája. Egy fénysugár, amelyet jellemez a hullámhossza, bizonyos tömeget is képvisel és viszont egy bizonyos mennyiségű anyag vagy tömeg — amelyet holt anyagnak is neveznek sokszor —, bizonyos mennyiségű energiát is képvisel és csak a külső fizikai feltételektől függ, hogy a sugárzás átalakuljon tömeggé, vagy a tömeg átalakuljon sugárzó energiává. Ugyanaz az ős-valami két különböző megjelenési formában léphet fel és egyikből átalakulhat a másikba. Ez a megállapítás nemcsak a művelt közönségnek, de még a szakembereknek is nagy nehézséget okozott kezdetben, mert olyan folyamatra vonatkozik, amelyet nyers szemléleteinkkel nem tudunk követni. Fogalmaink mind a sugárzásról, mind az anyagról lényegesen átalakultak, illetőleg kibővültek. Egyszerű példára alkalmazva mondhatjuk, hogy egy izzó gömb, midőn meleget sugároz ki magából, tömeget is veszít. Egy földi izzó test esetében ez a tömegvesztés végtelen kevésnek mondható, de a csillagok, vagy például a Nap

sugárzása esetében már jelentékeny tömegről van szó. Például a Napra $4 \cdot 10^8$ gr./cm² sec. Fordítva, minden tömeg, amelyet kezünkbe vehetünk, egy bizonyos energiaértéket képvisel és az átalakulásban fellépő energiák óriási nagyok. Félreértések elkerülése végett hangsúlyozom még egyszer, hogy a mai fizika egyáltalán nem áll ott, hogy ezt az átalakulást tetszés szerint kormányozza, csupán ott, hogy ahol ez a jelenség és pedig kozmikus jelenség lejátszódik, számszerűen megadja a fellépő energiákat. A számítást elvégezve arra az esetre, ha egy gramm anyag sugárzássá alakul át, 25.000 tonna szén égésimelegével egyenlő energiát nyerünk. Ez az energiaátalakulás hihetetlen módon túlhalad minden olyan energiaátalakulást, amelyet a földön gépeinkben meg tudunk valósítani. Ami ránk, mint megismerő lényekre mindebből fontos, nem a számszerűség és annak meglepő volta, hanem az anyag és sugárzás fogalmainak olyan kibővülése, amely után a világról alkotott képünket egészen át kell alakítanunk.

*

Áttérek a jelzett másik kérdéscsoportra: a csillagokra. A csillagok számunkra csupán a fénysugárzásuk révén közelíthetők meg. Az emberiség évezredek óta figyeli őket és ma azt lehet mondani, hogy a csillagászat a legdrágább tudomány, pedig legtöbb vizsgálatának igen kevés gyakorlati vonatkozása van. A csillagászati vizsgálatok jelentőségét mégis eléggé bizonyítják azok a drága intézetek, amelyek állandóan velük foglalkoznak. A csillagoknak a fénysugárzását figyelhetjük meg és a fénysugárzását elemezhetjük spektroszkópjainkkal. Ez az elemzés a csillagok által kibocsájtott fény színbeli összetételére vonatkozik és az egyes színek erősségére. Azonban ezek a megfigyelések összekapcsolva a földi fényforrásokra végzett megfigyelésekkel és összekapcsolva a legkülönbözőbb fizikai kísérleteinkkel és az ezek alapján felépített elméleti megfontolásokkal, csodálatos megállapításokhoz vezetnek. Nem ok nélkül használom a csodálatos szót, mert valahányszor ilyen kérdésekről olvasok, vagy hallok, elfog a csodálat. Elfog a csodálat, ha hallom, hogy a Nap hőmérséklete 5700°C , pedig ez a megállapítás egy olyan egyszerű fizikai törvény alkalmazásával történik, amelyik benne van a tankönyvekben. De még jobban el fog a csodálat, ha szembe állítom egyfelől azt a megállapítást, hogy egy bizonyos csillag fénye például egy millió év alatt jut el hozzánk, másfelől pedig azt, hogy ennek vagy amannak a csillagnak a sűrűsége 40.000 egység. A földön a legsűrűbb test a platina, ennek a sűrűsége 21 és már az a tény, hogy lehet anyagnak a sűrűsége többeszer akkora, mint a platináé, túlszárnyalja a képzeletet. És mégis így van. Ezer és ezer csillagon végzett megfigyeléseknek az az eredménye, hogy vannak csillagok, amelyeknek a sűrűsége akkora, mint a levegő sűrűsége a mi légkörünk alsó részében, ami körülbelül a víz sűrűségének az ezred része. De vannak csillagok, amelyek sűrűsége még a mi levegőnk sűrűségénél is ezerszer vagy százezerszer kisebb. Vannak csillagok, melyeknek a sűrűsége megfelel a földi testek sűrűségének, de vannak olyanok is, melyek sűrűsége több ezerszer nagyobb, mint a földi testek sűrűsége. Tehát maga a sűrűség már olyan változatosságot mutat, amely messze túlhaladja a földön előforduló eseteket.

Azután megállapítják a csillagok nagyságát, rendszeren összehasonlítva a Nap méreteivel és megállapítják tömegüket a Nap tömegével összehasonlítva.

A Nap tömegének megállapítása már egyszerű feladat, mert ez laboratóriumi kísérleten alapszik, amelynek a lényege az, hogy lemérjük azt az erőt, amelyet például két, pár kilós test egy bizonyos távolságból egymásra gyakorol. Ez a kísérlet NEWTONra megy vissza; ilyen erők mérésében BÁRÓ EÖTVÖS LÓRÁND, a magyar tudomány büszkesége volt legkiválóbb. Így azután megállapíthatjuk a Föld tömegét például grammokban; és a Föld tömegéből már kevés csillagászati adattal ki lehet számítani a Nap tömegét. A csillagok tömege általában a Nap tömegétől annak húszszorosáig terjed. Színképvizsgálatokból tudjuk, hogy egyes csillagokban milyen kémiai elemek uralkodnak, legalább is a felületükön, ahonnan a fényüket kapjuk. De meglepők azok az eredmények, amelyek a csillagok belsejének fizikai állapotára vonatkoznak. Ennek az állapotnak a meghatározásában természetesen természetesen figyelembe veszik a fent említett összes megállapításokat és a mai összes ismereteinket. Így a legmelegőbb az, hogy a csillagok belsejének a hőmérséklete egymilliótól körülbelül húsz-harminc millió fokig változik. Ezek olyan hőmérsékletek, amelyek minden elképzelést túlszárnyalnak. A legnagyobb hőmérséklet, amelyet elő tudunk állítani, körülbelül négy-ötezer fok. További megállapítások a csillagokra, hogy még olyan esetekben is, amikor a sűrűségük a vízének több-ezerszerese, úgy viselkednek, mint ideális gázok; természetesen ennek megfelelően óriási nagy nyomás van a csillag belsejében. A csillagokra is érvényes az a megfontolás, amelyet a Napra már említettem, hogy a hőenergiájuk, ha az nem pótlódna, igen hamar kifogyna a sugárzás útján és így igen hamar lehűlnének. Mivel több ok szól a mellett, hogy a csillagok életkora sokkal hosszabb, mint ez az idő, amelyre az egyszer bennük levő hőmennyiség elégséges volna: az összes csillagokról felmerült az a megállapítás, hogy a hőenergiájuk valahonnan pótlódik. A kérdés az, hogy honnan pótlódik ez a nagymennyiségű energia. Hasonlóan nehéz kérdés, hogy miképpen tudunk elképzelni több ezer-szeres sűrűségeket. De atomszerkezeti ismereteink alapján mindezekre a kérdésekre kielégítő választ adhatunk.

Ha rápillantunk még egyszer az atommodell-képeinkre, akkor láthatjuk, hogy egy atomban a valóságosan betöltött tér még viszonylag is igen kicsiny. Az atom térfogatának nagyrésze üres tér. Ebbe a térbe be is tudunk hatolni, csupán arról van szó, hogy micsoda eszközt használhatunk erre a célra. Így például LÉNÁRD gyors elektronokkal bombázott különböző anyagokat és azt találta, hogy gyors elektronok azokon jórészen át tudnak hatolni. Megállapította azt, hogy az elektronok nem az atomok közti réseken hatolnak át, hanem az atomokon magukon. Ilyen kísérletekből azt a következtetést vonta le, hogy például egy köbméter platinában a valóban áthatolhatatlan rész körülbelül csak egy köbmilliméternyi. Szó volt arról is, hogy egy atom elektronjait el is lehet távolítani az atomból. Az eltávolításhoz szükséges energiák nem is túl nagyok. Ezen előismeretek után, ha megfontoljuk, hogy mi lehet a csillagok belsejében uralkodó nagy hőmérsékletnek a hatása az atomokra, rögtön megtaláljuk a megoldást. Tudvalevően a nagy hőmérséklet lényege abban van, hogy a molekulák, vagy atomok megfelelően nagy sebességgel mozognak. De a molekulák egymással ütköznek mozgás közben és ha a sebesség elég nagy, az ütközések olyan hevesek lesznek, hogy az atomok egy vagy több elektronja

mintegy kilövetik az atom testéből. Hogy hány elektronját vesztheti el így egy atom, az csupán a hőmérséklettől függ. A számítások szerint többmillió fokok hőmérsékleten a legtöbb atom csaknem minden elektronjától meg van fosztva. Ha most ránézünk még egyszer az atommodel-képünkre (1. 2. ábrát), látjuk, hogy amint az atomok fokozatosan elektronjaikat elvesztik, az atom térfogata fokozatosan kisebb lesz. Ha egy atom összes elektronját elveszíti, térfogata jó megközelítésben éppen egy billiószorta lesz kisebb. A csillagokban uralkodó magas hőmérséklet feltétlenül magával hozza, hogy az atomok elektronjaik nagyrészét elvesztették és így az összes atomok térfogata megkisebbedett. Ha ez így van, akkor csupán nyomóerő kérdése az atomokat úgy összepréselni, hogy a fent említett nagy sűrűségük létrejöjjenek. Itt csak annyit említek meg, hogy egyes csillagokban megvannak ezek a nagy nyomóerők és így az atomoknak ilyen magas hőmérsékleten való viselkedéséből érthető, hogy igen nagy sűrűségek is előfordulnak.

Ugyanígy vagyunk a csillagok energiagazdálkodásával is. A csillagászati mérések és megfontolások oda vezetnek, hogy a csillagokban kell lennie energiaforrásnak, amely a kisugárzott energiát pótolja. Nem nagyon régen ilyen kozmikus jelentőségű energiaforrásra gondolni sem lehetett. Az újabb atomfizikai vizsgálatok azonban rámutattak az útra, ahol ezeket keresni lehet. Nem arról van szó, hogy a csillagászat problémái ezzel teljesen el lennének intézve, hanem csak arról, hogy megvan az út, amelyen a kérdések megoldásához lehet jutni. Az atomfizikai kutatások kétféle lehetőséget ismernek, mint kozmikus jelentőségű energiatermelési módot.

Az egyik az elemek felépítéséből fakad. A legújabb atomsúly-mérések az atomok súlyára jó megközelítéssel egész számú értékeket adnak (beleszámítva ide az izotopokat is) és ez az egész számszerűség arra mutat, hogy az atomok ugyanazon alapalkatrészekből épülnek fel. A legegyszerűbb elem a hidrogén és utána következik a hélium. A hélium atomsúlya valamivel kisebb, mint a hidrogén atomsúlyának a négyszerese. Amikor tehát négy hidrogénatomból egy héliumatom lesz, akkor tömeg tűnik el. Ez a tömeg, ha sugárzássá alakul, igen nagy energiaértéket képvisel, de fentebb már láttuk: a tömeg fogalma oly értelemben alakult át a mai fizikában, hogy elvileg semmi akadálya sincs annak a felfogásnak, hogy tömeg eltűnjön és helyette meghatározott mennyiségű sugárzás lépjen fel. Ez a jelenség nemcsak a hélium keletkezésakor lép fel, hanem fellép még más elemek képződése alkalmával is. De a hélium keletkezésakor legnagyobb az eltűnt tömeg és így a termelt energia is. A világűrben tehát, ahol az elemek felépülnek, ez az energiatermelés megvan. Hogy mik a feltételei az elemek ilyen felépülésének, az még probléma, amely igen elevenen foglalkoztatja a kutatókat.

A másik atomfizikai átalakulás, amely energiatermeléssel jár és kozmikus jelentősége lehet, az előbb említett felépülési folyamatnak az ellentétese: az atomok szétesése. Az előbbi folyamat lehetőségét elméletileg állítottuk fel, sőt azt mondtuk, hogy kell olyan helynek lenni valahol, ahol ilyen felépülési folyamatok lejátszódnak. Viszont, hogy atomok szétesnek, ez tapasztalat és pedig igen régi és közismert tapasztalat. A radioaktív jelenségek a kémiai elemek egész sorát ismertették meg velünk, amelyek maguktól szétesnek és közben

nagymennyiségű energiát szabadítanak fel. Tehát ez a folyamat jól ismert dolog a laboratóriumokból. Azonban a laboratóriumi vizsgálatok még tovább mennek, nevezetesen nemcsak a radioaktív elemek esnek szét, hanem a többi elemek atomjai is felbonthatók, csupán megfelelő energiájú lövedékekről kell gondoskodni. Az atomok felbomlása alkalmával — tehát a mesterséges felbontásukkor is — nagy energiák válnak szabaddá. Ezeket az energiákat laboratóriumi mérésekben pontosan mérik és csak annyit jegyzek meg, hogy az itt felszabaduló energiák több milliószor nagyobbak, mint a gyakorlati életben rendelkezésünkre álló energiaforrások termelése. Éppen e miatt van ezen folyamatoknak a világmindenségben ott, ahol jelentős mértékben lépnek fel, kozmikus jelentősége. A két legnehezebb kérdésre tehát: a nagy sűrűségek és nagy energiapótlás kérdésére egyértelmű feleletet nyertünk az atomszerkezet és az atomfelbontási folyamatok ismeretéből, amely ismeretek laboratóriumi kutatások eredményei.

Rövid áttekintést vetettünk az újabb fizika néhány fontosabb eredményére. A görög DEMOKRITOS képzelt atomja ma a legalapvetőbb valóság. A fogalom tartalma nemcsak, hogy átalakult az első fogalmazáshoz képest, hanem kozmikus jelentőségre tett szert. Az atom ma az alapja egész természetszemléletünknek. Az atom tulajdonságai határozzák meg a testek viselkedését, kémiai kapcsolataikat és ezek határozzák meg a másik véget, a legnagyobb észlelhető testek, az álló csillagok életfolyamatait. A legkisebb test és a legnagyobb így egy nagy szerves egységbe foglalódik, amelynek törvényeit kutatjuk. Ezen a kutató úton, bár szédítő ürességek fölött, szédítő távolságok között, szédítő időkig tart, az emberi szellem lassú, de biztos léptekkel halad előre. Nem egy ember szelleme, hanem az emberiség szelleme ereje küzd itt a megismerésért évtizedeken át. Ha egy ember csak kicsiny kövecskét tesz is ehhez a nagy munkához, mégis megnyugtató, hogy az egyes ember alkotja a láncszemeit a végtelen tért, időt és energiát átfogó szellemiségnek.

Dr. Gyulai Zoltán.

A környezet.

Amikor egy kitömött állatot látunk, mely fatalpra állítva szabadízként szerepel, esetleg szemléltetésre van szánva, ha megnézzük a rovardobozba betűzködött bogarakat, bármily szépek legyenek is, tanulmányozásuk alkalmával okvetlen támad bennünk valami hiányérzet. Csakhamar rájövünk arra, hogy nem az állat mozdulatlansága az, ami ezt a hiányérzetet kelti bennünk, annál gyakrabban ötlük fel azonban az a kérdés, hogy vajjon hol is láttuk ezt az állatot. És ilyenkor igyekszünk magunk elé varázsolni az állatnak az ő saját világát. Sokszor csak képzelődünk erről az ismeretlenről, máskor elménk átélt történések nyomán már homályos, de a valóságot bizonyos mértékig megközelítő képet is rajzol róla. Így alakulhatnak ki jelenben élő állatok környező világáról tett tapasztalatok nyomán az őslénytan bűvárának elgondolásai arról a világról, amelyben valamely kihalt állat élhetett. Könnyebben alkot magának környezetképet a jelenben élő állatok kutatója. A vadászatokon, gyűjtőutakon szerzett tapasztalatok olyan magas fokra emelhetik a környezetismeretet, hogy a vadász,

bogarász és más természetjárók és természetkedvelők a látott tájból általában, vagy annak csupán egyes részleteiből vissza tudnak következtetni az állatvilág összetételére, az ott várható fajokra.

A gyakorlati emberek, így az alkalmazott állattan művelői, vadászok, halászok stb. mesterségüket környezetismeret nélkül nem is tudnák eredményesen űzni, de nagy gyakorlati jelentőségük van a környezettani vizsgálatoknak közvetlenül az embert, mint alanyt illetőleg is. Minden élőlénynek, így az embernek is mindenkori állapotát környezete határozza meg, de nem kizárólag, mert a kívülről jövő hatásokra csak reakcióképességének, veleszületett öröklési állományának, génkombinációjának megfelelően tud válaszolni. Ez szabja meg reakciójának lényegében mozgásban megnyilvánuló minőségét, irányát és erejét. A jó vagy rossz tulajdonságok kibontakozásának is ez a két tényező, t. i. az öröklési állomány és a környezet az alapja. Magára az emberre a környezet nemcsak fizikai, hanem szellemi (lelki) hatást is gyakorol. Nagy jelentőségük van a környezettanulmányoknak szociográfiai kérdésekben, közegészségügyi intézkedések alkalmával, rászorultság, megbízhatóság stb. megállapításánál.

Következik a mondottakból, hogy a környezetnek önmagában való vizsgálata üres dolog lenne. Valóban az is a helyzet, hogy akár gyakorlatilag foglalkozzunk a környezettel, akár pedig elméleti, illetőleg természetbölcseleti meghatározását adjuk, fogalomkörébe mindig beleértjük a hatásait valamely alanyra (egyénre, népeiségre, fajra, fajok közösségére stb.). Az életbúvárok igyekeztek ezért a környezetet és a vele rokon fogalmakat pontosabban is meghatározni. UEXKÜLL¹ német élettanbúvár szerint a „környező világ“ nem más, mint bizonyos szervezet (egyén) és annak külső világa közötti kölcsönöségi viszony. Ő tehát az élőlényen, mint alanyon keresztül vizsgálja az ezt környező világot; ez pedig természetesen ennek bizonyos érzékelésminőségeiben s az ezeket követő cselekedeteiben jut kifejezésre. Érzékelésminőségek a tapintás (mechanikai érzékelés), ízlelés és szaglás (vegyszer érzékelésformák), látás és hallás, a környező világ négy eleme pedig: az élelem, az ellenség, a másik nem és az élettelen környezet. Ez utóbbi részint aljzat (substratum), részint pedig közeg (víz és levegő, együttvéve a medium). FRIEDERICHS² az Uexküll-féle „környező világot“ az élőlény „saját világának“ nevezi. A mondottakból következik, hogy a „környező világ“ és a „környezet“ nem azonos fogalmak. Az előbbi hatást, kölcsönöségi viszonyt jelent, míg a „környezet“ csak annyiban jelenti ezt, amennyiben valóban valamely élőlény „környező világává“ lesz. A „környező világ“ tehát viszonyfogalom, mely bizonyos szervezetre, sőt személyre is vonatkozik, míg a „környezet“ az élettérnek egy olyan része, melynek alkatelemei, beleértve a benne élő szervezeteket is, bizonyos törvényszerűségek szerint kapcsolatban állanak egymással. Tehát míg a „környező világ“ az élő szervezet fogalmához szorosan hozzátartozik, addig a „környezet“ nem tartozik okvetlen és főként nem a maga egészében a szervezet fogalma alá. Ismét más a jelentése a „milió“-nek (milieu). Míg a

¹ UEXKÜLL J. von, Umwelt und Innenwelt der Tiere. 2 Aufl. Berlin, 1911. — UEXKÜLL J. von und KRISZAT S., Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. Verständliche Wissenschaft. Bd. 21. Berlin, 1934.

² FRIEDERICHS K., Ökologie als Wissenschaft von der Natur oder biologische Raumforschung. Bios, Abhandlungen zur theoretischen Biologie etc. Bd. Leipzig.

„környező világ“ is, valamint a „környezet“ is az egészet környező külső részekre vonatkozik, addig a milió jelentheti bizonyos szervezet meghatározott szervének (részének) a környezetét is; e szerint beszélhetünk belső milióról is.

Napjainkban sokat foglalkozik a természettudományi bölcelet az összesség fogalmával (az összességtan = holizmus, a természettudományi szerkezet törvényszerűségeivel, összefüggéseivel, viszonyosságával foglalkozik) s így nem feltűnő, hogy a környező világra, mint a környezetnek csupán egy részére vonatkozó meghatározást megfelelően kibővíteni igyekeztek. A „környező világ“, úgy, ahogy ezt UEXKÜLL értelmezi, tisztán élettani, sőt csupán idegéletteni fogalom, a „környezet“ pedig nem mond eleget, mert nem fejezi ki kellőképpen a viszonyosságot. Szükség volt tehát a „környező világ“ fogalmának kibővítésére, illetőleg olyan értelmezésére, hogy az a k ö r n y e z e t t a n ban, mely nem más, mint az élő világ kölcsönhatásainak tana, tudományos nevén ö k o l ó g i a, minden tévedést kizáróan alkalmazható legyen. A környezettan u. i. a természet egészét vizsgálja és ismerettani tartalma szerint az elméleti biológiának a holizmus problémájára vonatkozó fejtegetéseihez szorosan hozzákapcsolódik. BERTALANFFY¹ szerint a holizmus gondolatának kétféle jelentősége van: egyfelől természet-tudományi munkaelmélet, melynek hivatása az, hogy okszerűséget, céltudatos-ságot teremtsen a részletkérdések kutatása alkalmával, másfelől pedig, hogy kifejezze az általános világképet, vagyis az összefüggéseket általánosan szemlél-tesse. Mindkét irány valóban mutatkozik mindenütt, ahol elméleti biológiai kérdések vannak szőnyegen.

UEXKÜLLnek az élőlények környező világáról alkotott tana csak az állat alanyi világára vonatkoztatható, ez azonban csak egy része a megfigyelést végző ember világának, ezenkívül pedig nem tartoznak bele népességek, valamint különböző fajokból összetett életközösségek. Olyan meghatározásra volt tehát szükség, amely nem csupán a környezetnek valamely állatalany idegrendszere útján közvetve észlelhető behatásaira vonatkozik, hanem a szervezetek egész világára s magára az emberre is alkalmazható. Környező világon értjük a biológiában WEBER HERMANN¹ szerint azoknak a feltételeknek összességét, amelyek valamely környezet egészében foglaltatnak és amelyek lehetővé teszik, hogy egy bizonyos szervezet fajlagos szervezetségének érvényre juttatásával, fejlődésének időben kifejezett szakaszában életnyilvánulásait (beleértve a szaporodást is) az egyéni halandóságot legalább kiegyenlítő módon kibontakoztathassa. Ez a meghatározás is kölcsönösséget fejez ki, azonban figyelembe veszi a való-ságokon kívül a lehetőségeket is. E meghatározásból kiindulva WEBER¹ később egész rendszert épít fel, melyben az összes lehetőségekkel, kombinációkkal számol; így a térbeliséggel és az időbeliséggel is. Alkalmazhatóvá válik a szabály ezáltal mind az állat szubjektív, mind pedig emberi szempontból tekintett, tehát objektív környezetére, egyénre, népességre és különböző szervezetek életközösségére valamely földrajzilag elhatárolt (objektív) környezetben, de ugyanígy rendszer-

¹ BERTALANFFY, Das Gefüge des Lebens. Leipzig und Berlin, 1937.

² WEBER H., Der Umweltbegriff der Biologie und seine Anwendung. Der Biologie, 8. Jahrg. 1939.

³ WEBER H., Zur Fassung und Gliederung eines allgemeinen biologischen Umweltbegriffes. Die Naturwissenschaften. 27. Jahrg. 1939.

tani egységekre is a szubjektív környezetben, el nem határolt vagy elhatárolt időben.

A környező világ fogalmával szemben a környezet az élőhely törvényszerűen összekapcsolt tagjainak az az összessége (beleértve az életközösségeket is), amelyben egy szervezetet vizsgálunk, vagy amelyikbe azt behelyezzük (pl. alkalmazott állattani, kísérleti állattani vizsgálatok folyamán). Adott esetben ebben a környezetben (az aktuális környezetben) valósul meg a környező világ (környezeti világ). A gyakorlatban, legyen egyes lényről, népszerűről, vagy életközösségi formákról szó, a környezettani világ kutatásának kiindulópontja mindig valamely ökológiai kérdés az aktuális környezetben megvalósult, tehát reális környező világ után.

Az ember különleges helyzete a természetben jórészt azon alapszik, hogy környezetét cselekvőleges (akaratlagos) beavatkozással az összes élőlények között a legalaposabban tudja változtatni, ez a környezetváltoztatás azonban, minthogy fajlagos szervezethez tartozhat, nem jelentheti egyben környezeti világának megváltozását is, hanem annak csupán alakulását. Míg azonban nyereséget jelent számára, hogy szabad környezetváltoztató képességénél fogva magát függetleníteni képes, addig ezzel együtt fokozott mértékben függ az örökéleti tényezőktől. Az ember személyes környezeti világa és az aktuális környezete közötti viszony szabja meg a sorsot. Minden személynek olyan helyre, azaz olyan aktuális környezetbe kellene kerülnie, ahol környezeti világát megtalálja, mert csak itt bontakozhat ki alkotó ereje. Nem sokat változtat ezen az erősakarátú ember akasztófahumora sem, mikor azt mondja, hogy ha nem tehetjük azt, amit akarunk, akkor azt akarjuk, amit csinálhatunk.

A környezet és a szervezetek közötti kölcsönhatásokkal, mint említettük a környezettan vagy ökológia foglalkozik és pedig az élettan (physiologia) esetenként csak szűkebb, egy élőlényre és annak csak bizonyos életműködésére vonatkozó körével szemben egyszerre az összes kapcsolatokkal. Ez az összegező tudomány az élővilágot annak élettelen környezetével együtt egyénfőlötti (hyperindividualis) rendszernek tekinti s e rendszer összetevőit igyekszik elemezni. Különösen érdekes egyénfőlötti szerveződés mutatkozik az életközösségekben (biocoenosisokban) és igen magas fokot ért el az állattársadalmakat alkotó rovarroknál, méheknél és hangyáknál. Az élőlények társulási formái már DÜRKEN¹ szerint is egyénfőlötti problémák. A közösségek akkor a legegységesebbek, ha a tagok társulása a legszorosabb, mert ebben az esetben az egyes lény a legnagyobb mértékben alá van vetve a közösségnek. Az ivartalanul szaporodó állatok telepeiben az „egyéneknek“ nincsenek külön sajátosságaik, nem ők formálják a közösséget (telepet), hanem a közösség formálja őket és sajátosságaik is a közösségből folynak. Noha e szabály legvilágosabb példáit a telepes és állati társadalmakban élő állatok között leljük fel, vonatkozik az összes többiekre is, a közösségi tagok fajlagos vonásai azonban mindennél alá kell legyenek vetve az egésznek. A specializáció és az organizáció vetélkedéseiben az előbbinek csak akkor van meg a létjogosultsága, ha alá tudja magát vetni az organizációnak.

¹ DÜRKEN B., *Entwicklungsbiologie und Ganzheit*. Leipzig und Berlin, 1916.

A környezettani összetevők kölcsönhatásaikban DOTTERWEICH¹ szerint egyensúlyi állapotot képviselnek vagy erre törekszenek. Az egyes életközösségi formákban rendkívül feltűnően mutatkozik a biológiai egyensúlytörvény és rendszerint bizonyos alkalmazkodásbeli sajátságokban jut kifejezésre, amelyeket mi, emberi szemmel tekintve, célszerűeknek szoktunk itélni. Jó példákat szolgáltatnak erre a nyílttengeri, pelágikus állatok lebegő berendezései, úszó állatok orsó alakja stb. Az egyensúlyi rendszerben a célszerű szerveződések között célszerűtlenek is vannak és ott meghatározott helyet foglalnak el, azonban az alkalmazkodási folyamat, valamint minden más egyensúlyi folyamat is, azonnal működésbe lép, mielőtt a rendszer valamelyik összetevője (a környezeti tényező) megváltozik. DETTO² a bizonyos élőhelyben élő állatok alkalmazkodottságát ökológizmusnak nevezi, azt a fejlődési folyamatot pedig, mely ehhez vezet, ökogenézisnek, vagy alkalmazkodási folyamatnak.

Az állatok alkalmazkodottsága oly feltűnő jelenség, hogy bizonynál a környezettan főproblémájának tekinthető. Az alkalmazkodásbeli sajátságok és folyamatok a mondottak értelmében az egyensúly-rendszer főösszetevőinek tekinthetők. Minthogy ezek az összetevők elrendeződésükben mindig bizonyos cél felé törekszenek, e törekvések jellemzőek az egyensúlyállapotot célzó folyamatokra. Az egyensúlyi állapot felé való törekvés a szervesetlen természetre is vonatkozik, tehát nem mindig jelent sajátlagos biológiai problémát.

Az élőlények alkalmazkodási, illetőleg egyensúlyi folyamatainak alapszanak ú. n. organizátorikus (szerveződéses) tulajdonságaik, ezek szabják meg alapszerkezetüket. Ezért DOFLEIN³ az ilyen állandósult, veleszületett tulajdonságokat az organizátorikus alkalmazkodás bélyegeinek nevezi. Ezek nemcsak alak-taniak, hanem élettaniak és lélektaniak is. Alapjában véve nem egyebek, mint célszerű folyamatok állandósult eredményei. Ugyancsak célszerűeknek azonban még olyan folyamatok is tekinthetők, amelyek egyelőre nem vezetnek állandósult tulajdonságok létrejöttére. Az ilyeneket DOFLEIN a szabályozó alkalmazkodás jelenségcsoportjába sorolja. Az egyén u. i. be tudja magát állítani környezetének ingadozó viszonyaiba s e beállító folyamatok eredményeként bizonyos, a hatásnak megfelelő alaki, vagy alkati tulajdonságokat ölt fel. Az organizátorikus, tehát állandósult bélyegek már alkalmazkodottságnak nevezhetők, míg a szabályozó tulajdonságok egyelőre csak alkalmazkodókészséget jelölnek. A szabályozó alkalmazkodásra jellemző, hogy gyorsan folyik le és az egyensúlyi rendszer fel-tételeinek helyreálltával ellentétes irányban mozog, vagy megszűnik. Ha a környezeti tényező hosszú ideig hat, akkor bizonyos idő múlva új összetevőkből új egyensúlyi helyzet áll elő. A szervezet különböző reakciógyorsaságú összetevőkből áll. Az átöröklés összetevői pl. lassan reagálnak. Csak amikor a leg-lassabb organizmikus összetevők a környezet összes többi organizmikus és élet-telen (abiotikus) egyensúlyi folyamataira válaszolnak, jöhet létre az új egyen-súlyi állapot és csak akkor illeszkedett bele a szervezet a megváltozott környe-

¹ DOTTERWEICH H., Das biologische Gleichgewicht und seine Bedeutung für die Hauptprobleme der Biologie. Jena, 1940.

² DETTO K., Die Theorie der direkten Anpassung. Jena, 1940.

³ DOFLEIN F., Das Tier als Glied des Naturganzen. II. Bd. von Hesse und Doflein: Tierbau und Tierleben. Leipzig und Berlin, 1941.

zetbe. A környezettan e folyamatokból csak magát a végeredményt ismeri, vagyis az alkalmazkodottságot. A gyorsleflyású reakciókban az átöröklési tényezők még nem vehetnek részt, tanulmányozásuk azonban ennek ellenére is nagyon fontos, mert kiindulópontjai lehetnek az állandósuló bélyegeknél. A kísérleti környezettan szoktatási kísérletekkel (akklimatáció) igyekszik tanulmányozni az átmeneti és állandósuló módosulatok kérdését.

A mondottakból következik, hogy a környezettani és életközösségi rendszerek egyben egyensúlyi rendszerek is. Szervezetek között, az összetevők száma és minősége szerint, többféle ilyen rendszert különböztethetünk meg. Kevés összetevőből állanak az élődiség és az együttélés rendszerei. Soktagú, azonos összetevőkből áll a szociológiai egyensúlyrendszer. Minthogy ez nagyon ingadozó, rendszerint csak a folyamatnak egy része, csak az egyensúlyi állapotra való törekvés ismerhető fel benne. Ez az ingadozó állapot az emberi közösségekre is jellemző. Az államok és népek közötti szociológiai kapcsolatokat bonyolult lelki folyamatok szabályozzák és tartják fenn. Minden akciót reakció követ s ez mindig az egyensúlyi helyzet helyreállítását célozza, azonban maguk a folyamatok ritkán és csak részleteikben ismerhetők fel. Végül a legbonyolultabb rendszer az, amelyik sok különböző összetevőből áll; ez az életközösségi vagy biocoenotikai egyensúly rendszer.

Biocoenosisoknak nevezzük FRIEDERICH¹ szerint a valamely terület (pl. erdő, mocsár stb.) által jól jellemezett nagyobb közösségeket, míg a kisebb élet-egyesülések (fa koronáján, vakondtúrásban stb.) csak fa u n u l á n a k vagy a s s z o c i á c i ó n a k nevezhetők. Bizonyos azonban, hogy az egyénnélőlti rendszer mindazon tagjai, amelyek egymással közösségi viszonyban vannak, az egyensúly-törvény alá tartoznak. Az életközösségek egyes tagjai valóban elérhetik azt az ingadozó egyensúlyi állapotot, mely mindaddig nem billen meg erősebben, míg a viszonyok megközelítőleg azonosak maradnak, máskor azonban csak hajlam mutatkozik az egyensúlyállapot fenntartására. Megbonthatja az egyensúlyi helyzetet valamely életközösségi tag előtérbe nyomulása. Ilyenkor azt szoktuk mondani, hogy a természet összhangja bomlott meg, ez a kifejezés azonban nem helyes, mert az egy bizonyos életközösségi tag előtérbe nyomulásával előállott változás nem annyira egyensúlyállapot zavarát, hanem inkább az új viszonyoknak megfelelő egyensúlyállapot létrejöttét jelenti. Például, ha egy akváriumban a baktériumok, moszatok és véglények kivételével minden más élőlény elpusztul, ezt a jelenséget aligha nevezhetjük a harmonia megzavarásának. A zavarás u. i. csak az elpusztult lényekre vonatkozott, míg maga az életközösségi harmonia vagy helyesebben egyensúly állapot, ha más összetevőkkel és más formában is, de minden pillanatban fennállott.

Hogy mennyire szoros viszony áll fenn az élőlény és környezete között azt semmi sem bizonyíthatja jobban, mint az a tény, hogy a szervezet a környezet ellenállásait is csak ugyanabból a környezetből nyert erővel győzheti le, más szóval csak akkor, ha ennek meg vannak a feltételei. Helyesebben szólunk itt feltételekről, mint külső tényezőkről, ez utóbbi kifejezés u. i. nemesak szűkebb kört jelöl, de már azért is bizonytalan megjelölés, mert ugyanaz a tényező egyszer kedvezően, máskor pedig kedvezőtlenül hat. Az is bizonyos, hogy a káros tényező végső hatásában még hasznos is lehet, ha a szervezet ellenálló képességét növeli.

ÖZEGYEN

Miként az életközösségeket, ugyanúgy foglalhatjuk rendszerbe, bonthatjuk fel különböző értékű egységekre a környezetet. HESSE¹ szerint nagyobb egység az élettér, melynek részei az élőhelyek vagy biotopok. Ezek az elsődleges biotopográfiai egységek a környezettannak éppen olyan fontos egységei, mint aminő a faj az állatrendszertannak és mint aminő alapegysége az életközösségi rendszereknek az egyén. Az ugyanazon fajhoz tartozó egyénekből formált életközösséget népeességnek (populáció) szoktuk nevezni s csak a különböző fajokból összetett élőlényegyüttest nevezük életközösségnek vagy biocoenosisnak.



1. kép. Hidegvizű forrás az Áji mészvölgyben. A *Sadleriana pannonica* nevű bennszülött vízi csiga biotopja. Az életközösség többi tagjai alsóbbrendű rákok, bogarak és férgek (*Planaria*). A forrás növényzete vízi moha és fonalas algák. (A szerző felvétele.)

Miként a faj csupán az evolúció folyamatának egy bizonyos meghatározott állapota, azonképen az élőhely is mindig változásoknak adott állapota, tehát dinamikai egység, melyet, akárcsak a fajt, vagy az életközösséget, csak célszerűségi (módszertani) okokból tekintünk statikai fogalomnak.

Az élőhelyek vagy biotopok mind minőség, mind pedig méret szerint rendkívül sokfélék. Elhatárolásuk munkamódszerünktől, felfogásunktól is nagy mértékben függ s nem utolsó sorban vizsgálódásunk tárgyától.² A legjobban

¹ HESSE R., Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena, 1924.

² Részletesen foglalkozik a biotop fogalmával Dr. DUDICH ENDRE „Élettér“, élőhely, életközösség c. dolgozatában. Lásd: Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz, 71. kötet, 1939.

elhatárolható a kicsiny, nem nagyon mozgékony állatok biotopja, de ilyen a, bár mozgékony állatokat magában foglaló, azonban kicsiny kiterjedésű víz is. (1. kép.) Általában a biotop kifejezésen hajlandók vagyunk a szilárd talaj egy darabját érteni. Ennek oka az, hogy olyan állat, amely egész életét kizárólag levegőben (repülve vagy lebegve), a szilárd talaj teljes mellőzésével élne le, nincsen, de a vízi állatok között is alig ismerünk olyanokat, amelyek életüknek legalább bizonyos szakaszában ne lennének a szilárd talajhoz kötve, illetőleg ne húzódnának a partok közelébe. Így cselekszenek rendszerint az ivaros idő-



2. kép. Növény, mint aljzat. A pókhálós moly (*Yponomeuta cognatellus*) szövedéke kecskerágó (*Evonymus*) bokron, a Sashegyen. (A szerző felvétele.)

szakban és az ivadékgondozás időszakában. Csupán a lebegő lényeknek örökös hazája a nyílt vízfölület. E mellett éppen a vízi állatok kisebb-nagyobb csoportjaira jellemző, hogy lárvaállapotuk befejeztével a fenéken megtapadnak s helyüket többé nem is változtatják (pl. virágállatok, egyes férgek, csigák, rákok). Ezért a környezettan a szilárd talajt aljzat (substratum), a vizet és levegőt pedig közeg (medium) néven különbözteti meg. A biotop fogalmához tehát többnyire szorosan hozzátartozik az aljzat fogalma is. Már a mondottakból következik, hogy ezzel az élőlény szorosabb, vagy kevésbé szoros viszonyban van. Aljzatul szolgálhat a talajon kívül valami növény (2. kép) vagy állat, ezeknek bizonyos részei vagy egyáltalában valami tárgy. A talajhoz szorosan kapcsolódnak hozzá a talajlakó lények (pl. földi giliszta, egyes rovarok, csigák). De még a nem kimondottan talajlakók is gyakran bizonyos meghatározott kőzetnemű alakult talajhoz vonzódnak, illetőleg az olyan helyekhez, ahol humuszképződés lehetséges.

Természetes, hogy mind a biotop egészének, mind az aljzatnak a kialakulása is nagymértékben függ a klímaviszonyoktól. Még pedig az általános vagy „nagy“ klímától, míg magának a kialakult biotopnak aztán megvan a maga szűkebb értelemben vett „kis“ klímája, mikroklimája, mely az életközösségek összetétele szempontjából igen nagy fontosságú. A klíma határozza meg a kőzet változásait, alakulását, a talajon kifejlődő növényzetet. A talaj nedvessége ugyancsak a klímától, a kőzettől és a növényzettől is függ, nemkülönben a biotop fekvésétől. A talajlakó állatok többnyire ragaszkodnak bizonyos meghatározott talaj-



3. kép. Nedves környezet a forrás közelében. (Rozsnyói hegyek.) Balra lent a csillámpala szikladarab mellett *Chrysosplenium alternifolium* és *Galium palustre*. A csurgó közelében *Nephrodium filix mas* és *Athyrium filix femina* nevű páfrányok. (A szerző felvétele.)

nedvességhez. A biotop megvilágítási viszonyai, fedettsége szintén igen fontos tényező és az égtáj szerinti fekvéstől, a lejtő lejtésszögétől és a növénytakarótól függ. Azt látjuk tehát, hogy a környezet alkatelemei úgy illeszkednek egymásba, mint valami finom gépezet kerekei. Az egyik tényező megváltozása okvetlen az összes többiek megváltozását hozza magával (3–4. kép).

Mint említettük, igen különböző a biotop nagysága is. Határt szab a biotopnak az azonos viszonyok megszűnte, pl. élesen határolódik el a gyepes térségből kiálló magános szikla, de a határt nem mindig ilyen könnyű megszabni. Még az aránylag kicsiny, egyöntetűnek látszó környezet-részlet is biotopokra tagozódhatik. Figyelembe kell vennünk, hogy az aránylag jól elhatárolt kicsiny szikla északra és délre néző oldalain különböző állattársaságok húzódnak meg, továbbá más fajok tartózkodnak a repedésekben és ismét mások a síma, nem mállott

részekén. Kő alja, kidőlt fa kérgének alja szintén ilyen jobban elhatárolt biotopok. Másrészt függ a biotop nagysága az állatfaj viselkedésétől. A mozgékony állat kóborlásaival áruja el azt a területet, melyen élete lefolyik s amely általában életterületének nevezhető. Az ilyen fajok „biotopja“ tehát szükségképen nagyobb, mint azoké, amelyek a változásokat csak csekély mértékben tűrik el s ezért bizonyos jobban körülírható, pontosabban meghatározható helyhez ragaszkodnak. A mozgékony fajok esetében a pontosabban meghatározható lakóhelyet el kell különíteni attól a területtől, amelyre az állat mozgékonyága kiterjed. Például



4. kép. Lombos fáktól beárnyékolt északkeletre néző, repedésektől átjárt mohos sziklafal a Szádélői mészvölgyben. Százlábúak, ászkarákok és csigák biotopja. (A szerző felvétele.)

a madár „biotopjának“ leginkább fészkelőhelye tekinthető, a kóborlásai közben bejárt terület pedig az érdekerület. Akár egyénnek, akár népességnek, akár pedig fajnak tekintjük az állatot, legfontosabb tulajdonságának szaporodását kell tekintenünk, tehát a biotop fogalmát is ehhez kell kötnünk. Igen sok állat a biotopját fészkeléssel, környezetének módosításával határozottan megjelöli (5–6. kép).

Felmerül annak a szükségessége, hogy a biotopról határozott fogalmat alkossunk, vagyis hogy szabályszerűen meghatározzuk. Itt azonban csakhamar rájövünk arra, hogy ez a meghatározás nagyon erősen fog függeni egyéni módszerünktől, felfogásunktól. Nevezhetjük a természetnek egységes, jól körülhatárolható életközösség által jellemzett részét biotopnak, de nevezhetjük az egy fajhoz tartozó egyének aktuális lakóhelyét is élőhelynek. Kiindulhatunk olyan



5. kép. Jellemző gólyafészekcsoport akácán, Mezöcsáton. (A szerző felvétele.)



6. kép. Bárányok alkalmi környezete az Áji völgy mésztufájában. A természetes üregben a bárányok a meleg és a velük együtt delelő sertések elől keresnek menedéket. Az üreg három állat befogadására éppen elegendő. (A szerző felvétele.)

szemléletből, melyben az élőlény egyelőre nem szerepel határozott formában, hanem csak feltételezzük, hogy az egységes környezeti viszonyok bizonyos határon belül egyöntetű életközösséget is rejtenek magukban. Ilyen értelemben látatlanban is biotopnak nevezhetjük egy kő alját, vagy a patkányomban összegyűlt vizet. Bizonyos azonban, hogy tanácsos a biotopot adott esetekben inkább szűkebbre, mint tágabbra venni. A biotop nem lehet más, mint a „környező világ“, abban az értelemben, ahogy ezt WEBER HERMANN meghatározta, csak hogy vonatkoztatnunk kell az aktuális környezetre, meghatározott időpontra és egy egész életközösségre. Biotopnak nevezzük ezek szerint az egy bizonyos aktuális környezetben foglalt azon feltételeknek összességét, amelyek lehetővé teszik, hogy az egyén, egy népesség, vagy különböző fajok egyéneiből összetett életközösség fajlagos szerveztségének érvényre juttatásával életnyilvánulásait (beleértve a szaporodást is) fejlődésének időben kifejezett szakaszában (az egyéni halandóságot legalább kiegyenlítő módon) kibontakoztathassa.

A természet örökös változása és az a tény, hogy csak folyamatok eredményeit láthatjuk, míg magát a folyamatot nem, lehet az oka annak, hogy a biotopok tarka-barka változatosságát nem tudjuk határozott, minden igényt kielégítő rendszerbe foglalni. Olyan a környezet és a róla gondolkodó elme is, mint az üde rét, melyen bőven teremnek sokszínű virágok.

De a Természet nemcsak színeket kent
e rétre, hanem ezer illatából
kevert egy mondhatatlant, ismeretlent.

(BABITS MIHÁLY Dante-fordításából.)

Dr. Rotarides Mihály.

Növényi vírus-betegségek.*

A növényeinken betegséget okozók és károsítók között sokáig abiotikus vagy élettelen (például talajtani, időjárási, mechanikai), és biotikus vagy élő kártevőket különböztettünk meg. Az utóbbiakat ismét felosztottuk *á l l a t i* (például protozoák, nematodák, rovarok, gerincesek stb.) és *n ö v é n y i* eredetű kártevőkre (például baktériumok, gombák, virágos élősködők stb.). Az 1886. évtől fogva ez a felosztás kibővült. Ekkor fedezte fel MAYER ADOLF a dohánymozaik betegségét, melyet ma *v i r u s* által okozott betegségnek mondunk. Sokáig nem tudtuk biztonsággal eldönteni, hogy ez a vírus a biotikus vagy az abiotikus tényezők közé tartozik-e, pedig a vírusokat sokan tanulmányozták, mert kártételük gazdasági növényeinken az utóbbi évtizedekben ijesztően fokozódik. A vírusoknak ez a rejtélyes jellege onnan van, hogy hatásuk mind az élettelen kórokozók csoportjába tartozó *l e r o m l á s*nak, vagy „degenerációnak“ nevezett jelenséghez, mind a mikroorganizmusok által okozott *b a k t e r i o z i s*-hoz nagy fokban hasonlít. A kísérletileg talált bizonyítékok azonban mindenik kórokozónak szerepét kizárják. A világos megértés végett meg kell ismernünk mindkét kórokozó csoport károsításának szerepét és jellegét.

* A Műegyetem Soproni Nyári Egyetemén 1940. július hó 26-án a Szerző elhangzott előadása.

A leromlás (visszafejlődés, elfajtázás, degeneráció) fogalmán olyan folyton erősödő folyamatot értünk, mely a növény növekedését, virágzását, vegetatív és ivaros úton való terméshozó képességét, a termés mennyiségét és minőségét, a különféle betegségek, meg rovarkárosítókkal szemben tanúsított ellenálló képességét állandóan csökkenti, ami által a növény gazdasági értéke csökken, sőt a végén a leromlásba bele is pusztul.

A leromlásos vagy degenerációs jelenséget főleg az ivartalan úton, oltás, bujtás, dugványozás stb. segítségével szaporított növényeken tapasztalták és azt hitték, hogy a leromlás oka a hosszú ideig tartó ivartalan szaporodás folytán kifejlődő elöregedés. Kísérletek bebizonyították, hogy a leromlás nem elöregedés-sel járó ú. n. senilis tulajdonság. VAN DEN BROEK és SCHENK 1925-ben közölték azon véleményüket, hogy a leromlás a talaj és az éghajlat igények kielégíttetéséből származik. Ha valamely növényt olyan vidékre viszünk, melynek talaja és éghajlata nagyon különbözik annak a talajnak és éghajlatnak jellegétől, melyet a növény ősidők óta megszokott, a növény megbetegszik, jó tulajdonságai leromlanak és rossz tulajdonságai lépnek elő. A bizonyítás terén CONSTANTIN végzett döntő vizsgálatokat, aki magas hegységekből: a Mont-Blancról, a Földközi-tenger vidékére és megfordítva ültetett át növényeket, melyek új hazájukban előbb-utóbb a degeneráció jellegét vették fel, míg ha rövidesen újra visszavitte őket eredeti termőhelyükre, betegségekből kigyógyultak. Csak — mint HILTNER kimutatta — hosszas degenerációs idő múlva lettek „irreverzibilisek“, azaz a gyógyulásra képtelenek. Jellemző a betegségekre, hogy mechanikai úton, oltással sebzéssel stb. e betegséget egészségesre átvinni nem lehet, tehát nincsen fertőző jellege. Ezt tehát nem baktérium, nem gomba, nem állat, szóval nem valamilyen eddig is ismert élő organizmus okozza.

Az élő szervezetek sejtes szerkezetűek, az általuk okozott valamennyi betegséget megfelelő kísérleti berendezéssel és alkalmas tenyésztési viszonyok között át tudjuk másik alkalmas szervre oltani és ott tovább tenyészteni. Ezeket a kis élő szerveket hővel el is tudjuk pusztítani, az általuk fertőzött folyadékot szűrőssel megtisztítani, különféle fizikai és kémiai vizsgáló műszereinkkel valamennyi tulajdonságaikat megállapíthatjuk.

A dohány m o z a i k b e t e g s é g é nek átolthatóságát és így a baktériumokkal közös tulajdonságát MAYER ADOLF még felfedezésekor, 1886-ban megállapította. Ezért mind ő, mind mások akkor bizonyosra vették, hogy ezt is baktérium okozza. Mikroszkóp alatt azonban sem MAYERnek, sem másnak a kórokozó baktériumot nem sikerült meglátni; azt hitték olyan parányi, hogy mérete a mikroszkópi látás határa alatt van.

Gyökeresen megváltoztatta azt a felfogást IWANOWSKINAK és BELJERINCKNEK 1892. évben körülbelül egyidőben de egymástól teljesen függetlenül tett azon felfedezése, hogy a növényből kipréselt nedv baktériumszűrőn megsűrve, a betegséget éppen úgy átoltotta az egészséges növényre, mint a szűretlen nedv. Későbbi kutatások adatai a kórokozónak megint baktériumos jellegét látszott bizonyítani, ami a zavart csak fokozta.

A vírus mikroorganizmus jellegére mutat, hogy tűhegyre tapadó kis mennyisége úgy elszaporodik és elterjed a növényben, hogy annak minden része megbetegszik, még a szörképletek is fertőzőképesek lesznek. A levéllel együtt meg-

száradt vírus életképes és fertőző állapotban marad még 30 év múlva is. A levélből kipréselt nedvben oldott vírus toluollal konzerválható. A 70 C⁰ meleg a vírust elpusztítja, mint sok baktériumnak vegetatív alakját. Rendkívül nagy hígítás mellett is megmarad fertőzőképessége. A növények vírusa emberen, állaton nem okoz betegséget. Az egyik növény vírusa, egy másik növényt nem tud



1. kép. Ragályos „panachure“ vírus *Abutilon* levélen. KLEBAHN nyomán SORAUER könyvéből.

betegé tenni. Meghatározott növényfaj vírusa csak azon a fajon vagy fajtán tud betegséget előidézni, sőt testvér változaton is változik betegségokozó képessége, amiből látható, hogy a vírus különleges jellegű kórokozó, éppúgy mint a baktériumok.

MAYER ADOLF után a dohányon kívül más növényeken is találtak hasonló jellegű megbetegedést. Így 1900. évben BAUR E. hívta fel a szakkörök figyelmét a mályvafélék családjában sok fajon fellépő ragályos „panachure“ jellegű betegségre, azután 1901-ben az amerikai SMITH E. F. írta le az őszibaracknak „peach-yellows és peach-rosette” nevű, klorózishoz hasonló ragályos betegségét.

Az 1923. évtől kezdve a vírus betegségek vizsgálata még nagyobb lendületet vett, mert felfedezték, hogy igen sok gazdasági növényünket veszélyezteti. Ma tudjuk a következőket: Leggyakoribb és legveszedelmesebb a burgonyafélék (*Solanaceae*) családjába tartozó fajokon: a dohányon, a burgonyán, a para-



2.kép. „Streak“-jellegű elhalásos vírus betegség. („Stipple-Streak“) ATANASOFF nyomán.

dicsomon, a paprikán stb. és a legtöbb vadonélő fajon. Gyakori az egyszikűek között: a cukornádon, a kukoricán, a búzán, a rozson, a rizsen stb. Előfordul: a tulipánon, a liliomon, a hagymaféléken, azután a banánon, az ananászon.

Gyakori a kétszikűek között: a répán, a spenóton, a komlón, a szőlőn, a mályvaféléken, a rózsákon, a barackfán, a szilvafán, a szamócán, a lóherén, a lucernán, a borsón, a babon, a szójababon, a csillagfürtön és sok más hüvelyesen, a jázminon, a gyapotnövényeken, a salátán, a tökön, az ugorkán stb., főleg

ezek tenyésztett fajtáin. Ritkán található: a vadnövényeken, főleg a fásszárú vadnövényeken, az erdei fákon stb. Nem figyelték meg ezideig: a fenyőfákon, általában a nyitvatermőkön.

A vírus betegség lefolyása nem egyenlő minden növényen, sőt ugyanazon növényen is változatos képet mutat. Legveszedelmesebb az ú. n. degenerációs jelenséghez hasonló általános leromlásos pusztulás, mely legtöbbször halállal végződik. Néha gyorsan elpusztítja a növényt, máskor évekig eltart a betegség. Ritka eset, mikor a növény kigyógyul.



3. kép. Köralakú foltokkal kezdődő vírus dohányleveleken, melyet a burgonya „X” jelzésű mozaik vírusának bedörzsölésével idéztek elő. KÖHLER nyomán.

A betegség tünetei növényfajok, fajták, sőt a növényrész fejlettsége szerint változnak. Ha fiatal korában fertőzte a növényt vagy növényi részt, a betegség sokkal erőteljesebb tüneteket okoz, mintha a növény előregedett vagy a növényrész növekedését már befejezte. Nagy hatással vannak a talaj- és éghajlati, valamint időjárási viszonyok. Az ökológiai tényezők, melyek mint láttuk a növény fiziológiai leromlását előidézhetik és ezáltal a növény ellenállását csökkentik, a vírus káros hatását fokozhatják, míg a növény fejlődésére kedvező ökológiai viszonyok hatását mérsékelik, sőt a gyógyulást elősegítik.

A vírus elterjed a növény minden részében, még a szórképletekbe is, de nem egyforma mértékben. Ha a fertőzés lassan terjed és csak helyenként jelentkezik erősebben, akkor világosabb vagy sötétebb sárga vagy sárgászöld foltok keletkeznek, melyek lehetnek: p a n a c h u r e -szerűek vagy kisebb-

nagyobb szegletes vagy kerek foltocskák : m o z a i k -szerűen elrendezve ; máskor vagy a levél felső, méginkább az alsó oldalán az erekben és a levélnyel mentén barna vagy barnás-piros csíkoltság mutatkozik, ez a c s í k o s b e t e g - s é g . Ha a hatás még erősebb, a megtámadott növény sejtjei, szövetei átalakulnak, az egész növény habitusa és ezzel rendes életfolyamata is megváltozik. A levelek jól asszimilálnak, de a szállító szervek hiányosan működnek, ezért a levélben nagyon felszaporodnak a szénhidrátok. A levél lemeze túltömött-ségtől feszes lesz, mereven felfelé áll, széle begöngyölődik, a növény idegenszerű képet mutat, a betegségnek ezt az alakját l e v é l s o d r ó d á s o s b e t e g - s é g n e k mondják. Ha igen virulens fertőzés fiatal növényt talál, a növény tengelyképletei rövid ízüek lesznek, esetleg a rügyek kihajtanak, a levelek megfodrosodnak és a hajtásvégen rózsza formájú vagy bodros csomót alkotnak, melyet az angolok r o s e t t e , a hollandok f r i s o l e é betegségnek mondanak. Ezek a főbb típusok, de a különféle növényeken és más-más vírusok okozta betegségek képe annyira változatos, hogy nem is lehet azokat pontosan osztályozni, hanem az egyes növények vírusbetegségeit külön-külön kell jellemezni.

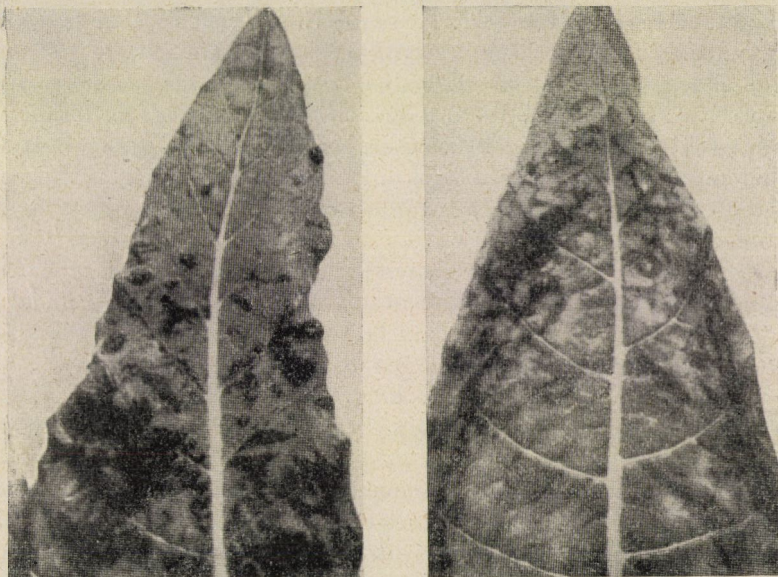
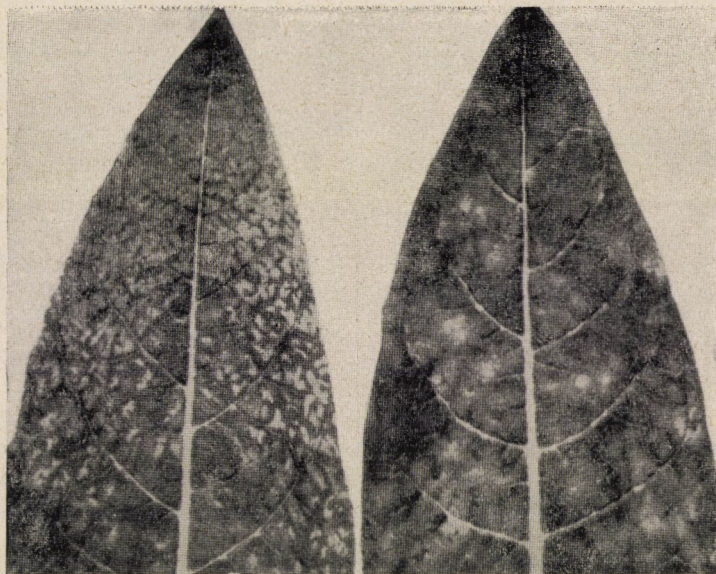
A betegség legtöbb alakja a növény leromlását és természsökkenését okozó, de van ártatlan vírusos jellegű betegség is, melytől a növény sárga, tarkalevelű lesz, de nem pusztul el, sőt a kertészek kedvelik és mint érdekes tarkalevelű dísznövényt tenyésztik.

A vírusbetegség terjedésére nézve már MAYER A. a dohány mozaik-betegségének felfedezésekor 1886-ban megállapította, hogy a betegség a növény nedvével az egészséges növényre átvihető. A kutatók hamarosan megállapították, hogy a vírusbetegséget egyik egyedről a másikra legbiztosabban oltás vagy szemzés útján vihatjuk át ; természetesen ez csak akkor sikerül, ha az alanynak és nemesnek használt növények között a megfogamzáshoz szükséges „affinitás“ megvan. Ennek a betegségközlési módnak főleg a betegség tanulmányozásában van fontos szerepe. A betegség terjedése világosan érthető : a növényi nedvek szállítják a vírust. Valamennyi más vírus átviteli mód teljesen hasonló, mindenütt a beteg növény nedvei hordják a betegségokozó anyagot, akár mesterséges, akár természetes a terjesztés módja. Oltással a leghosszabb idejű és a legbelsősegebb a nedvek kicserélődése, ezért a legbiztosabb a betegség átterjedése.

Legegyszerűbb és igen gyakori, hogy a munkás a kezére, késére, vagy egyéb művelő eszközére tapadt vírussal terjeszti a betegséget. A növényi nedvnek a finom oltótűvel készített sebbe való átoltása elvileg teljesen azonos folyamat. Azt még nem tapasztalták, hogy az egyszerű érintkezéssel egyik sebzetlen ép növényről a másik ép növényre a vírus átjutott volna. A friss sebzés a fertőzésnek lényeges feltétele.

Sokszor tapasztalták, hogy a vírusbetegség a talaj útján terjed. Valószínű, hogy a beteg növényi részek a talajt megfertőzik és ha a palánták kiszedése, átültetése alkalmával a gyökerek megsebződnek, a talajvízben oldott vírus könnyen bejut a sebbe és azt megfertőzi. Sebzéseket végezhetnek a gyökéren a művelő eszközökön kívül altalajban élő rovarok is és így kaput nyitnak a betegség számára.

Nagyfontosságú volt ALLARD H. A. amerikai kutatónak 1914-ben tett felfedezése, hogy a dohány mozaikbetegségét a levéltetvek terjesztik. Azóta bebizonyosodott, hogy a természetben e téren a legfontosabb szerepet valóban



4. kép. Különbőféle típusú mozaik vírusbetegségek dohányleveleken. JOHNSON E. M. nyomán.

a szívó szájszervvel bíró *Hemiptera*-rendbe és a *Heteroptera*- és *Homoptera*-alrendbe tartozó rovarok játsszák. Közöttük a legnevezetesebb fajok KÖHLER E. felsorolása szerint a következők :

<i>A betegséget terjesztő rovar.</i>	<i>A betegség neve.</i>
<i>Eutettix tenellus</i> (kabócaféle)	A cukorrépa kaliforniai levélfodrosodása.
<i>Piesma quadrata</i> (poloskaféle)	A cukorrépa német levélfodrosító betegsége.
<i>Aphis maidis</i> (levéltetűféle)	A cukornád mozaik betegsége.
<i>Cicadula sexnotata</i> (kabócaféle)	Az <i>Asterek</i> stb. északamerikai sárgasága.
<i>Myzus persicae</i> (levéltetűféle)	Burgonya levélsodródásos betegsége stb.
<i>Thrips tabaci</i> (Thysanoptera)	Paradicsom bronzfoltossága.
<i>Balclutha nubila</i>	A kukorica csíkos betegsége.

Az előző fejtegetésekből világosan megérthető, hogy ezek a rovarok a betegséget valóban terjeszthetik, mert táplálkozás közben szívó szájszerkezetüket a beteg növény vírusával beszennyezik, majd az egészséges növényre jutva megsebzik és a friss sebbe a virust bejuttatják. A kísérletek azt bizonyítják, hogy a dolog lefolyása mégsem ilyen egyszerű, mert akármelyik virust bármelyik szívó rovar nem képes átvinni. Vannak vírusok, melyeket csak különleges rovarok tudnak átvinni. Ilyen különleges esetekre nézve gyakran megállapították a szoros összefüggést a levéltetvek száma és a betegségek elterjedési foka között. Rágó rovarok sokkal ritkábban szerepelnek a betegség terjesztésében, aminek az okát ezeitől egészen világosan nem látjuk.

Az előző fejtegetésekből láttuk, hogy a vírus a beteg növény összes vegetatív részeiben el van terjedve. Érthető tehát, hogy vegetatív szaporításkor a beteg növényi részekből beteg utódok keletkeznek. Tapasztalati tény például, hogy beteg burgonya gumója egészen biztosan terjeszti a betegséget. Belőle beteg növény fejlődik, melyről azután a rovarok vagy más módok átterjesztik a betegséget az egészséges növényekre.

Felette érdekes, hogy a vírusbetegség a magvak útján ritkábban terjed, mint a vegetatív szaporítási módok útján. Bár ez a jelenség nem általános, mégis figyelemreméltó, legalább azon fajoknál, ahol előfordul. Okát ma még nem ismerjük, a vizsgálatok e téren is folyamatban vannak.

A vírusbetegségek kórokozója sokáig nem volt ismeretes. MAYER ADOLF maga és vele együtt sok kutató azt hitte, hogy a dohány mozaikbetegségét baktériumok okozzák. Arra mutatott az a tény, hogy a növény nedvével képes volt a betegséget az egészségesre átvinni. Baktériumot sem ő, sem azóta senki más a növény nedvében nem talált, de ezt azzal magyarázzák, mint sok más, főleg állati járványokat okozó ragályok esetében: a mikroorganizmus olyan kicsiny, hogy a mikroszkópi látás határa alatt marad.

Az esetleges baktérium sajátságát igyekezett 1892. évben IWANOWSKI orosz és vele egyidőben BELJERINCK holland kutató meghatározni, midőn a.

dohány mozaikbetegségben szenvedő növény részeiből kipréselt nedvet olyan mázatlan porcellánból készült ú. n. baktériumszűrőn próbálták megszűrni, mely a baktériumokat visszatartja. Meglepetéssel tapasztalták azonban, hogy a baktériummentesnek gondolt szűrlet, az egészséges növényt éppen úgy megfertőzte, mint a növény szűretlen nedve. Ezért sokan mások mind tökéletesebben dolgozó szűrőket, majd később kollódium-szűrőket, ú. n. „ultraszűrőket“ használtak. Az ezekkel végzett újabb szűrési kísérletek megint csak oda vezettek, hogy a beteg növény megszűrt nedve, a betegséget éppen úgy terjesztette, mint a szűretlen nyers nedv. Ezen tapasztalatok alapján BEIJERINCKnek az 1898. évben kijelentett felfogása kezdett megerősödni, hogy a betegségokozó nem mikroorganizmus, hanem valamilyen más ragályt okozó anyag.

Időközben az optikai ismeretek fejlődésével SIEDENTOPF és ZSIGMONDY felfedezték a sötét látótérrel dolgozó ú. n. ultramikroszkópot, mellyel olyan kicsiny testecskéket is meg lehet látni, amilyeneket a rendes mikroszkóp és ibolyántúli fényel folgozó ú. n. kvarcmikroszkópok legtökéletesebb optikai felszerelése segélyével sem láthatunk vagy nem fotografálhatunk a fény hullámhosszának adottsága folytán. A szóban forgó betegséget okozó baktériumot azonban a beteg növény nedvében az ultramikroszkóppal sem sikerült felfedezni. Bizonyos kristályokat és szilárd testeket ily módon ugyan lehetett észrevenni, de hogy mi köze ezeknek a betegséghez, azt nem lehetett eldönteni. Ezért a kutatók valamilyen élet-tani jelenségre vagy táplálkozási zavarra, elsősorban enzim zavarra gondoltak. SORAUER enzimatikus, BAUR az állati vírusbetegségekhez való hasonlatos jellegük alapján elnevezte növényi vírusbetegségeknek. A vírus szó jelentése „*váladék*“ vagy „*nedv*“; később a szónak szűkebb értelme „*mérges váladék*“, „*mérges nedv*“ lett. Ebben az értelemben már PASTEUR 1881-ben használta a veszetzég okozójának az elnevezésére, miután baktériumát nem tudta megtalálni.

Mínthogy tehát baktériumot semmiféle eszközzel sem sikerült felfedezni, a kutatók azon igyekeztek, hogy az ismeretlen virusanyagot valamilyen módon megláthatóvá és megfoghatóvá tegyék. Ilyen irányban azután az összes fizikai, kémiai és biológiai vizsgálati módszereket a ma elérhető legmagasabb fokra tökéletesített formában a vizsgálat szolgálatába állították.

Ezek között emlékezzünk meg a mikrotechnikában gyakran használt festési módszerről, mely eljárás jelen esetre vonatkoztatva abból áll, hogy a



5. kép. Valóságos „Ring Spot“ nevű vírusbetegség dohányleveleken.
HENDERSON és WINGARD nyomán.

növényből kiperéselt nedvet megszűrik, majd tárgylemezre teszik, bepárologtatják és a szilárd maradékot rögzítik, vagyis a tárgylemezhez tapasztják, azután valamilyen alkalmas festékkel megfestik. Ily módon sikerült a dohány mozaik-betegségben szenvedő növény nedvében közönséges mikroszkóppal is



6. kép. „Kräuselkrankheit“ jellegű vírusbetegség dohányon. THUNG nyomán.

szilárd testeket megállapítani. Festés nélküli állapotban a dohány mozaik vírusos növénynedvében a sötétlátóterű ú. n. ultramikroszkóp jól látható szilárd részecskéket mutat. Azután az ibolyántúli fényvel dolgozó ú. n. kvarcmikroszkóppal ilyen szilárd testeket, kristályokat le lehetett fényképezni és méreteiket megállapítani. Újabban szintén sikerült a dohány mozaik-virust a RUSKA és V. BORRIES által szerkesztett elektronmikroszkóp segítségével láthatóvá tenni vagy megmérni. Ezen módszereken kívül egész sereg közvetett módszer van, melyek még a további tökéletesítésre szorulnak.

Ezek a láthatóvá vagy mérhetővé tételek stb. azonban nem kielégítőek és nem elég megnyugtatók, mert semmi nem bizonyítja azt, hogy ezek a látott szemcsék vagy kristályok a kórokozó vírussal azonos anyagok lennének. Ezt a bizonyítékot csak akkor kapták meg a kutatók, mikor sikerült a vírus anyagát kellően tisztázni, elkülöníteni, kristályos alakban előállítani, kémiai összetételét meghatározni és ezen anyagnak a vírussal azonos jellegét fertőzési kísérletekkel bebizonyítani.

Ezt a nagy feladatot legelőször STANLEY amerikai kutatónak sikerült megoldani oly módon, hogy a dohánymozaik vírusbetegségben szenvedő növény kiperéselt nedvét a durvább és finomabb tisztátalanságtól megszűrte,

majd ezt baktériumszűrőkön átszűrve, a nedvben megkapta a vírus oldott anyagát. Most ezt a vírusanyagot oldatából ammonium szulfáttal kicsapta és nagysebességű ultracentrifuga segítségével a kristályokat összegyűjtötte, majd újra feloldotta és kristályosította, és ismét összegyűjtötte. Ezt többször ismételve a végén olyan tűalakú kristályokból álló anyagot kapott, melyet nemcsak mikroszkópon láthatott, hanem képes volt meg is elemezni, fizikai és kémiai sajátosságait meghatározni és fertőzéses jellegét oltással bebizonyítani.

A dohánymozaik vírus kristályai fehérjevegyületek, miért is STANLEY proteinnak nevezte el. Anyaguk hasonló a sejtmag nuklein anyagához, de annál bonyolultabb, mert molekulája sokkal nagyobb. Számítások szerint molakulasúlyuk 17 millió rendű, és a molekula nagysága 35–50 $\mu\mu$. tehát az

eddig ismert proteinek méreteitől sokban eltér. Ugyanilyen eljárással hasonló eredményt értek el az *Aucuba*-, ugorka-, burgonya mozaikbetegségénél. Mind-ezekben nucleoproteineket találtak.

STANLEY és azóta sokan mások a virusnak ezen tisztán előállított kristályok oldatával, alkalmas növényeket próbáltak fertőzni és azt tapasztalták, hogy a fertőzés sikerrel jár, sőt betegséget tetszés szerint akárhányszor képes volt az elsőről, újabb és újabb növényre átvinni. STANLEY eleinte azt gondolta, hogy a virust a kristályokhoz tapadt tisztátalanság hordja, de amidőn sorozatos vizsgálatokkal megállapította, hogy a tízszeri átkristályosítás és centrifugálás után a kristályos anyag virulenciája nem csökken, hanem az eredetinek százszorosára fokozódott és még 1:100 milliós arányú higitás mellett is fertőzőképes, akkor eldöntöttnek vélte, hogy a virus nem más mint maga a nagy molekulájú kristályos fehérje. Másik döntő bizonyíték az a tény, hogy egészséges dohánynedvből hasonló testeket soha nem tudott elkülöníteni.

A STANLEY felfedezésének elvi jelentősége igen nagy, mert bebizonyította, hogy van olyan ragályos növénybetegség, melyet nem élő szervezet idéz elő.

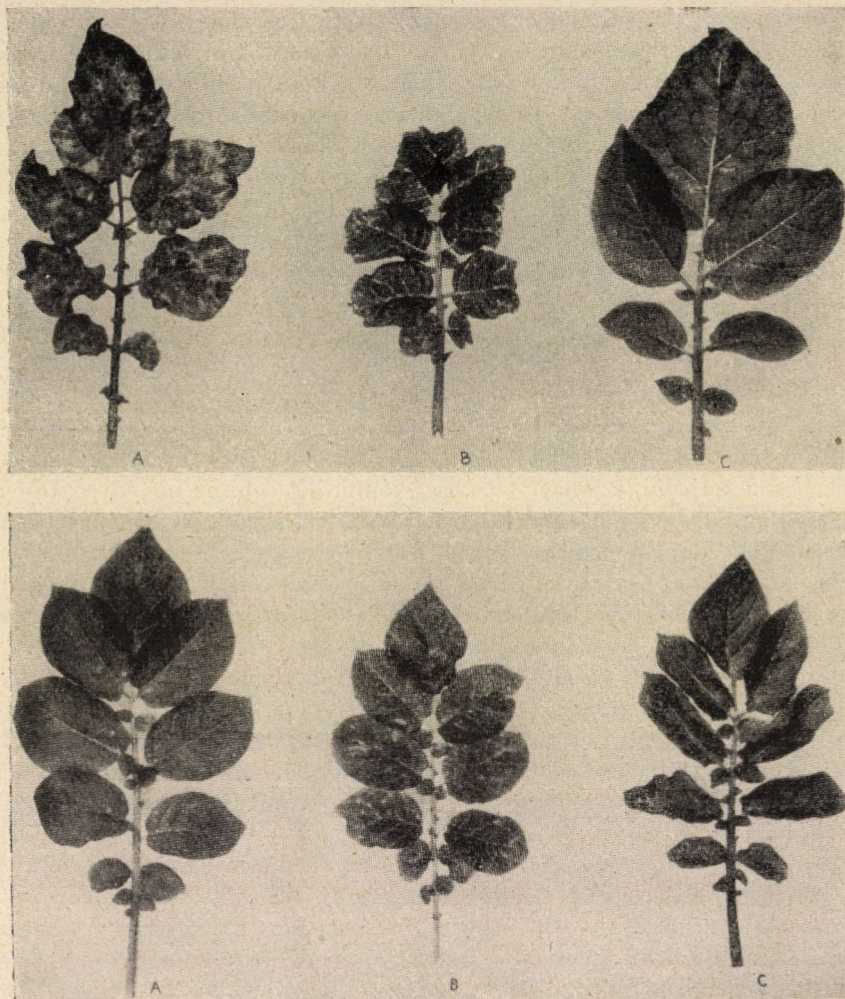
Utolsó gondolatként felmerül az a kérdés, hogy az a végtelen kicsiny, élettelen hatóanyag, mely az oltótű hegyére vagy a levéltetű szívó szervére tapad, a növénybe jutva miként szaporodik úgy el, hogy a növény minden részébe el tud terjedni, a növényt beteggé tenni, sőt a beteg növényről tovább jutva, akárhányat képes hasonlóan megfertőzni. Ezt a kérdést csak úgy tudjuk mai ismereteink alapján megmagyarázni, hogyha STANLEY, FRAENKEL, ALEXANDER stb. kutatókkal együtt feltesszük, hogy a virus katalizátorként működik és a gazdanövény fehérjéjét protein virussá alakítja át, mely az életfolyamatra kevésbé alkalmas, mint a szóbanforgó növény saját fehérjéje. Ebbe a változásba betegszik meg a növény, mely rövidebb-hosszabb idő alatt a növény pusztulását is előidézheti.

* * *

A növényi virusbetegségeket rendszertani alapon tárgyalni ma még nem lehet, ezért a fontosabb gazdanövények szerint csoportosítva róluk a következőket mondhatjuk:

I. A dohánymozaik virusát 1886-ban fedezte fel MEYER ADOLF, ez a legelőbb megismert és az összesek között a legjobban tanulmányozott. Ebből állította elő STANLEY 1937-ben a virusbetegség hatóanyagát, a virusproteint. Különösen az amerikai kutatók fejtettek ki tanulmányozása közül nagy igyekezetet, mert ott a dohány termesztése nagyfontosságú. Tudjuk, hogy a dohánynövényen bizonyos különleges dohányvirusokon kívül egész sereg más virus is károsít. Ennek megfelelően a betegség lefolyásának képe sem egységes. Egyes dohányfajok az általános megbetegedésekre hajlamosak, ilyenkor a fiatal hajtások csucsán az ízközők megrövidülnek, a levelek csomókban állanak. Idősebb leveleken a levélerek között világosabb-sötétebb zöld és sárga foltok váltakozva fordulnak elő, a levelek rövidebbek és szélesebbek lesznek. Néha fordított eset is előállhat, mikor a levéllemez nem fejlődik ki, csak a főér keskeny csíkja marad meg. Az általános megbetegedésben szenvedő dohány nikotintartalma 40–100 percenttel magasabb, minősége alacsonyabb, gazdasági értéke

csekélyebb. A dohány vírusa főleg az előző évi beteg növény maradékával a talaj útján terjed; a palánták fertőződnek meg. Rovarak úgy látszik nem játszanak szerepet, magvak útján nem terjed. Az elsőrendű dohánytermelő



7. kép. Különbféle típusú mozaikvírus betegség burgonyaleveleken. JOHNSON J. nyomán.

vidékekre nagyon fenyegető csapásként tekinthető. Szumátrában a dohány csíkos betegségének nevezik, de minden amerikai és európai dohánytermő vidéken megvan a maga neve.

Sajátságos jellegű a dohány ring-spot vagy gyűrűs pettyes vírusbetegsége, mely a legveszedelmesebbek közé tartozik és Amerikában ijesztő módon terjed.

Védekezni a betegség ellen úgy lehet, hogy csak egészséges talajba egészséges növényeket ültessünk és minden fertőzés lehetőségét kikerüljük. Legfontosabb a palánták nevelésére szolgáló melegágyak talajának fertőzötlen volta, ezért azt minden évben friss földdel kell felújítani.

2. A burgonya vírusbetegsége valamennyi között a legfontosabb, mert a burgonyának néptáplálkozási szempontból óriási jelentősége van a Föld legtöbb pontján. Pedig a betegség állandóan terjed minden burgonya-termelő vidéken és a burgonyának minden kultúrfajtáján.

A burgonya vírusbetegségének legáltalánosabb alakja az, amit leromlásnak nevezünk. Ezzel a névvel jelezünk minden olyan fejlődéscsökkenéssel járó jelenséget, mely a növény vegetatív és ivaros teljesítőképességét tönkreteszi. Az ökológiai t. i. talajtani és éghajlati okok folytán létrejött leromlás külsőleg annyira hasonlít a vírusok által okozott leromláshoz, hogy a kettőt egymástól külső jelek alapján meg sem lehet különböztetni. A kétféle leromlás egyszerre is jelen lehet és képesek egymás hatását fokozni vagy fékezni. Magának a vírusnak a hatása is olyan nagyfokú lehet, hogy a burgonya olyan gyengén fejlődik, hogy nem terem elég gumót és ezért gazdasági természetével fel kell hagyni. QUANJER holland tudós írja, hogy Anglia déli részének gazdaságai olyan mértékben fertőzve vannak a vírusbetegséggel, hogy vetőgumót nem tudnak termelni. Skóciából hozatják az egészséges vetőgumót, ahol a betegség még nincsen elterjedve. MARCHAL E. közlése szerint hasonló az állapot Belgiumban is, a vetőgumót nekik is állandóan vészmentes vidékekről kell behozniok. Mint KAUSCHE írja: Németországban a vírusbetegség által okozott burgonyatermeszteszést évente 6 millió tonnánál többre becsülik, amely állandóan fokozódik.

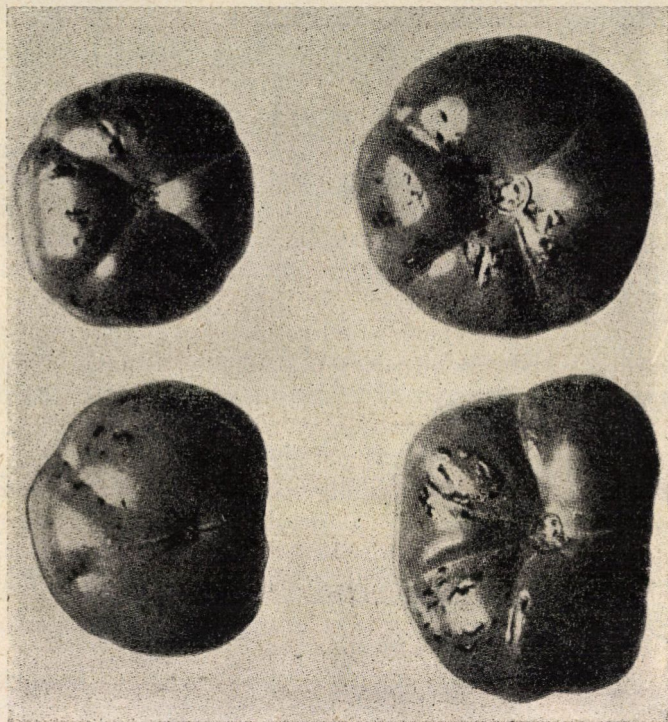
A burgonyán is többféle típusú vírus pusztít, melyek keveredhetnek. A keverékek rendszeren a legpusztítóbbak. Fokozhatják a hatást az ökológiai leromlásból származó tényezők és a növény hajlamossága. Jellegzetesebb burgonyavírus típusok a következők:

a) A levélsodródásos vírusbetegségben szenvedő burgonya leveleinek széle felfelé görbül és lemeze mereven felfelé irányul, mely jelenséget ökológiai tényezők is fokozhatják. A burgonya vírusbetegségei között a legveszedelmesebb. Főleg az őszibarack levéltetű *Myzus persicae* terjeszti; tüvel vagy valamilyen más eszközzel eddig, másik növényre átvinni nem sikerült. Magvak útján az utód nem fertőződik. A vírust tisztán még nem sikerült előállítani. A levelek többé-kevésbé klorotikusak, sárgák vagy violaszínűek. A levelek keményítővel vannak megtelve, ettől feszülnek, kunkorodtak, merevek. Úgy látszik az asszimilált anyagok elvándorlása van megzavarva. Rendszeren a virágzás időpontja körül jelentkeznek. Az ilyen növény alatt megtaláljuk az elvetett gumót, mely még egészen kemény, a tartalék tápanyag nincsen elhasználva, ezért a növény gyenge fejlődésű. Van a jelenségnek lassabban és gyorsabban haladó változata, a termés mindkét esetben csökkentett vagy semmi. A hollandok ezt az alakot „enroullement“-nek (MARCHAL), a németek „Blattrollvirus“-nak (KAUSCHE) nevezik.

b) A burgonya levélsikolttságát okozó vírusbetegség arról ismerhető fel, hogy a levél felső és alsó oldalán főleg az alsó erezen és a levél nyelén hosszanti sötét csíkok láthatók. Az ilyen növények hajtásai merevek, könnyen törnek.

Később a levelek gyakran hamar elszáradnak. A gumótermés kevés vagy semmi. A hollandok „bigarrure“-nek, az angolok „streak“-nak nevezik (MARCHAL).

c) A burgonya mozaikbetegségének fő tünetei a leveleken látható sötétebb, világosabb zöld sárgásfehér mozaikszerű foltosság, mely lehet enyhébb esetben panachure-jellegű, súlyosabb esetben hasonló a levél-sodródásos betegséghez, mikor a levelek széle felkunkorodik. Ha a betegség



8. kép. Csíkos-jellegű vírusbetegség paradicsom termésén. BURNETT és JONES nyomán.

enyhébb termés-csökkenés kevésbé jelentkezik, súlyosabb esetei sem olyan végzetesek, mint az a) és b) pontok alatt tárgyaltak.

d) A burgonya „Frisolé“ néven leírt vírusbetegsége okozza MARCHAL szerint elsősorban a burgonya törpe növekedését. A levelek mintázottak a levél széle behajlott, lemeze, sőt az egész növény növekedése degenerálódott, a gumók apróbbak, néha megnyúltak, a termés csökkentett.

e) A burgonyagumók rejtett fertőzése a betegségnek olyan alakja, melyet szabadszemmel vagy közönséges eszközökkel nem tudunk észrevenni. A vírusos burgonyagumók kisebbek, de ez nem ad felvilágosítást, ezért teljesen egészséges benyomást tesz a szemlélőre. A betegség terjesztése szempontjából azonban nagyon fontos, mert ezek a beteg gumók hordozzák

és terjesztik a betegséget egyik évről a másikra. Beteg gumóból beteg növény származik és a rajta élő levéltetvek gyorsan széthordják a virust a szomszédos egészséges burgonyára.

A burgonya vírusbetegségeit még A, B, X, Y, ... betűkkel is jelölik, bár több részletet ezek a megkülönböztetések sem adnak. A legtöbb burgonya vírusbetegség ezeknek az A, B, X, Y és más kevésbé ismert vírusnak a keveréke. Míg kísérletileg ki nem vizsgálják, róluk sok biztosat nem lehet mondani.

A burgonya vírusai közül az X jelzésűt újabban sikerült elkülöníteni és kiderült róla, hogy ez is mint a dohány mozaikbetegségének vírusa nagymolekulájú nucleoprotein jellegű vírusprotein. Molekula súlya 10 millió körül van. Folyékony kristályokat képez és kevésbé állandó vegyület mint a dohány mozaikvírusa. Az X vírus átvitelének módját nem ismerjük, úgylátszik, nem rovarok terjesztik, hanem a talaj útján vagy közvetlen érintkezéssel.

Védekezni a burgonya vírusbetegségei ellen a növény gyógyításával nem tudunk, mert erre semmiféle olyan módszert vagy anyagot nem ismerünk, mely a vírus kifejlődését megakadályozná, vagy a virust elpusztítaná. Úgylátszik, egyedül a betegség megelőzésének módja vezet a gyakorlatban eredményre, úgyhogy teljesen egészséges virustól mentes növényeket szaporítsunk, a talajt fertőzéstől megvédjük és növényeinket a betegségeket terjesztő szívó rovaroktól, főleg a levéltetvektől, védjük.

Az előző fejtegetések alapján megérthettük, hogy a vírusbetegséggel fertőzött vetőgumót az egészségestől gyakorlatilag is használható módon megkülönböztetni nem tudjuk. A betegség csak a fejlődésben lévő zöld növényen, virágzástól érésig állapítható meg biztonsággal azokról a fejlődési elváltozásokról, melyekről az előzőekben szövegtünk. Ezért egyedül az egészséges kiválogatásával tudunk magunkon segíteni, ami a burgonya esetében úgy végzendő, hogy a vetőgumó termelésére szánt területet a tenyészet idejében 2-4 hetenként töről-tőre megvizsgáljuk és ha az előzőekben leírt tünetet mutató beteg tövet találunk, azonnal kiirtjuk. A földfeletti és földalatti részeket figyelmesen összehozva ponyvába vagy zsákba rakva a területről elvisszük és azonnal elégetjük. A ponyvában való elszállítás azért szükséges, nehogy a levéltetveket az egész területen széjjel szórjuk. A gumók kiszedése nagyon fontos, mert ezek is fertőzve vannak és ha újra kihajtanak, újabb betegség gócpontjai lehetnek.

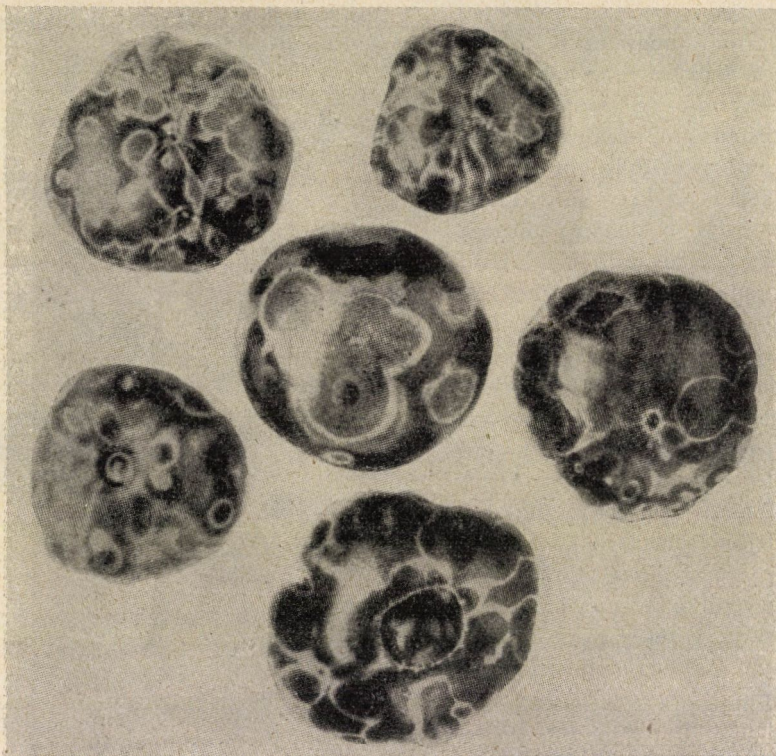


9. kép. Bronzfoltos-jellegű vírusbetegség paradicsom-leveleken. SAMUEL, BALD és PITTMAN nyomán.



A beteg gumók sütve vagy főzve feltakarmányozhatók. A főzés a virust elpusztítja. Főzetlenül feltakarmányozott gumóból keletkező trágyával a virust területünkre kiszállítva a betegséget mesterségesen terjesztjük.

Ha a virusfertőzés nagyobb mértékben elterjed, csak úgy lehet burgonyát termelnünk, ha a vetőgumót fertőzésmentes vidékről szerezzük be. Vészmentes vagy kevésbé fertőzött Skócia, az európai kontinensen az északi államok, mert



10. kép. Bronzfoltos-jellegű virusbetegség paradicsom termésén. SAMUEL, BALD és PITTMAN nyomán.

ezeknek hűvös éghajlata alatt a levéltetvek és más szívó és egyéb rovarok kevésbé tudnak elterjedni, és a virust kevésbé terjesztik.

3. A paradicsom vírusos betegsége. Üvegházakban és szabadban nevelt paradicsomokon egész sereg virusbetegség pusztít, melyek egyrésze valódi különleges paradicsomvirus, más része egyéb növényről, dohányról, burgonyáról, ugorkáról, *Aucuba*-ról kerül rá.

KAUSCHE írja, hogy németországi tapasztalatok szerint a dohány mozaik-virusa nagy kiterjedésben pusztít a paradicsomon és főleg ha többféle virusbetegség keveredik, jelentős károkat okoz. A betegséget legtöbbször továbbhurcolással, művelésmódokkal, a hajtások csonkázásakor terjesztik, de az őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*) is jelentős szerepet játszik. Rendesen

virágzás táján jelenik meg a növényen. A leveleken elszórtan sárga vagy elszíntelenedett, fehérszínű mozaikszerű foltok láthatók, azután az erek közötti levélterületek feduzzadnak, majd a levél legtöbbször elhal. A terméséken elhalt szövetekből alakult barna foltok vagy csíkok keletkeznek.

Az ugorka mozaikvírusa paradicsomon az ú. n. harasztlevelűséget okozza. Angliában tapasztalták, hogy az *Aucuba* mozaikvírusa a paradicsomra is átterjed és innen a burgonyaféle családba tartozó fajokra is könnyen át tud menni. Pontosabb vizsgálatok erről a vírusról is megállapították, hogy ez is nagymolekulájú nukleoprotein. A betegség elleni védekezés olyan, mint azt a dohánynál láttuk leírva.

4. Az ugorka vírus betegsége. Mind az üvegházi, mind a szabadban tenyésztett, sőt a vadonélő ugorkafajon előfordul a vírusbetegség és rajtuk érzékeny károk okoz, a beteg növény levelei legtöbbször mozaikszerűen színeződnek, a növény leromlik, a termés mozaikszerű foltokat, majd szemölcszerű kiemelkedést mutat. Az ugorka mozaikvírusát egész sereg rovar, ugorkalevéltetű, csíkos bogár, pattogó bogár stb. terjeszti, de mechanikusan, a művelési módokkal, visszavágással stb. is terjedhet.

Dr. Kövessi Ferenc.

A Békási-barlang.

Nem sokkal Észak-Erdély és a Székelyföld hazatérése után az a hír terjedt el az összes napilapok útján, hogy a Keleti-Kárpátokban, mégpedig a Tölgyesi-szoros közelében nagyon tekintélyes méretű barlangra bukkantak a csiki túristák. A híradások olyan részleteket is közöltek az új barlangról, amelyek a fölfedezést nagyon komoly színben tüntették föl, úgyhogy a magyar rádió is megemlékezett róla.

A Kereskedelmi Minisztérium, mint illetékes hatóság, az Országos Magyar Idegenforgalmi Hivatal útján a szóban lévő barlang alapos átvizsgálásával s a valódi tényállás földerítésével a Magyar Barlangkutató Társulatot bízta meg. Ez két tagját küldte ki, hogy a helyszínen tájékozódják a hol Zsedán-barlang, hol Békási-barlang néven emlegetett földalatti üreg sajátosságait illetően. A két barlangkutató: BARBIC LAJOS és NOVÁK KÁROLY hamarosan el is utazott Gyergyó-Békás községbe, amelynek határában a lakók körében jól ismert barlangot meg is találták, átkutatták, fölmérték, róla több fényképfölvételt készítettek s

vizsgálataik eredményéről részletes jelentésben számoltak be. A beszámoló főbb pontjait KADIĆ OTTOKÁR, a Magyar Túrlista Szövetség Értesítőjében ismertette. Ebből vesszük az alábbi adatokat.

A Békási-barlang Gyergyó-Békás község határában futó Zsedán-völgyben, a völgy talpa fölött mintegy 150 m magasságban nyílik. A barlang szája nagyon széles (14 m); az előcsarnok azonban mindössze 13 m hosszú és 2-2 m magas. Ebből egy alacsony kapu vezet az előterembe, amely azonban alig nagyobb az előcsarnoknál. Innen egy szűk, de mindössze 3-5 m mély kúrtón kell a barlang második termébe leereszkednünk. Ez hasadékszerű, lejtős üreg; hossza 20 m, magassága 2 m. Innen keskeny, de szép cseppkövekkel díszített folyosón áthaladva jutunk a harmadik terembe. Ez is hasadékszerű; belőle egy oldalfülke nyílik, amelynek szintén nagyon szépek a cseppkövei. Innen jobbra-balra két vakon végződő járat nyílik. A harmadik folyosó meredek lejtéssel visszavezet — az első terembe.

Kitűnik ebből, hogy a hírlapokban beharangozott 3000 m-es nagy barlang, amely a Baradla mellett is jelentős terjedelmű (?), a valóságban mindössze 250 m hosszúságra zsugorodott össze. Tagadhatatlan ugyan, hogy cseppkövei szépen fejlettek, de nagy kár, hogy több oszlopán vandál pusztítás nyomai is észlelhetők. Amiből az is nyilvánvaló, hogy a Békási-barlangot nem napjainkban fedezték föl. Ismerték és bejárták ezt már régebben mások is.

Tekintve azonban, hogy a Székelyföld nem bővelkedik cseppkőbarlangokban, s a Békás-szoros, illetőleg

Gyilkos-tó környékét meglátogató természetjárók számára a Békási-barlang újabb vonzó látványosságot jelent, könnyebben hozzáférhetővé tétele mindenestre kívánatos. Főleg a 150 m magasságban nyíló barlangszéléig vezető utat kell könnyebben járhatóvá tenni.

Későbbi kutatások esetleg arról is tájékoztathatnak bennünket, vajjon alatta nincs-e másik, esetleg nagyobb barlang. Ennek nagy a valószínűsége, minthogy a Békási-barlang feltűnően magasan fekszik. Az sem lehetetlen végül, hogy benne diluviumi üledék s ebben az ősember nyomai is rejtőznek.

Dr. Gaál István.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

Ultrahanghullámok hatása vízi élőlényekre. A végtelenül sokféle hullámoknak az élőlényekre való hatását már nagyon sok szempontból vizsgálták. Ismerjük közömbös, káros és gyógyító szerepüket. Újabban az ultrahanghullámokat is a kutatások körébe vonták s megpróbálták velük apró élőlények elpusztítását. PAIE, HABER, VOET és ELIAS francia kutatók már 1935-ben gondoltak arra, hogy a hallhatóság határán túl lévő hanghullámokkal a folyadékokban élő apró szervezeteket meg lehetne ölni s így a folyadékokat, konzerveket sterilizálni lehetne. Kutatásaik alapján kiderült, hogy baktériumok, kokkuszkok nem pusztulnak el, de a papucsállatka (*Paramecium*) öt perc alatt elpusztult e hullámok hatására.¹

Nem régen TSCHERNIUK E. orosz kutató tette közzé azoknak a kísérleteinek eredményét, melyekkel az ultrahanghullámoknak valamivel magasabbrendű vízi élőlényekre való hatását

igyekezett kideríteni.² E célból vízi moszatokat, ázalékállatkákat, vízbolhákat és csigákat tartott 15 cm³ ürtartalmú edényben, lehetőleg állandó hőmérséklet mellett. Az edények tartalmára azután ultrahanghullámokat bocsátott. Kísérleteinek eredményeként kiderült, hogy ezekre a hullámokra az alsóbbrendű rákok a legérzékenyebbek. A *Daphniák*, *Cyclopsok*, ezek fejlett álcaalakjai 6 percnyi hatás után elpusztultak. A petéből kikelt fiatal *Daphniák* már valamivel hosszabb ideig: 8 percig bírták el a hullámok gyilkos hatását. A *Physa fontinalis* nevű csiga már 9 perc múlva belepusztult. A papucsállatka (*Paramecium*) 12 percig, a *Hydra* 15 percig, vízi rovarok álcái pedig 16 percig állottak a hullámok ostromát s akkor pusztultak el.

A *Cladophora* nevű ismert fonalas moszat a 30 percig tartó hullámhatás után is életben maradt, de pár nap múlva meg lehetett figyelni, hogy sejtjeinek festékszemcséi megváltoztak

¹ L. DR. K. KÚTHY SÁNDOR: A hanghullámok kémiai-fizikai hatása. — Pöt-füzetek a Természettud. Közlönyhöz, 70. köt. 1938. 41. l.

² TSCHERNIUK E.: Biological action of ultra-sounds. — Bullet. Biol. et Méd. experim. URSS. 8. köt., 1939. 223—226. l.

és színük is átalakult. Ezeket a változásokat azonban a moszat hamarosan kiheverte.

Az ultrahanghullámokkal csak rövid ideig kezelt papucsállatkák, alsóbbrendű rákok utódai mind egészségesek voltak s a hullámok hatásának nyomait nem mutatták.

Dr. vitéz Varga Lajos.

A Cyclops csillós-ostoros sejtjei. A Pótfüzetek 1939. évi kötetének 131—132. oldalán ZILCH tanulmánya nyomán egy rövid közleményben összefoglaltam azt, amit az ízeltlábúak csillós-sejtjeiről tudunk, vagy tudni vélünk. ZILCH vizsgálatainak és az irodalmi adatok kritikai megrostálásának eredménye szerint csillók az ízeltlábúak közül csupán az őslégsövesek testének egyes pontjain vannak, ellenben az összes többi adatok, melyek csillós-sejteknek az ízeltlábúakban való előfordulását állítják, téves megfigyeléseken vagy egyéb hasonló képződményekkel való összetévesztésen alapsznak. Így tévesnek nyilvánította ZILCH FARKAS BÉLÁNAK azt az állítását is, hogy a *Cyclops viridis* és *C. serrulatus* nevű apró rákokskák bélcsatornájának egyes pontjain csillóssejtek találhatóak.

FARKAS a Deutsche Zoologische Gesellschaft 1939. évi összejövetelén tartott előadásában válaszolt ZILCH kritikájára, bemutatva egyszersmind készítményeit is, hogy az összegyűlt zoológusok saját szemükkel győződ-hessenek meg állításai helyességéről. Válasza a nevezett egyesület 1939. évi kiadványában¹ jelent meg. A szegedi egyetem tanárának újabb fejtegetései és bemutatott készítményei nyilván meggyőzőek voltak, ami kiderül WEBER H. bécsi egyetemi tanár következő beszámolójából.² A régi vitát, hogy vajjon az ízeltlábúaknak vannak-e csillók vagy nincsenek, ZILCH, valamint NEWELL és BAXTER negatív irányban döntötte el, azonban FARKAS a kérdést 1939-ben ismét szóvá tette. Egy kiválóan világos készítmények

fényképeivel támogatott előadásban, megegyezően egy korábbi, kevésbé ismert közleményével, megállapítja, hogy a *Cyclops* bélcsatornájában és uterusában, életének bizonyos szakaszában (az uterusban a megtermékenyítés idején) olyan hámok találhatóak, melyeknek sejtjei ostorpamatokat viselnek, és amelyek közül legalább az uterusban lévőkről a készítmények alapján fel lehet tenni, hogy ritmikus mozgásokat végeznek. Mivel az összetévesztés idegen szervezetekkel (*Spirochaetákkal*), spermiumokkal vagy más ostorszerű képződményekkel FARKAS adatai szerint kizártnak tekinthető, s mivel az ostorok típusos módon a plazmában lévő alaptestekben gyökeresnek, megfigyeléseinek helyessége iránt semmi kifogást sem lehet emelni, de azok egyedülállósága mindenesetre további sürgős vizsgálatokat tesz szükségessé rokon alakokon.

Mivel tehát így WEBER megítélése szerint is valóban egyedülálló megfigyelésről van szó, bizonyára nem lesz fölösleges, ha FARKAS vizsgálatainak eredményét, újabb közleménye alapján, röviden összefoglalom.

A *Cyclops*nak csillóssejtjei bélcsatornájában és FARKAS által uterusnak nevezett szervében vannak. Azonban az utóbbi szerv sem egyéb a bélcsatorna egyik részleténél. Helyzeténél fogva első közleményében maga FARKAS is végbélnek nevezte, azonban most megállapította róla, hogy nem a táplálkozás, hanem a szaporítás szolgálatában áll annyiban, hogy a fiatal egyén abban éli át lárvakorának egyes szakaszait. A két rész csillózata külsőleg nagyon hasonló, de mégis jelentős különbség van köztük. Tulajdonképpen nem is csillózat, mert a sejt függelékei nem gyenge fonalak, pillaszőrök, hanem aránylag nagy, az őket viselő sejt hosszával egyenlő vagy azoknál még hosszabb, erős ostorok, azért FARKAS a *Cyclops* szóban lévő hámját nem is csillós, hanem ostoros hámnak nevezi. Nem az egész bélcsatornát bélelik ki ilyen sejtek, hanem annak csak egyes szétszórt pontjait, a bélcsatorna alaphámjából szigetszerűen kiemelkedő részleteit fedik. Az ostorok nem állandó képződmények, hanem

¹ Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellschaft, 1939, 398—420. old.

² V. ö. Fortschritte d. Zoologie, 5. köt., 1941, 51. old.

Handwritten note: A web. záj... ..

csak a koplaló állat táplálócsatornájában vannak meg. A jóllakott állat megfelelő sejtjeinek belsejében erős rostnyalábok vannak ugyan, azonban a rostoknak folytatása a sejt szabad felületén kívül nincsen. Ha jól értem FARKAS nem egészen világos — nyilván a tények homályosságából fakadóan bizonytalan — előadását, az ostorok a sejten belüli rostok egyes szálainak a sejten kívüli folytatásai-ként jönnek létre úgy, hogy létrejöttekben valamiképpen szerepe van a sejtek felületét borító chitinrétegnek is. Így a képződmények ostorból és ostorgyökérből állanak éppen úgy, mint a csillók, azonban alaptestük nincsen, legalább is jelenlétét nem sikerült megállapítani, s elűtnek a csillóktól nyilván abban is, hogy mozdulatlanok, ritmikus mozgásokat nem végeznek.

Az uterusnak szintén csak egyes pontjain vannak ostoros hámsejtek. Ezek ostorainak már van a sejt mélyén elhelyezkedő alapteste is. Szintén nem állandó képződmények, mert amikor lárva van benne, ostorokat hiába keresünk ebben a szervben is, hanem csak a megtermékenyítés idejében jelennek meg. Fejlődésük nyomon követhető, mert ebben az időszakban az összes átmeneti stádiumok megfigyelhetők az ostortalanságtól az ostorok teljes kifejlődéséig. Megjelenésük módja az, hogy hosszirányban kinyulva az uterus hámfájának síkja fölé emelkednek, de ugyanazon a módon vissza is húzódnak a sejt belsejébe. Az ostorok gyökerei nemcsak a sejten követhetők, hanem a sejt alapján túl is és megállapítható, hogy itt összefüggenek a hám alatti kötőszövet rostjaival. Valószínű, hogy az uterusban lévő ostorok már valóban mozgó s nemcsak kinyúló és összehúzódó, hanem hajladozó mozgásokat is végző képződmények. Erre nemcsak abból lehet következtetni, hogy alaptestük van, hanem alakjuknak és helyzetüknek a készítményeken megállapítható változékonysága is e mellett szól.

Dr. Soós Lajos.

Ugartyúk a Balaton mellett. Ez év tavaszán április 23-án NAGY IMRE földbirtokos úr Balatonederics környé-

kén egy ugartyúkot (*Burhinus oedicnemus oedicnemus* L.) lőtt és meghatározásra beküldte hozzám. Egy példányt régebben Keszthely környékén Égenföld m. (Zala m.) lőttek, míg GAÁL GASZTON 1922. október 28-án Balatonbogláron észlelte.¹

Az ugartyúk tollainak színe felül rozsdásbarna, középen a tollak feketén sávosságok. A szem fölött és alatt, úgyszintén a szárnyfedőtollakon fehér sáv húzódik végig. A szem előtt és a homlokokon ugyancsak fehér folt látható. Alsó teste sárgásfehér, evezőtollai és farktollainak hegye feketék, szeme, csőre sárga és a csőr hegye fekete, lábai sárgásbarnák. A láb középső és külső ujja között kötőbőr kifejlődött.

Dél-Európa, Észak-Afrika, Közép-Ázsia pusztaságain, steppeszerű vidékeken otthonos, de előfordul füves, köves területeken is. Hazánkban már csak kis számban fészkel kopár, ugaros, homokos helyeken. Igen szívesen telepszik meg olyan kopár, homokos, köves területeken, amelyeken bokros, fásrészetek is vannak. A Duna és Tisza közötti homokos vidéken és a deliblati homokosivatagon, a Dunántúl nagyobb kiterjedésű legelőin, a Duna kavicsos zátonyain és szigetein szívesen megtelepszik.

Mint átvonuló madár tavasszal és ősszel megjelenik itt-ott a hegyes vidékeken, Erdélyben és a Dunántúlon is. Április hónapban érkezik és ősszel szeptember végétől novemberig vonul el tőlünk telelő helyére. Május elején kis földi gödörbe két tojást tojik. A fiókák sokszor bemennek a különböző gazdasági táblákba is.

Az ugartyúk férgekkel, rovarokkal, különféle rovaralával, egerekkel, pockokkal, kisebbtestű gyíkkal, békával él. A megfogott élő táplálékot előbb megöli és csak azután nyeli le. Durva kavicszemcséket is szedeget az emésztés elősegítésére.

Az ugartyúknak nincs nagy mezőgazdasági jelentősége, mert leginkább

¹ HOMONNAY NÁNDOR: „A Balaton és környékének madarai“. A Magyar Biológiai Kutatóintézet Munkái. Tihany, 1940.

olyan területeken él, amelyeknek sivárabb, értéktelenebb természetük miatt nincs nagy gazdasági jelentőségük. Azzal viszont, hogy sok rovar, rovarálcát, csigát, férget elpusztít, még hasznos is tesz. A kultúrtáblákon, ahová időnként kijárogat, kárt nem tesz.

Az ugartyúkot, mint a pusztá, kopár területek, futóhomokos vidékek jellemző, érdekes és pusztuló madarát érdemes kíméletben részesíteni. A vadászati törvény védi, de hazánk védelmet érdemlő madarainak sorában nem szerepel.

Dr. Keller Oszkár

II. A LIMNOLÓGIA KÖRÉBŐL.

A tavak vizében lévő lignin elégetésének kérdéséről. Az édesvízi tavakba rendszeresen nagyon sok lignin kerül. Legnagyobb része lassanként az iszap felszínén halmozódik föl, de tekintélyes mennyisége található a szabadvizben is. Az iszap felszínének szervesanyagai között 30—40%-ban, a szabadvizben lévő szervesanyagok összességének pedig 10—20%-ában fordul elő. Azt tartották róla, hogy olyan anyag, mely a vizekben nagyon nehezen bomlik el. Azt is mondják, hogy a vizekben élő baktériumok szaporodását és életét károsan befolyásolja, mert jelenlétében a baktériumok száma erősen megcsökken.

Ennek a kérdésnek kiderítését próbálták meg legújabban ZOBELL C. E. és STADLER J. amerikai kutatók, akik a wisconsini egyetemen kísérleti úton igyekeztek kideríteni a lignin elégetésének lehetőségét. Különböző tavakból származó vizekbe különböző eredetű és előállítású lignint tettek s az itt fejlődő baktériumok számát vizsgálták meg. Már a 0.5% lignin mellett is erőteljes szaporodását figyelték meg a vízi baktériumoknak. Négy hét múlva több ezerszer nagyobb volt a baktériumok száma a lignines vízben, mint a ligninmentes ellenőrző kísérleti vízben. Előzőleg a baktériumok számának csökkenését lehetett ugyan megfigyelni, amit azzal magyaráznak, hogy a ligninrészecskék a baktériumok tömegeit adszorbeálták. Ámde néhány napon belül a baktériumok erős szaporodásnak indultak, miközben a lignin mennyisége jelentékenyen megcsökkent.

Számításaik szerint négy hét alatt a vízbe helyezett lignin 4.4—14.7%-a használdott el. Megmérték a vízben lévő oxigénmennyiséget is s kiderült, hogy a lignin elhasználását a víz

oxigéntartalmának csökkenése kísérte. Különösen nagyfokú volt az oxigén elfogyása az iszap felszínén lévő lignin elégetésének jelenlétében. Bár az oxigénnek az iszap felszínén történő elfogyása más, főleg korhadási okokra is visszavezethető, az említett kutatók hangsúlyozzák, hogy az iszap feletti víz oxigényszegénységét a lignin elégetésével is magyarázni lehet.

A vízben lévő lignin elégetését baktériumok okozzák, még pedig közelebbről meg nem határozott pálcika alakú fajok, melyek festés alkalmával negatív Gram-festődést mutatnak.

Ha az említett kutatók vizsgálatainak eredményei helyeseknek bizonyulnak, akkor a tavakban és egyéb édesvizekben lévő lignin szerepéről eddig vallott véleményünket meg kell változtatnunk s nem lehet sem káros, sem hasznavehetetlen anyagnak tartanunk.¹

Dr. vitéz Varga Lajos.

Az apró víziállatok testének vörös színéről. A vizek parányi, főleg mikroszkópikus állatkái általában színtelenek, a szabadvizekben lebegő fajok legnagyobb része pedig üvegszerűen átlátszó. Ezt a tiszta vízhez való alkalmazkodással magyarázzák. A rendszeren szintelen, átlátszó testű állatkák világában azért már régen feltűnt, hogy vannak olyan fajok is, melyeknek teste sokszor nagyon szép, rikítóan vörös, kárminpiros, vagy barnászvörös színű. Ilyen színes testű fajok leginkább a kerekessérgek (*Rotatoria*), evészőlábú rákok (*Copepoda*) és ritkábban az ágascsapú rákok (*Cladocera*) köréből ismeretesek.

¹ L. ZOBELL, CLAUDE E. és STADLER JANICE: The oxidation of lignin by lake bacteria. — Archiv für Hydrobiologie, 1940. é. 37. köt., 163—171. l.

A szép vörös színeződés a legtöbb esetben a bélcatorna falában észlelhető. De megtalálható egyéb szervekben is, így a petefészkekben, a kültakaró alapi sejtjeiben, a testüregben stb. A színes anyag parányi szemcsékhez kötött, de egyes evezőlábú rákok testében nagy olajcseppekhez kapcsolódva található meg. Sokszor megfigyelték, hogy ugyanaz a faj némely vizekben sohasem színes, viszont másokban szép piros színeződést mutat. Az is megesik, hogy ugyanabban a vízben nyáron csak színtelen egyedek találhatóak, télen azonban rikitóan vörösek. A Balaton jege alól kihalászott apró *Diaptomus*- és *Cyclops*-rákokcskákban magam is sokszor figyeltem meg nagy zsírcseppeket, melyek szép világosvörös színűek voltak, viszont a nyári alakok testében sohasem láttam színes szemecskéket.

Vörös színeződésük lehetnek egyes mohalakó kerekesefférfajok is. A Balaton melletti Révfülöptől nyugatra, Kővágóörs község mellett nevezetes az a kőmező, mely különös, nagy kősziklaival sokak figyelmét lekötötte már. A nagy sziklák úgy terülnek el ott, mintha HOMÉROSZ óriásai dobálták volna szét játékos kedvükben. Ám kevesen tudják, hogy ezekben a kövekben kicsi medencék, gyakran mélyebb, kútszerű üregek vannak, melyekben összegyűl az esővíz, a hólé s ebben a vízben különös élővilág tanyázik. A sokszor több liternyi vizet is tartalmazó medencékben, melyeket DUDICH ENDRE lithotelmák nak nevezett el, egy egészen vörösszínű kerekesefféreg, a *Philodina roseola* is él, melynek erősen vörös alakját régen külön fajként (*Ph. cinnabarina*) írták le. Ez a faj meleg nyarakon olyan tömegben szaporodik el, hogy a kis medence vizét vörösszínűre festi.

Ámde a vörös színeződés inkább a hideg világrészek és a magas hegysek vizeinek élővilágára jellemző. MURRAY (1910) az Antarktisz vizeiből olyan kerekeseffégeket írt le,¹ melyek ezrével ülnek egymás mellett a köve-

ken és növényeken s ezeken vörös foltokat okoznak, mert testükben gyönyörű piros festéket tartalmaznak. Hasonló állatkák a magas hegyek haván és élnek s hozzájárulhatnak a hó piros színének előidézéséhez. És éppen a magas hegyek hideg, hosszú hónapokon át jéggel borított vizeiben gyakori az említett állatkák testének piros színeződése.

Kiderítették, hogy a piros színanyag karotin, vagy egy karotinoid vegyület, mely a fiatal egyedekben legtöbbször hiányzik, de az idősebbekben nagy mennyiségben van meg. A petékbe is átvándorol, miáltal az anyaállatkák piros színe megfakul. Megfigyelték, hogy a piros színanyag éhezés alkalmával is eltűnik, annak jeléül, hogy az állatkák tartaléktáplálékul használják fel.

A piros színeződést nemcsak a magashegyi állatokon, hanem az ottani mikroszkópikus növényeken is megfigyelték. De északon vannak egészen vörös mohák is. Magam is nagy gyönyörűséggel láttam a norvégiai és finnországi Lapp-földön a szép vörös *Sphagnum rubellum* nevű moha tömegeit. Minthogy ez a jelenség az északi és déli sarkvidékek víziélőlényeiben is elterjedt, azért általában a hideggel hozták összefüggésbe. Vegyi és főleg élettani magyarázatára rengeteg feltevést ismerünk, ami azt mutatja, hogy valamely feltűnő jelenség megmagyarázására a biológusok a legkülönbözőbb irányokból hozzák fel megfigyeléseik eredményeit. Ám teljesen elfogadható és általános érvényű magyarázatot mindeddig nem sikerült találni.

A leginkább elfogadott feltevés szerint a vörös színanyag a hideg ellen való védekezésben szerepel, mert a fénysugarakat hősugarakká alakítja át. Ez a feltevés a hideg vizekben és a havon élő szervezetek esetében elfogadható volna, s megmagyarázza a Balaton jege alatt élő rákokcskák testében lévő zsírszemecskék vörös színét is. Ámde a kővágóörsi lithotelmák piros kerekeseffégeinek színét nem lehet a hidegre visszavezetni, hiszen 30—32°-os vízben is megvan az élénkpiros szín.

¹ MURRAY, J.: Antarctic Rotifera. — British Antarctic Exped. 1907—1909. Rep. Sci. Inv., vol. 1., 41—65. l.

JANSON azt tételezi fel, hogy a tócsa kiszáradásakor van hasznára az állatkáknak, mert a vörös színanyaggal bőségesen rendelkező egyedek a kiszáradást a lappangó élet állapotában jobban elviselik. A kővágóörsi lithotelmák vize valóban sokszor kiszárad s ilyenkor a vízi állatkák a lappangó élet (anabiosis) állapotában várják meg, amíg újból víz jut hozzájuk, hogy cselekvőleges életet éljenek tovább. DOBERS azt hiszi, hogy a piros festék a m o h o k b a n élő piros vízi állatkák szaporodását élénkebbé teszi, mert arra képesíti őket, hogy a rövid ideig tartó nedves állapotot a fajfenn-tartás céljaira jobban kihasználják.

Többen azt vallják, hogy a piros festékanyag védő szín, mert a magasabb hegyek vizeiben a nagyon erős ibolyántúli sugárzás káros hatása ellen védi a parányi szervezeteket, amennyiben a rövidhullámú napsugárakat felfogja.

Némelyek azonban a piros színeződést egyszerűen díszítő színnek tartják, mely főleg a szaporodás idején lépne fel. Ám ez ellen szól az a körülmény, hogy a vörös karotin olyankor is megtalálható az állatkák testében, amikor petefejlesztés nincs.

Vannak olyan biológusok is, akik a vörös színanyagban lélekzési festéket látnak, mely a lélekzést szolgálná. Némelyek azt hirdetik, hogy a fejlődő peték melegítésére, fűtésére való.

Számos kutató az élénk piros színeződést a táplálkozással hozza összefüggésbe. Már MURRAY kimondotta, hogy az Antarktisz vizeinek piros kerekéférgéiben a tápláléktól van a feltűnő szín. Ám kiderült, hogy ez a feltevés sem állhatja meg a helyét. BAUMANN viszont azt hiszi, hogy a piros festék oxigénhiány alkalmával fejlődik ki, ha az élőhelyen nagyon kevés az oxigén. Erről a feltevésről is bizonyosodott, hogy nem valószínű, mert oxigénben dús élőhelyeken is találhatók piros színű állatkák.

Olvashatunk olyan véleményről is, mely szerint a piros festékanyag fontos vitaminforrás tulajdonosa számára. Egy másik vélemény szerint pedig a jó és bőséges táplálkozás eredménye. Pedig éppen a magashegyi

tavak és vizek meglehetősen szegények táplálékban. S ezzel szemben olyan feltevés is elhangzott, mely szerint a piros festékanyagok káros hatások következtében halmozódnak fel az élőlények testében s a velük rendelkező állatokon az elkorcsosulás jelei állapíthatók meg. Többen egyszerűen tartaléktápláléknak nyilvánítják, melyet tulajdonosa szükség esetén felhasználhat.

Az a feltevés is elhangzott, hogy a piros színeződést a víz különleges vegyi tulajdonságai okozzák, mert főleg az oldott ásványi anyagokban szegény vizek állatkái mutatják azt.

Legújabbban UÉNO japáni kutató mutatta ki,¹ hogy számos Formosa-szigetbeli vízben az evezőlábú rákok nagyon élénk színeződésűek. Ezt úgy próbálja megmagyarázni, hogy az állatkák táplálkozásuk alkalmával a növényi karotint a testükben végbemenő elégetéssel asztacinná alakítják át. Mert szerinte a vörös festék túlnyomórészt ebből a vegyületből áll. Mint-hogy pedig az asztacin savanyú kémhatású, azért csak savanyú kémhatású vízben maradhat meg, lúgos kémhatású vizekben elszappanosodik s elveszíti színét. Tehát csak savanyú természetű vizek állatkái lehetnek piros színűek. Ámde éppen a mi hazai vizeink, a Balatort is, lúgos kémhatásúak s mégis élnek bennük vörösszínű állatkák.

Kétségtelen, hogy mindegyik feltevés elfogadható alapokból indul ki, de maradék nélkül nem tud mindent megmagyarázni. Ha figyelembe vesszük, hogy nem minden magashegyi élőlény mutat vörös színeződést, hanem csak néhány állatsoportba tartozó fajok s viszont erősebben felmelegedő vizek állatkái is vörösszínűek lehetnek s ha meggondoljuk, hogy olyan magashegyi zavarosabb és kevésbé tiszta vizekben is előfordulnak, melyekben a vörösfesték fény-szűrő tulajdonságai nem érvényesülhetnek, — akkor igazat kell adnunk BREHM V.-nek,² hogy a vörös színező-

¹ UÉNO, MASUZO: Plankton studies in Formosan inland waters. — Philippine Journ. Sci., 69. köt. 1939, 35—68. l.

² BREHM, V.: Einführung in die Limnologie. — Berlin, 1930, J. Springer, 120. l.

dés jelensége nem egységes; nem ugyanolyan feltételek, hanem különböző okok és életfeltételek idézik elő. Ezeknek az okoknak a felderítése azonban a jövő feladatai közé tartozik s talán kísérletekkel lehetne hozzájuk férkőzni.³

³ BREHM, V.: Die Rotfärbung von Hochgebirgsseeorganismen. — Biol. Rev. Cambridge philos. Society, 13. köt., 1938, 307—318. l. — DE STEFANO, MARIO: Il colore rosso degli organismi dei laghi di alta montagna. — Rivista Fis. Mat. Sci. Nat., 14. köt., 1939, 55—60. l.

Dr. vitéz Varga Lajos.

III. A KÉMIA KÖRÉBŐL.

Az ultrahangok kémiai hatása. Napjainkban a kémiának új ága kezd kialakulni: a *fonokémia*, mely a hang által okozott kémiai változásokkal foglalkozik. Nem a közönséges hangról van itten szó, mert rákiáltással vagy akár ágyúörgéssel nem sikerült eddig kémiai átalakulásokat előidézni, hanem a mp-kinti 20.000-nél nagyobb rezgésszámú ú. n. *ultrahangról*, melyet az emberi fül már nem fog fel és nem érzékel hangként. Ez a néma hang egyébként, rezgésszámától eltekintve, semmiben sem tér el a közönséges hangtól, mindkettő a levegő vagy a hangot közvetítő egyéb közeg részecskéinek rezgéséből áll. Ha közönséges, kis molekulákat tartalmazó oldatban (pl. konyhasó- vagy cukoroldatban) közönséges hang terjed, akkor az oldószer és az oldott anyag molekulái együtt rezegnek, a molekulákon belül tehát semmiféle olyan erő nem lépnek fel a hang következtében, melyek kémiai változásokat okozhatnának. Elképzelhető volt azonban, hogy ha a hang rezgésszámát igen nagy mértékben megnöveljük, akkor a molekulák, különösen a nagyméretűek, tehetetlenségük folytán már nem lesznek képesek a hang által előírt rezgéseket teljes egészükben követni, hanem egyes részeik között mozgásbeli különbségek (fáziseltolódások) jönnek létre, miáltal a molekulán belül feszültségek keletkeznek, melyek a molekulát ketté is szakíthatják. A molekula elszakadása pedig már kémiai változás, és ha ez bekövetkezik, akkor a hang kémiai hatásával állunk szemben.

Nagy magasságú (néhány százezer rezgés mp-kint) és igen erős ultrahangok előállítására a fizikusok az utóbbi időkben jól működő és aránylag kényelmes eljárásokat dolgoztak ki,

ami lehetővé tette az ultrahangok kémiai hatásának tanulmányozását. Az úttörő munkát ezen a téren SZALAY SÁNDOR, továbbá FLOSDORF és CHAMBERS végezték, akik néhány évvel ezelőtt megállapították, hogy zselatin, arabgumi, keményítő s néhány más hasonló anyag molekulásúlya ultrahang hatására csökken. Ezekből az első kísérletekből azonban még nem lehetett teljes biztonsággal eldönteni, hogy az ultrahang nem csak meggyorsítja, katalizálja-e azt a bomlást, ami az oldószer hatására igen lassan bár, de magától is végbemegy, illetőleg, hogy a bomlást nem az ultrahang valamely kísérőjelensége (pl. aktív oxigén fellépése) okozza-e. Ezeknek a kérdéseknek a tisztázására legújában SCHMID végzett beható kísérleteket fonálmolekulákra. Ezek a molekulák, melyeknek a műanyagok kémiájában rendkívül fontos szerepük van, csak az egyik irányban óriási nagyok (már t. i. a molekuláris méretekhez képest, pl. 1/1000 mm hosszúak), erre merőleges irányokban méretük nem haladja meg a közönséges molekulák méreteit, vagyis fonálmolekulák. Idetartoznak pl. a nitrocellulóze, a kaucsuk, a polistírol molekulái. A kísérletek már most azt mutatták, hogy ha ezeknek az anyagoknak az oldatát ultrahang hatásának tesszik ki, akkor a molekulafonalak hosszúsága rohamosan csökken, s ezzel együtt természetesen az anyag molekulásúlya is arányosan csökken. Így pl. toluolban oldott polistírol molekulásúlya igen erős, mp-kinti 284.000 rezgésszámú ultrahang hatására 850.000-ról néhány perc alatt 100.000-re, 2 óra alatt pedig 30.000-re csökken. Az ultrahang tehát a fonalmolekulákat „öszterte” olyan kis részekre, melyeknek hossza az ere-

deti molekula-hossznak csak $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{30}$ -ad része. Hasonló átalakulások mutatkoztak a többi fonalmolekulákból álló anyagoknál is. Ezzel kétségtelenül beigazolódtott, hogy az ultrahangok az óriásmolekulákon belül olyan feszültségeket hoznak létre, melyek valódi kémiai kötéseket is (mint amilyen pl. a két szénatomot összetartó kötés) el tudnak szakítani, és ezáltal közvetlenül is képesek kémiai változásokat előidézni. A fonokémia tehát mint biztos kísérleti alapokon álló új tudomány kér helyet a természettudományok sorában.

Alig lehet kétséges, hogy az ultrahangok kémiai hatása nem csak elméletileg érdekes felfedezés, hanem mihamar gyakorlati fontosságra is szert fog tenni az óriásmolekulák kémiájában, ebben a műanyagok kémiájával kapcsolatban oly rohamosan fejlődő tudományágban. *Dr. Erdey-Grúz Tibor.*

Káros hatású kátrányfestékek. Cock glasgowi egyetemi tanár érdekes kísérleteket végzett kutyákon, hogy egyes kátrányfestékek hatását kipróbálhassa. A környék ipartelepein ugyanis sűrűn előfordult, hogy azotált szerves bázis-

sokkal (pl. benzidinnel, naftilaminnal stb.) dolgozó munkások hólyagrákban betegedtek meg. Hogy a bántalmakat valóban ezek a kátrányszármazékok okozták, azt a kutyákkal végzett kísérletek döntően bebizonyították. Ha bizonyos hosszabb időn keresztül ilyen anyagok kerültek a szervezetükbe, rendszerint a húgyhólyagjukban mutatkoztak rosszindulatú daganatok.

Japán kutatók egereken végeztek rendszeres kísérleteket és kimutatták, hogy egyes egyszerű azo-származékoknak is lehet rákképző hatásuk. Az aminoazotoluol például rosszindulatú daganatokat okozott az egerek májában, ha hosszabb időn keresztül a táplálékban adagolták nekik.

A londoni királyi rákkórház adatai szerint a naftalin egyes származékainak, például a béta-azonaftalinnak, a dia-minodinaftilnak, a dibenzokarbazolnak, a béta-naftilaminnak kétségtelenül rákkeltő hatása van. Ez mindenesetre arra int, hogy a kátrányfestékek használatát élelmiszerekben csupán az elkerülhetetlenül szükséges esetekre kell korlátoznunk.

Dr. Kendi Finály István.

IV. A KÉMIAI TECHNOLÓGIA KÖRÉBŐL.

Cinkötvények a gyakorlatban. Már a világháború folyamán igyekeztek olyan cinkötvényeket előállítani, amelyekkel a sárgarézet sok helyen pótolni lehet. De ezek a kísérletek nem sikerültek, mert az ötvények hamar repedeztek, tönkrementek. További keresésnek csak akkor volt értelme, amikor az előbbi sikertelenségnek okát meg tudták állapítani. A cinkben, mielőtt ötvözték, elég jelentékeny mennyiségű ólom, kadmium és ón volt, mint tisztátalanság. Ha olyan ötvényt akartak, amelynek szilárdsága elég nagy és könnyen önthető, akkor a cinkhez alumíniumot és rezet kellett adni. A baj az volt, hogy ólom és alumínium együtt voltak az ötvényben. A fémek, mint ismeretes, apró kristályokból állnak és így szemcsés szerkezetűek. A régi cinkötvények a kristályok falán át alakultak. Ez a folyamat a felületen kezdődött és befelé terjedt, míg végül a fémtest használhatatlan lett.

Ha tehát célszerű ötvényeket akartak, először a cinkben maradt fémeket kellett eltávolítani, hogy a nélkülözhetetlen alumínium mellett ólom ne legyen. A cink tisztítására kétféle eljárás van a gyakorlatban, az egyik az elektrolízis, a másik a desztillálás. Az első esetben az elektrolit cinkszulfát oldata. A katódon kiváló cink tisztasága még a 99.99%-ot is felülmúlja. A másik eljárásban a folyékony cinket előzetes tisztítás után karborundum-edényben elpárologtatják. Ekkor a kisebb gőznyomású fémek, mint az ólom, vas, ón és réz visszamaradnak. Újabb tisztításban a cinket a benne levő kadmiumtól szabadítják meg. A kadmium forráspontja alacsonyabb, mint a cinké, tehát az alacsonyabb forrásponton a kadmium elpárolog. Az így különválasztott kadmium tisztasága 99.9% és ilyen állapotban felhasználható. A cink tisztasága most is felülmúlja a 99.99%-ot. Mindkét módon

kapott cinkben van még néhány ezredszázalék ólom, kadmium és vas.

Ezt a finomított cinket használják ötvények készítésére, mert az említett folyamat már nem mutatkozik benne. Lemezeket (cinkbádóg) készítenek olyan cinkből is, amelyben még 0.01% ólom maradt, de ez az ólomtartalom már nagy ahhoz, hogy alumíniumot lehetne hozzáadni. Ellenben rézzel ötvözve, ha még valami mangánt vagy antimont is kevernek hozzá, jóminőségű ötvényt ad. Kevés (0.01%) lithium szintén fokozza az ötvény jóságát. De az ilyen ötvényt nem szabad vasedényben olvasztani, mert akkor az edényből annyi vas jut bele, hogy minősége megromlik.

Az alumíniumnak a gondosan tisztított cinkhez való hozzákeverése több előnnyel jár. 4–5% alumínium a cink olvadáspontját kereken 40°-kal csökkenti. A cink olvadáspontja 419.4°, 5% alumínium hozzáátétele után 380°. Ez a csökkenés az öntés szempontjából kedvező. Csakhogy az ilyen ötvény szilárdsága lényegesen függ a szakítás sebességétől. Ha lassan terheljük a pálcát vagy huzalt, akkor az ötvény „folyik”, nagy mértékben kiterjed és szilárdsága kicsi. Gyors terheléskor az anyagnak nincs ideje a folyásra, kevéssé nyúlik meg, de szilárdsága jelentékeny. Másféle alakváltozáskor is így van: minél gyorsabban akarjuk az ötvényt formálni, annál nehezebben változtatja alakját. Az ötvények értékének vizsgálatában erre tekintettel kell lenni.

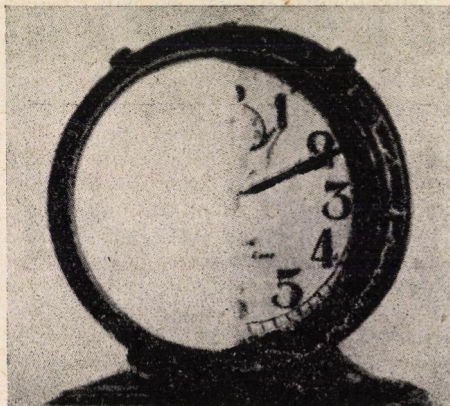
Az alumíniummal ötvözésnek, ha a cink elég tiszta, az az előnye is van, hogy vasat csak egészen kis mennyiségben vesz fel és minősége nem romlik. Tehát ezt az ötvényt vasedényben lehet olvasztani és vasmintákban lehet formálni. Az alumínium a szemcsék nagyságát is kedvezően módosítja. A tiszta cink nagyszemcsés, ezért nehezen lehet hengerelni. Már 0.5% alumínium lényegesen csökkenti a szemcsék nagyságát, sőt egyúttal a szilárdság is nagyobb lesz. A gyakorlat számára teljesen megfelelő szilárdságú ötvényeket úgy kapunk, ha az alumíniumon kívül még rézzel és magnéziummal is ötvözik.

A finomított cink ötvényének két csoportját használják a gyakorlatban.

Az egyikben az alumínium 1–25%, a réz 0.3–1%, a magnézium 0.05%-ig változik. A másik csoport ötvényeiben csak kevés alumínium van (0.3%-ig), 4% réz és a szükség szerint más fémek, hogy az ötvényt jól lehessen alakítani.

Alkalmazásuk tere egyre bővül. Számos gépalkotórészt készítenek cink-ötvényekből. A gyakorlatban fontos, hogy nagyon vékony falú részeket is gyártsanak. Ezeknek alakját nagy mértékben lehet törés nélkül változtatni, pl. hengeres csövet egészen síkra lehet kalapálni. Hosszú kísérletezés után vízcsapokat is készítenek belőle. T-vasak, gépkocsik részei, dísz tárgyak csak egyes példák sokféle alkalmazásuk köréből.¹ M. J.

A fényvisszaverődés csökkentése üvegfelületeken. Bár az üveg átlátszó, felületén a fény egy része mégis visszaverődik. Ez egyrészt kirakatok, képek s más üveggel védett tárgyak szemléleténél zavaró, mert az üvegfelületnek a fényforráshoz viszonyított kedvezőtlen helyzete esetén a visszavert fény csillogása az üveg mögötti tárgyakat többé-kevésbé elfedi szemünk előtt. Másrészt viszont optikai

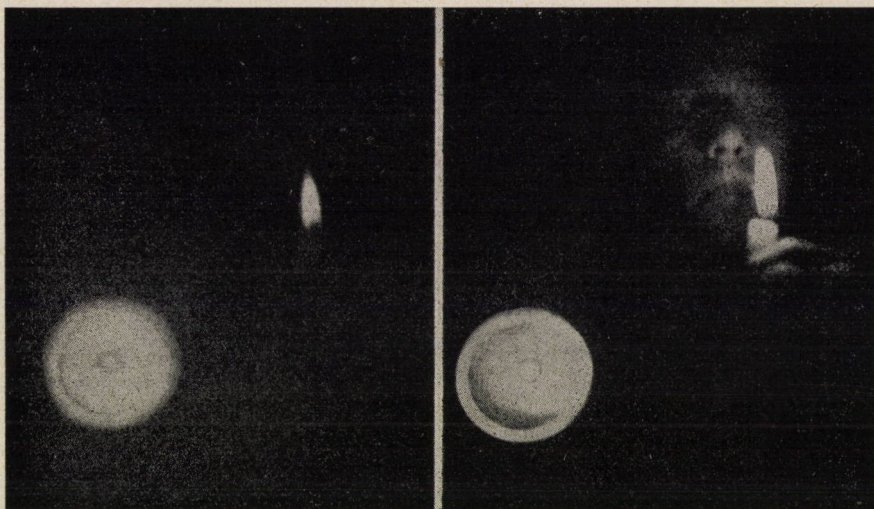


1. kép. Az óraüveg jobb fele zsírsavas báriummal van bevonva, ami a fényvisszaverődését annyira csökkenti, hogy az alatta lévő számok jól láthatók.

¹ LÖHBERG, Umschau, 1940, 405.

eszközök (pl. fényképezőgépek) lencséinek felülete is visszaveri a fény egy részét, ami azért hátrányos, mert ezáltal a készülékbe jutó fény erőssége számottevően csökken. Egyetlen gondosan csiszolt lencse két felülete a ráeső fénynek 10–12%-át veri vissza, a több lencséből álló lencserendszerekben visszaverődés folytán előálló fényvesztésnek ennek az értéknek a többszöröse, tehát igen jelentékeny. A kísérleti vizsgálatok arra az érdekes ered-

lan vékonyságú „homályos“ réteget hoznak létre a felületen. A hatóréteg előállítására különböző módok kínálóznak: A kémiai eljárásnál az üveg felületét maróhatású vegyszerekkel (pl. kénnátriumoldattal) kezelik, melyek az üvegfelület fémoxidjait kioldják és igen vékony apró-szemcsés kovasavréteget hagynak vissza. A fizikai eljárások az idegen anyagból álló hatóréteget az ép felületre viszik rá. Igen hatásosnak bizonyultak a fémfluori-



2. kép. Egy gyertya fényénél készült fénykép, baloldalt közönséges lencsével, jobboldalt magneziumfluoriddal bevont lencsével.

ményre vezettek, hogy a fényvisszaverődés a kifogástalanul csiszolt felületeken a legnagyobb, ha viszont az üveg felülete a környezet kémiai hatása folytán kissé elhomályosul, akkor lényegesen csökken. Bármilyen meglepő is, tény, hogy kissé elhomályosult felületű lencsék több fényt bocsátanak át, mint frissen csiszolt állapotban. A jelenség a felület kémiai elváltozása folytán keletkező igen apró szemcsékké áll összefüggésben, melyek sokkal kevésbé verik vissza a fényt, mint az eredeti síma felület.

Az üvegfelület elváltozásának ezt a hatását újabban gyakorlatilag is felhasználják a zavaró fényvisszaverődés csökkentésére. E célból megfelelő kis fénytörőképességű anyagból láthatat-

dokból álló rétegek, melyeket légüres térben párologtatnak az üvegfelületre, továbbá a sztearinsav és más zsírsavak bárium sójából álló, csak néhány molekulavastagságú rétegek. Ez utóbbiak előállítására a zsírsavas bárium sóknak az a sajátossága használható fel, hogy olyan folyadékok felületén, melyek nem oldják, könnyen alakítanak 1 molekulavastagságú összefüggő réteget. Ha ilyen felületen át az üveget belemártjuk a folyadékba, akkor az üvegfelületre 1 molekulavastagságú zsírsav-só-réteg tapad, ha kiemeljük belőle, akkor egy második réteg rakódik rá. A bemejtés és kiemelés megismétlésevel a zsírsav-só-réteg vastagságát tet-szés szerint növelhetjük. Legelőnyösebbnek 44 molekula vastagságú zsír-

savas báriumból álló réteg bizonyult, mely a fényvisszaverődést gyakorlatilag teljesen megszüntette. Jól látható ez 1. képünkön, hol az óraüveg egyik fele ilyen zsírsavas báriumréteggel van bevonva, a másik fele ellenben tiszta üveg, s a fényforrás úgy van elhelyezve, hogy a visszavert fény a fényképezőgépbe jusson. A zsírsavas báriumréteg jobban csökkenti a fényvisszaverődést, mint a fémfluoridokból álló vagy a maratással előállított, de igen kényes, ezért a gyakorlatban inkább az utóbbiak alkalmazhatók.

A fényvisszaverődést csökkentő rétegek lényeges előnyt jelentenek a fényképezőgépek lencserendszerénél, nemcsak azért, mert azonos megvilágítás mellett lényegesen (20–30%-al) több fényt engednek a lemezhez, mint a tisztafelületű lencsék, hanem azért is, mert a lencsétől származó fényudvart kiküszöbölik. 2. ábránk 1 gyertya fénye mellett készült felvételei közül a baloldali közönséges lencsével, a jobboldali pedig ugyanolyan lemezre és ugyanolyan megvilágítás mellett magnéziumfluorid-réteggel ellátott lencsével készült, s utóbbinak előnyeit világosan mutatja.

A fényvisszaverődés csökkentésének ez a módja érdekes példája annak, hogy milyen rendkívül kis anyagmennyiségek, néhány század cm vastagságú rétegek, képesek a felület sajátosságait lényegesen megváltoztatni.

Dr. Erdey-Grúz Tibor.

Mire használják a berilliumot? A berillium kémiaiilag a magnéziumhoz hasonló

fém, mely már régen ismeretes, de gyakorlati alkalmazásra egészen a legutóbbi időkig nem talált. Bár meglehetősen ritka elem s elég nehezen is állítható elő (ezért kg.-ja még ma is 400–500 pengőbe kerül), újabban mind fontosabb szerepet tölt be az iparban. Magas ára ellenére elterjedését az teszi lehetővé, hogy más fémekkel már néhány százaléknyi arányban ötvözve is kiváló sajátságú ötvözeteket eredményez. A berillium-ötvözetek általában kemények és igen rugalmasak, 800–1000^o-ról hirtelen lehűtve azonban lágyakká és könnyen megmunkálhatókká válnak. Utólag 200–500^o-ra felhevítve ismét megkeményednek s rugalmasságuk megnő.

A berillium-, króm-, nikkel-, molibdén-ötvözetek nem mágneseződnek, ezért igen előnyösen használhatók olyan eszközök készítésére, melyeknél a fém mágneseződése káros: ilyenek pl. elektromos mérőeszközök rugói. Ugyanezért igen előnyösen használhatók a berillium-ötvözetek órarugók készítésére is. Igen értékes sajátsága a réz-berillium-ötvözeteknek, hogy nem szikráznak, ezért olyan szerszámok (kalapácsok, fogók, vésők, fúrók stb.) készítésére alkalmasak, melyekkel robbanásveszélyes légkörben dolgoznak. A nikkel-berillium-ötvözetek is csak alig szikráznak. Légköri hatásokkal szemben is igen ellenálló a berillium-ötvözetek rézzel, nikkellel, krómmal és molibdénnel, tehát nem rozsdásodnak és hőállóak. Mindezek az előnyös sajátságok biztosítják a berillium térhódítását az iparban.

Dr. Erdey-Grúz Tibor.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrészt
ívnyi tartalommal;
időnkint szövegközi
ábrákkal illusztrálva.

KÖZLÖNYHÖZ

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a Társulat tagjai évi 2 P ráfizetéssel kapják: előfizetési ára a Természettudományi Közlönyvel együtt 12 P.

73. KÖTETHEZ

1941. JÚLIUS—SZEPTEMBER

223. FÜZET

A természetek és az emberi állam.

BETHE bonyolult reflexgépeket és ösztönös lényeket látott a természetekben, ESCHERICH nem tagadja meg tőlük az öntudatos cselekvést, az emlékezetet, MARAIS az alkalmazkodásnak oly fokával ruházza fel őket, mellyel egyedül állnak az élővilágban. ESCHERICH nyilván a természetállam különleges berendezéseire, a természetek bonyolult táplálkozására gondol, MARAIS a waterbergi Riedfontein természetzeire, melyek 40 m mélyen a föld alatt is megtalálják az élet feltételeit. E sokféle szemlélődésből eléggé kitűnik, hogy a természet rejtelsei részben ma is tisztázatlanok. A természetek szervezete és azok multja nagyjában ismeretes, de ismeretlenek azoknak az erőknél végső rúgói, melyek szociális életükhöz vezettek. Az élettudomány törvényei arra tanítanak, hogy az élet jelenségei arányosan bonyolódnak a szerveződéssel. A természetállam életének szövvényes útjai mintha ellenmondának ennek a belső viszonyosságnak. A természetekben rendkívül kezdetleges jellegek igen bonyolult szociális élettel egyesülnek. De a kezdetlegesség bizonyos tekintetben mégis vezérfonál, amelynek segítségével a természetállam történetét visszafelé a messze multba nyomon követhetjük. Ez a vezérfonál a csótányok csoportjához vezet. A csótányok is életközösségekben élnek, de sohasem jutottak el a kasztok elkülönüléséhez. Bizonyos munkamegosztás nyomát azonban ők is elárulják és lehet, hogy ilyen csótányszerű lényekben gyökerezik a természetek törzsfája.

A harmadkor borostyán erdőiben, úgy 20—30 millió évvel ezelőtt, nagyot változott a természetek élete. Rátértek a munkamegosztásra. A haldokló faóriások menedéket, táplálékot nyújtottak ennek a rovarseregnek, de szorgalmasan hullatták sárga könnyeiket, a szép borostyánt, amelyért a föníciaiak valamikor régen oly sokat versengtek. A borostyánfenyő kiömlő lágája meghozta a harmadkor legnagyobb rovaratasztrófáját. Utoléri a menekülő természereget és eltemeti. Megkeményedve, átlátszó koporsóba zárja tetemüket és azóta is megőrzi. Legalább is látszólag. Mert ha hiánytalanul megszámlálhatjuk is testük minden porcikáját, ha alkoholban feloldjuk ezt a gyantát, semmi sem látszik többé ezekből a maradványokból. Testük szerves alkotórészei régesrég az enyészete, csak lenyomatuk maradt meg, mint az évmilliók mult elillanó árnyéka.

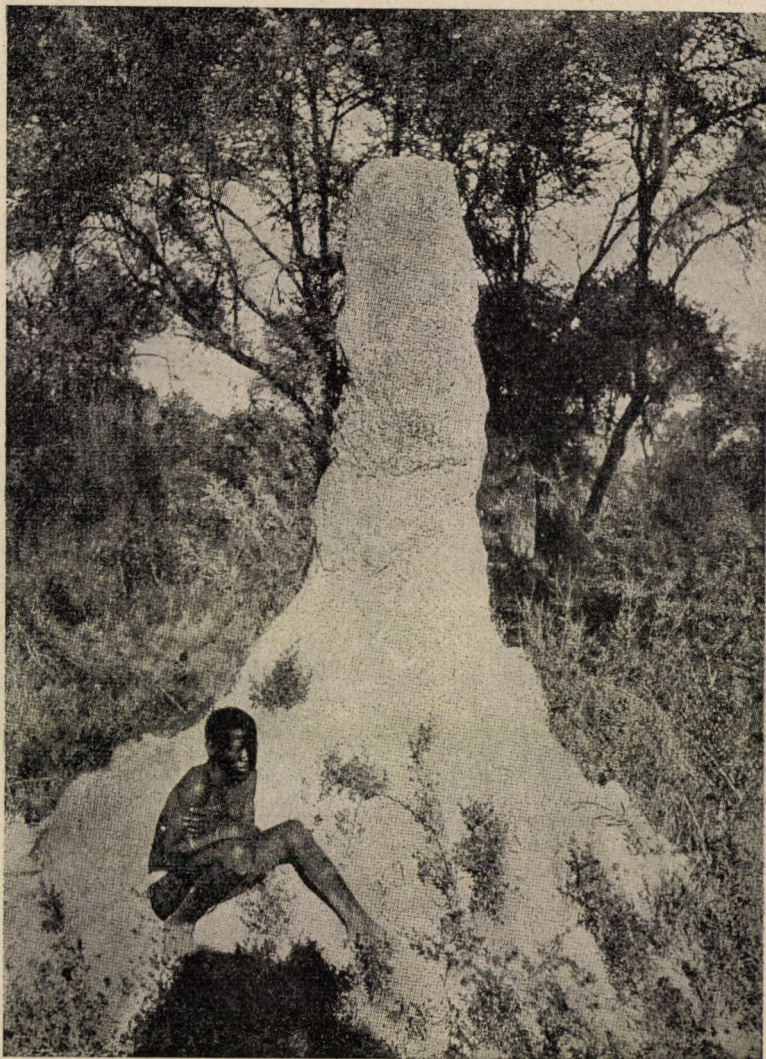
A diluviumban éri a természeteket a második katasztrófa. Most a gleccserek szólnak bele életükbe és a természeregek nyoma vész. De csak látszólag. Afrika kopáljában váratlanul ott terem, később Dél-Európában bukkan fel és északra egészen az Alduna folyásáig nyomul előre. Az azóta eltelt időkre esik a természetek



fénykora, virágzásuk tetőpontja. Nyugodtan, zavartalanul megalkothatták azt az államot, melyben kiküszöbölődnek a legnagyobb ellentétek, nincsenek szegények és gazdagok, nincsenek elnyomottak és zsarnokok, nincsenek elsők és utolsók. Úgy látszik nem az emberi államtól vették ehhez a mintát. Az emberre csak annyiban emlékeztetnek, mert évmilliók fejlődésük folyamán építkezéseikben ők is egyre jobban a mélységbe törekedtek. Az ember is évezredek kultúrája után a föld alatt terjeszkedik tovább, hogy védekezze a háború ellen. De kettőjük között mégis nagy a különbség. Az ember évezredek kultúrájának technikájának vívmányaival pillanatok alatt elpusztítja. A természetek nem rombolják le azt, amit alkotnak. Megfontolva, mérlegelve, de belső kényszer alatt építették ki fokozatosan államukat, melyet igazság szerint egy-egy nagy családnak kell tekintenünk.

A természetcsalád egyszer csak néhány száz tagot, máskor az egyének ezreit számlálja. ESCHERICH olyan természetcsaládokat látott, melyeknek 300.000, sőt ennél is jóval több leszármazottjuk volt, de azóta tudjuk, hogy az egyének száma egyes természetállamokban a millióhoz közeledik, sőt ezt is felülmúlja. Ez a létszám már önmagában is megmagyarázza a természetek terjeszkedését. Ilyen óriási családoknak a fák belsejében, a természetek eredeti életterében nem juthat hely. Tehát megindult a vándorlás az új életter felé. A természetek a fák belsejéből, az erdő sűrűjéből eljutottak a síkságra és a föld alatt vetették meg lábukat. Az éghajlat, a levegő páratartalma, a föld radioaktivitása, a növényzet beleszólt a vándorlás irányába, de a szárazföldek hajdani összefüggése is. Az első természetserég Ős-Európa északi peremén hullámszik végig. Nyugatra eljut az Újvilágba, keletre zavartalanul Ázsiába és Ausztráliába, mégpedig nyilván a krétakorban, amikor Ázsiából még földhidak vezettek az ötödik földrészre. Egyesek közülük a mérsékelt égöv alatt is megtalálják életfeltételeiket, sőt vannak alakjaik, melyek Ázsiában 1500 m magasságig, a hidegebb régiókba is felvonulnak. De igazi hazájuk mégis csak a trópusok nedves erdősége, tikkasztó levegője. Itt emeltek hatalmas emlékeket, melyek szilárdan állják az idők viszontagságát. Ezekben a monumentális várakban alkották meg, rejtve az emberi szem elől, a világ legrégebbi államát. Szorgalmas munkások hordozták ehhez az anyagot. Ebben a legnagyobb takarékoság vezette őket. Anyagcseréjük bomlástermékeit használták fel erre. A természetcement földdel és nyállal kevert ürülék. A dolgozók serege készíti és olyan keményre önti, hogy rajta nehéz szekerek áthaladhatnak a nélkül, hogy azok összeomlanának. Néha óriási magasra méretezik őket, és ezzel messze felülműlják az embert. Ha az ember építkezésével a természeteket akarná utánozni, testéhez arányítva legalább is oly nagyra kellene építenie házait, mint a Mont Blanc, vagy a Ruvenzori. NORMAN HUGEL kiszámította, hogy egy-egy ilyen épületkolosszus építéskor kb. 36.000 köbméter földet használnak fel a természetek. Ha szűknek bizonyul a régi otthon, elhagyják és újat építenek. Elisabethvilleben nemrégiben sok ilyen elhagyatott természetvárat találtak új lakóikkal, a négerekkel együtt, akik megszállták ezeket a természetvárakat és lakhelyül használták. Alakjuk a környezet szerint változó. Az ausztráliai természetké más, mint az afrikai és újvilági rokonaiké. Ha TAINE, a nagy francia művészbölcselő ma élne és a kongói természetek várai között sétálva látná azok stílusát, menten az állatok művészetére is kiterjesztené milióelméletét. (1—3. kép).

A várak, tornyok, építmények emelése új korszakot nyit meg a természet történetében, új fejlődésnek, kibontakozásnak óriási távlatait. Mert a föld mélyén elzárva a fénytől, a világosságtól, egészen mások az élet feltételei. Amit a természet egyik helyen elvett ettől a csodálatos rovarseregtől, azt más helyen



1. kép. Tornyos természetboly Rhodesiából. (Das grosse Welt-Panorama nyomán).

pótolta. Megfosztotta őket a napvilágtól, a fényugártól, a szabadságtól, de e helyett más feladatokkal bízta meg. A természet egy nagy közösség központjává lett. Egy óriási nagy életnek, élőlénynek tagja, érzése, gondolata, akarata. Eddigelé ezerféle ellenség által veszélyeztetett élete helyett védelemre talál új otthonában, amely az örökös sötétségben is új életlehetőségeket, feltételeket nyújt.

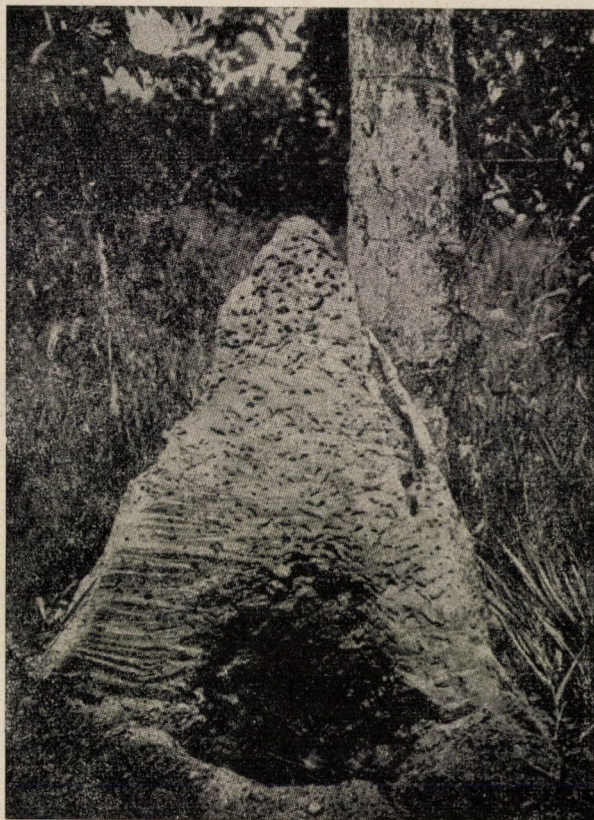
Ezeknek a feltételeknek kiaknázása bonyolultabb, de ez a munka bőségesen kamatozik. Új táplálkozásra készíti a természet, s valósággal átgyúrja annak régi mintáját. Olyan szervezetté formálja, amely teljesen a földalatti élethez alkalmazkodik. Ezt az új életközösséget MARAIS hatalmas szervezetnek tekinti. Egyes szervei a természetnek egyénei. Az elgondolás nem egészen új. Már FINOT mondta, hogy az ember összetett lény, nyilván a gyomorra gondolva, melynek megfelelően olyan önálló szervezetek élnek, amelyek egész életükön át ennek a szervnek fejlődési fokán vesztegelnek. MARAIS azonban alaposabban építette ki ezt az eszmét. A természetboly szerinte összetett szervezet. Van gyomra, kiválasztó szerve,



2. kép. 5 méter magas természet-torony Dél-Afrikából. (HEGH E. nyomán.)

ivarszerve és agyveleje. Kültakarója a természetvár falának felel meg. Éppúgy szerves tartozéka a fészeknek, mint bármely más szerv. Ha ez igaz, akkor egyes szerveinek, az egyéneknek nem lehet önálló cselekvésük. Ők elvesztik szabadságukat, függetlenségüket, de mindegyiküknek annál szigorúbban meghatározott munkakörük van. A nagyfejű, hatalmas ollójú, többnyire vak katonák, amelyeknek egyetlen feladatuk a vár védelmében merül ki, a kívülről betolakodó ellenséggel szemben éppúgy védekeznek, mint a fehér vérsejtek a mikrobákkal szemben. A dolgozók az állam ellátásáról gondoskodnak, úgy táplálják a természet nagy életközösségét, mint a vörös vérsejtek a szervezetet. Azzal, hogy a táplálékot elkészítik az emésztésre és a fészek anyagcseréjének egyensúlyán őrködnek, a gyomor és a máj munkájára emlékeztetnek. Egyes katonák működését MARAIS a gerinvelő működésével hasonlította össze, mert ezek a „testőrök” szerinte összekötő szolgálatot teljesítenek a fészek szervezete és agyveleje: a királynő között. MARAIS szerint a katonák és dolgozók a fészek örök munkásai: pihenést

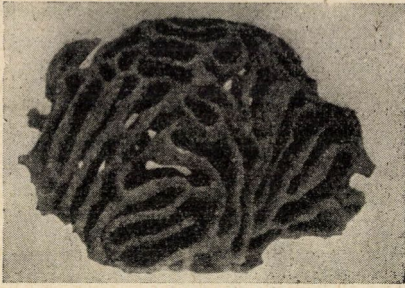
nem ismernek. MARAIS legalább is nem figyelte meg, hogy egyszer is tétlenek lettek volna. Lehet, hogy ebben téved, hiszen senki sem tudja biztosan, hogy a természetfészkek legbelsejében, mélységében mi megy végbe. A természetfészkeknek megközelíthetlensége az egyik főoka annak, hogy a természetnek ma is vannak megoldatlan problémái. Nem tudjuk, hogy az ivaros egyének miért veszítik el szárnyukat. Azt mondhatná ugyan valaki, hogy a természetnek ez a szokása



3. kép. Termesz-domb egy brazíliai őserdőből. (Ufa felvétele.)

a csótányoktól átvett örökség, vagy hogy ezeknek a szárnyaknak a boly belsejében egyáltalában nem veszik hasznát, de ez nem kielégítő magyarázat. Azt sem tudjuk, hogy a párosodást miért kell okvetlenül repülésnek megelőznie, amikor az nincsen repüléssel egybekötve és a párosodás a boly belsejében megy végbe. Talán éppúgy a legrégebb őseiktől visszamaradt szokás, mint az, hogy fészük építéséhez a pillérek emelésekor sok fűszálat is összehordanak, holott ezt homoktörmelékkel is éppúgy elvégeznék.

Azt sem tudjuk, hogy a szárnyaavesztett nőstény, a királynő többször párosodik-e hímjével, vagy pedig a termékenyítő nedvnek olyan serkentő ereje van,



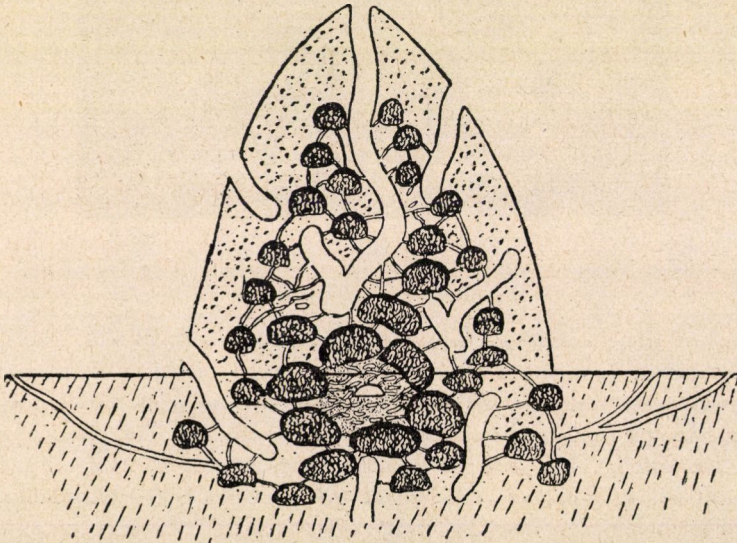
4. kép. Egy ceyloni termes gombakertje. (ESCHERICH nyomán.)

hogy csak egyetlen egyszer is belejutva a királynőbe, őt folytonos petezésre ingerli. Itt a tiszavirág párzása jut eszünkbe, melynek alkalmával a nősténynek alig van ideje megtermékenyülni, de máris lerakja néhány ezer petéjét.

A királynő megjelenése különböző kamrákban is téves magyarázatokra adott okot. Minthogy a kamra ajtaja sokkal kisebb ahhoz, hogy a királynő keresztülérjen rajta, sokáig azt hitték, hogy több királynő lakozik a kamrákban és ha az egyik kinövi kamráját, a dolgozók meg-

ölik, felfalják; újabb szárnyas nőstényt visznek abba és azt királynővé nevelik. MARAIS szerint azonban csupán egy királynőről van szó, melyet mindig az utolsó percben visznek egyik kamrából a másikba, mielőtt azt kinövi, igaz ugyan, hogy végérvényesen bebizonyítani ezt sem sikerült.

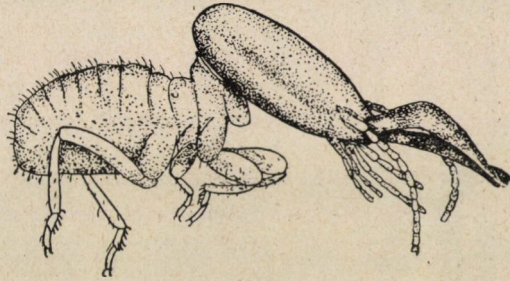
Valamivel többet tudunk a termeszek táplálkozásáról és e részben a tudomány érdekes eredményekkel gazdagodott. A termeszek a megrágott fűvet és egyéb növényi alkatrészeket nem nyelik le, mint azt eddig hitték, hanem a fészek belsejében kellőképpen feldolgozzák, felhigítják. Ehhez sajátságos gombákra van szükségük. A termeszek ezeket különleges kamrákban tenyésztik, melyeket gombakertekké alakítanak. A kamrákba hosszú, keskeny földalatti járatokon keresztül jutnak el. Valóságos kémiai konyha ez a kert. MARAIS szerint ebbe hordják a termeszek a spórákat. A spórák rövidesen kicsíráznak és sajátságos híg,



5. kép. Termeszdomb keresztmetszete, középen a királyi kamrával, melyet gombakertek vesznek körül. (ESCHERICH nyomán.)

fehéres anyaggá változnak, amely most már alkalmas az emésztésre. A dolgozóknak legfőbb gondjuk, hogy a gombakerteket szorgalmasan öntözzék. A természeteknek páratelt levegőre van szükségük. Nagy gond ez olyan területeken, ahol nincs csapadék és sok méter mélyre kell ásniok, míg az első vízcseppre bukkanak. De mégis azt látjuk, hogy egy-egy dolgozó szájában vízcseppel siet a gombakertbe és azt lerakja a földre. Honnan kerül elő ez a vízcsepp? MARAIS olyan nagy mélységben és olyan pusztító szárazságban is megtalálta a természeteket, ahol szerves életnek nyoma sem volt. Már-már azt hitte, hogy a természetek hidrogénből és oxigénből alkotnak vizet, de végre is rájött, hogy ők addig fúrnak lefelé a földben — néha 30—40 méter mélységre —, míg valami forrásra nem akadnak. Onnan hordozzák fel küzdelmes fáradság árán a vizet (4—5. kép).

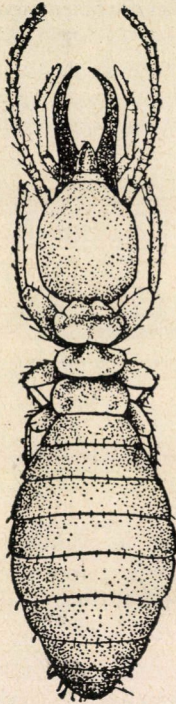
Nem csekély jelentősége van ennek a táplálkozásmódnak a természetek életében. A táplálék összehordásakor a földdel együtt különféle korhadó anyag, baktérium, véglény is került bélszatornájukba. Azok az egyének, amelyeket ilyen anyagokkal tápláltak, lassan megváltoztak. Ivarszervüket, szaporodóképességüket elvesztették és dolgozó kaszttá fejlődtek. Hosszú idők kellettek ehhez. A legkezdetlegesebb természeteknek még nincsenek katonái, vagy ha vannak, ezek részben megtartották ivarszervüket és szaporodóképességüket. De a katona igazi munkája csak lassan, fokozatosan bontakozik ki. A természetek mintha sokáig kísérleteznének, míg a különféle kasztokat a táplálék megválogatásával felnevelik. Általában úgy tudjuk, hogy az öröklés törvénye ebbe a munkájukba nem szól bele és csak a faji jellegek továbbviteléről gondoskodik, a kasztok kialakulása, attól függ, hogy a dolgozók milyen táplálékkal etetik a lárvákat. Azonban mégis úgy látszik, hogy a természetekben már bizonyos fokig előkészítve vannak a különböző kasztok szerves jellegei, amelyeket azonban táplálkozási ingerek váltanak ki.



6. kép. Az ormányos termesz (*Capritermes*) katonája oldalról. (ESCHERICH nyomán.)

A természetek egyes kasztjai (6—8. kép) nagyjában tehát a természetállam egyes szerveit képviselik. De mint ilyeneknek nem lehet önálló cselekvésük, még kevésbé pedig öntudatuk, értelmük. Mégis honnan ered a természetállamban uralkodó összhang és egyensúly? MARAIS szerint a természetvár belsejében olyan harmonikus, célszerű és tervszerű élet folyik, amely csakis belső irányító kéztől ered. Ez a kéz a királynő. MARAIS ezzel nyilván arra gondol, hogy a monarchikus államrendszernek a természetek államban is megvan a hasonmása és ezzel párhuzamot akar vonni az ember és állat cselekvése között. Régi szokásunk, hogy az állatok cselekvéseit emberi szemekkel ítéljük meg és azt hisszük, hogy az állatok is olyannak látják a külvilágot, mint mi. Így váltak a természetek MAETERLINCK képzeletében öntudatos lényekké annak bizonyosságául, hogy van a világon másfajta lelkeség is, mint amilyen az emberé. A természetállamban a királynő képviseli ezt a lelkeséget.

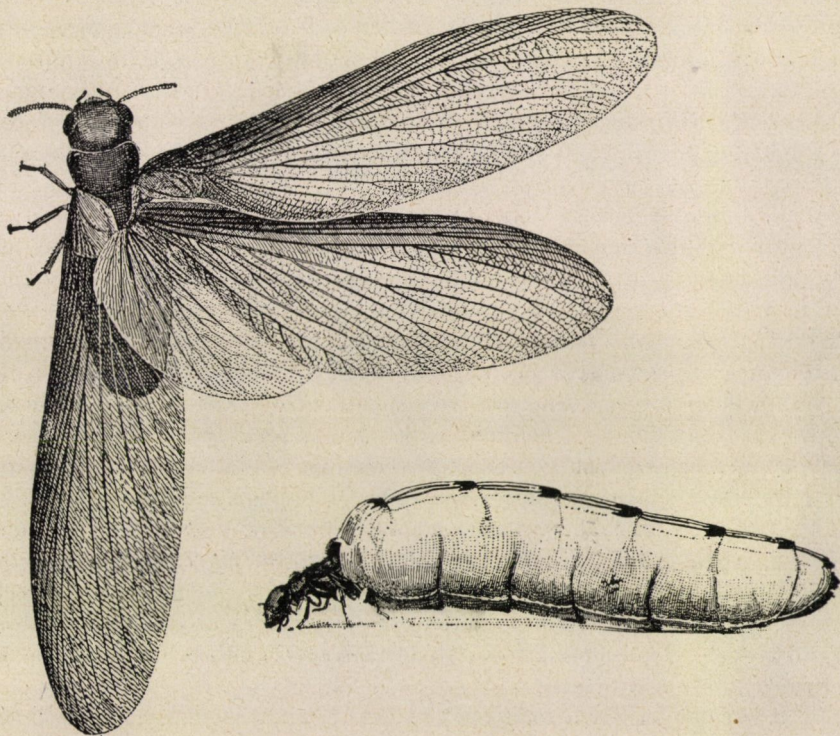
Ő a természet államgyeje. Boltíves, keményfalú kamrájában úgy pihen, mint az agyvelő kemény csonttokjában. A királynő azt a feladatot tölti be az állam életében, amit az agyvelő a szervezetben. Az agyvelő azonban az öntudat szerve, tehát ezek szerint a királynőnek is öntudattal kellene rendelkeznie. De az agyvelőről tudjuk, hogy az állatvilág évmilliósi fejlődésében valamennyi szerv között utolsónak bontakozott ki, ezek szerint tehát a természetkirálynőről is feltételezhetjük, hogy a természet állam hosszú történetében később jelent meg, mint a többi kaszt. Erre bizonyítékaink is vannak. A legrégebbi természetek családjában a kasztok elkülönülése még csak kezdetleges és nem egy, hanem még több ivaros nőtényre hárul az ivadék gondozás feladata. A királynő kialakulása tehát csak úgy mehetett végbe, ha ezeknek száma lassan csökkent. Egyes szociális rovarok fészkeiben csakugyan még több királynőt számlálunk. Nem tudjuk, hogy mi vezette egyes rovarállamokat arra, hogy nem több, hanem csak egyetlen egy szaporodó nőtény vállalja az ivadék gondozás feladatát. Lehet, hogy a szárnyas nőtények között bizonyos kiválogatódás indult meg és ennek során azok maradtak fenn a létért való küzdelemben, amelyek többféle kasztot és életrevalóbb, alkalmazkodni jobban tudó dolgozókat hoztak létre. A királynő sajátosságoként nem örökíti át utódaira sem testalkatát, sem bonyolult ösztöneit és a dolgozóktól anynyira elszigetelt, hogy nem is vehet tudomást azok munkájáról. És mégis, jelenlétével kihat az egész államra. A királynő pusztulását a fészkek minden egyes lakója megérzi. A természeteken nyugtalanság vesz erőt és a fészkek egész élete megváltozik. A királynő jelenlétét más természetfészkek lakossága is megérzi, de MARAIS megfigyelte, hogy minél távolabb esik valamely természetfészkek, annál kisebb a királynő hatóereje. A királynő tehát a természet állam lelki központja. Vannak emlékképei, vannak érzései és így ismeri a fájdalmat. MARAIS látta, amint a királynő az ivadékot gyengén megtapogatta, mintha együttérezne vele, mintha tudná, hogy őneki fájdalmat jelent a peterakás, az ivadék megszületése. A természetkirálynőnek ezek szerint olyan sajátosságos a helyzete a természet államban, amire nincs több példa



7. kép. A *Termes Redemanni* katonája. (ESCHERICH nyomán.)

az államalkotó rovarok történetében. De ne felejtjük el, hogy a királynő is a természetfészkek szülőtte, tehát végeredményben nem adhat többet, mint maga az egész állam. Ezek szerint tehát kell, hogy a többi természet is hasonló képességgel legyen felruházva. Minden jel a mellett szól, hogy a természetek együttességükben is olyan célszerűen cselekszenek, mint a királynő. Erre bizonyítékunk is van. Ha a királyi pár elpusztul, a természetek rögtön hozzálátnak az új király és királynő felneveléséhez. A természetek tehát tudomást szereznek ennek a kasztnak hiányáról, pedig javarészüket nem is tartózkodnak a királyi kamrában és az élelem beszerzésével és a fiatalok felnevelésével van elfoglalva. A természetek itt nyilván különböző jelekkel adják tudtul egymásnak a változást,

veszély esetén vészjeleket adnak le és felzavarják a fészkek egész lakosságát. Ám ez már eleve is kizárja, hogy a királynőt az állam többi tagjával szembeállítsuk. Még nagyobbat tévedünk, amikor a királynőnek bizonyos egyeduralmat biztosítunk a természetállamban. Abban a pillanatban, amikor a királynő megszűnik teljesíteni kötelességét, amikor többé nem bocsátja ki kellemes nedveit, melyeket a munkások szívesen nyalogatnak, azok többé nem tisztogatják, nem ápolják gonddal, ellenkezőleg, egész darabokat tépnek ki testéből a nedvek keresése



8. kép. Az ausztráliai Darwin-termesz hímje, legyezőszerűen alakult hátsó szárnyával a természetek legősibb mintáját képviseli. Alul a petéktől megduzzadt potrohú királynő. (FRÖGATT nyomán.)

közben. Ha egy épülőfélben lévő termeszdombot vaslapokkal kettéválasztunk, a dolgozók mégis továbbfolytatják a munkát. Mindkét oldalon egymástól függetlenül is tovább építenek és egyöntetűre formálják alkotásukat. Minden jel a mellett szól, hogy a faj jellegei mellett egy sajátságos mozgási mechanizmus és reakciós képesség öröklődött át az utódokra, amelyet azok öntudatlanul, belső kényszer hatására kifejtnek. A természetek az előre meghatározott terv végrehajtói, más szóval egy-egy természet olyan, mint a fejlődő állati csirának egy-egy sejtje. Öntudatlanul is arra törekszik, hogy meghatározott helyet foglaljon el és így kivegye részét a szerveződés munkájából. Milyen örök készlettel a természetek ezekre a bonyolult cselekvésekre? Ha a királynőtől megfosztott fészkekbe

idegen természeteket ültetünk, a jövevények nagy izgalmat váltanak ki és megkezdődik kitoloncolásuk, nyilván azért, mert mindegyik természetfajnak megvan a jellegzetes illata. Két különböző természetfaj ingerlően hat egymásra, s ez rendkívül élénk reakciót vált ki, ami különböző védekező és támadó mozgásokban nyilvánul meg. A természetek háborúskodása is erre vezethető vissza.

A természetek az ellenséges természetboly jellegzetes illatát valamely élettelen tárgyon is megérik és ilyenkor azt harapdálni kezdik, vele szemben is védekezni akarnak, ha pedig királynőjük sajtáságos váladékával egy követ bekenünk, a természetek ezt is nyaldosni fogják. Ha a fészkek királynőjét megöljük és a természeteket egy másik fészkekbe visszük át, akkor azok eleinte szintén támadásnak vannak kitéve. De ha a királynő halála után néhány napig sikerül a természeteket életben tartani és csak azután helyezük át őket, a másik fészkek lakossága minden ellenségeskedés nélkül befogadja a jövevényeket. De a természetek valamely kémiai inger különböző mennyiségét is mérlegelik és erre legszebb példa ivadék gondozáskor a természetek nyálképzése. GOETSCH helyesen figyelmeztet arra, hogy a király és királynő belében, ellentétben a dolgozókkal, nincsenek meg azok a véglények és baktériumok, amelyekkel a fát megemésszik. A királynő tehát arra szorul, hogy a dolgozók nyálukkal etessék. Ha tehát az etetés megszűnik, akkor természetesen nyálfelesleg mutatkozik, mely a természetállam anyagcseréjének egyensúlyát veszélyezteti. A természetek tehát észrevéve a felesleges nyálmennyiséget, elérkezettnek látják az időt, hogy pótkirályipárt neveljenek. Már ez is elárulja, hogy a természetek cselekvésében mily döntő szerepet visz a szervezet kemotropizmusa, különböző kémiai ingerek iránti rendkívüli érzékenysége. Ez vonatkozik a természeteknek gombatenyészetére is. A természetek egyes gombacsírák fejlődését megakaszthatják, másokét meggyorsítják és bizonyos kiválogató munkát végeznek a gombák között, az alkalmasabbakat, előnyösebbeket tenyészítik tovább. Ebben egységyedül kémiai ingerek vezérlik, mert ha ebben öntudatos munkát látunk, akkor ugyanolyan joggal mondhatnók az ember emésztését is annak és akkor a bélszatornáról is feltételezhetnénk, hogy az gondosan mérlegeli, hogy mit vegyen fel a táplálékból és öntudatosan szívja fel a bélbolyhokon keresztül annak egyes alkotó részeit.

Az az elmélet, amely a természetek értelmi világát és öntudatos cselekvését vallja, tehát sorban elvesztette pilléreit. Kérdés azonban, hogy a természeteknek csodálatos művészi építményei megmentenek-e egy pillért ennek az elméletnek megtámasztására. A természetek célszerűen megépített tornyai a komoly tudósokat is megdöbentették és fantasztikus magyarázatokra készítették, de ha az építkezés egész műveletén végigtekintünk, más eredményre jutunk. Tény, hogy a természetek építményeikkel a környezethez alkalmazkodnak. Ha a torony megsérül, hozzálátnak a letört darabok pótlásához. De nagyobb sérülés esetén munkájukban teljesen összezavarodnak. Tovább építenek, a helyett, hogy a lyukakat betömnék, vagy pedig az egységes stílust megbontó alaktalan sárkupacokat ragasztanak oda, gyöngye és rossz falakat emelnek úgy, hogy ezek sokszor nem bírják el az épület súlyát. Ebből nyilvánvaló, hogy a természetállam egyes tagjait nem vezeti megfontoltság, közöttük nincsen önálló cselekvés, a legkisebb váratlan mozzanat megzavarja az építkezésükkel járó mozgási mechanizmusuk megszokott pályáját.

De a természetállam élete, ha abban bármennyire is gépies és öntudatlan folyamatot látunk, mégis arra készlet, hogy azt párhuzamba állítsuk az emberi közösségek életével. A természetállam kasztrendszere jogosított fel erre. Kétségkívül sok hasonlóság van a természetek és az ember állama között. Mindkettőjük takarékosagra, tisztaságra törekszik, mindkettőjük terjeszkedik, mindkettőjüknél érvényesül a kölcsönös segítség elve. A terjeszkedés azonban mindegyiküknél más-más alkalmazkodással jár, éppen a táplálék megszerzésével kapcsolatban. A környezet tudvalevően minden egyes élőlény számára más, minden szervezet a külvilágból órea legalkalmasabb, legelőnyösebb ingereket választja ki és dolgozza fel. E fölött azonban szervezete dönt. Az államalkotó rovarok nem tekintve azt, hogy az egyének számát szabályozzák és az életre nem képes egyéneket kiküszöbölni, rengeteg növényi táplálékot vehetnek fel. Az ember, noha minden eszközzel arra törekszik, hogy gazdaságosan használja ki környezetét, annak sokkal kisebb részét tudja hasznosítani, mint az állat. Az ember táplálékszükségletét nem képes csupán a növényi táplálékkal fedezni, amely a legnagyobb mennyiségben áll rendelkezésre. A megváltozott életkörülmények gyökeres változást nem hozhatnak az ember szervezetében, emésztő szerveiben. Ezzel ellentétben a szociális rovarok, különösen pedig a természetek táplálékforrásaik meghódításában az emberhez képest óriási fölényben vannak. A természetek annyi növényi táplálékkal rendelkeznek, amennyire szükségük van. De, amint tudjuk, bélesatornájuknak megadatott az, hogy szükség esetén más életmódra, pl. az élőfa táplálékáról a szárazfa táplálékra térjenek át. A természetállam egyénei nem nélkülöznek, de valóságos rabszolgái a családnak. Szűkreszabott munkakör elvégzésére kialakult szervezetük annyira meghatározott irányban specializálódott, hogy alkalmazkodásra, lassú átférmálódásra nem számíthat. Ezzel ellentétben az emberi állam tagjai egyénenként mások. Alkalmazkodásra képesek, régi tapasztalatok kombinációiból újakat alkotnak. Tehát alkotó egyének. Ez azonban egyéniség nélkül el sem képzelhető. Ez az egyéniség képesíti az emberi állam egyéneit arra, hogy az állatállamok egyéneivel ellentétben, többféle munka elvégzésére is alkalmasak. Az emberi államok életét néhány vezető egyén irányítja. A természetállam életében ilyen monarchikus törekvés nem érvényesül. A természetállam nem olyan életközösség, amely eszköz volna valamely uralkodó kisebbség céljainak elérésére. A természetállamban mindegyik egyén belső kényszernek engedelmessékedve dolgozik. Az emberi állam a munkamegosztás elvét nem valósította meg oly merev keretek között, mint a természetek. Mindkét államban kisebb-nagyobb mértékben megtaláljuk a szaporodó és nem szaporodó kaszt ellentétét. Ez az emberi társadalomban az egyének külsején ugyan nem jut annyira kifejezésre, mint a természetek, hangyák és méhek államában, de mégis megvan. De más a természetállam munkamegosztása és más az emberé. Az előbbiben a különböző kasztokat nem lehet munkájuk értéke szerint osztályozni. Nincs alsóbb és nincs magassabbrendű társadalmi réteg. Az egyes kasztok egymásnak egyszerűen mellérendeltek. Az emberi államok munkáját azonban a szellemi réteg irányítja. A jövő államának sorsát az fogja eldönteni, hogy a szellemi alkotó erő terén magasabban álló rétegek, avagy a nyers fizikai munkát végző osztályok fognak-e felülkerekedni. Az állam alakulása attól függ, hogy mennyiben értékeli az egyén sajátosságait, az egyéniséget, az egyének uniformizálására, vagy

pedig ellenkezőleg, az élő világban mindenütt megnyilvánuló folytonos differenciálódásra törekszik, hogy ezzel teremtsen meg a haladás feltételeit. Minden jel a mellett szól, hogy kezdettől fogva nagyobb szaporodásra hajló rétegek jutnak fölénybe a kevésbé szaporodók fölött és ezeknek alkotó munkája fogja irányítani a szellemi fejlődést. Az emberi állam munkája ezzel a szociális rovarállamra emlékeztet. Minthogy a rovarállam alapköveit a munkamegosztás rakja le, kérdés, hogy annak fokozódása mennyire viszi előbbre az emberi haladás útját. Kevesen tudják, hogy a fokozott munkamegosztás az öregedő állam jele. A legrégibb természetek még nem tettek szert nagyobb munkamegosztásra, de már akkoriban ontották a formák sokféleségét. A mai természetállam az öregedés tüneteit mutatja. Az ember e hatalmas természettörvénnyel nem szállhat szembe, de szellemi fegyvereivel, tehát olyan eszközökkel veheti fel a harcot ellene, amelyekkel az állatvilágban nem találkozunk. Az első pillanatra tévesnek látszik ez a megállapítás, hogy az öregedő államban az egyének szaporodása fokozódik. Azok az ősi öregedő emberrasszok jutnak eszünkbe, amelyek lassú kihalásra vannak kárhóztatva és részben már kihaltak. De ha vesszük, hogy az együttélés szűk helyen többnyire a mozgékony, a vándorlás, a terjeszkedés csökkenésének, gyengülésének következménye, akkor természetes, hogy ez az együttélés fokozott szaporodáshoz és így fokozott munkamegosztáshoz is vezet. A munkamegosztás jegyében valamely életközösség háztartásán belül a takarékoság is érvényesül. A munkamegosztás minden legkisebb energiakészletnek gazdaságos kihasználásához vezet, de ez az emberi államban egészen másképpen érvényesül, mint az állatokéban. Már MILL STUART mondta, hogy a nagyszámú utódok képzése a térbeli összeszorulásnak következményeképpen az államra a jövőben egyre nagyobb terheket ró, fokozza a nyomorúságot, a nélkülözést, igaz ugyan, hogy a természet törvénye itt is iparkodik biztosítani az egyensúlyhelyzetet. Valamely állam nagyszámú, sokgyermekes családja fokozza ugyan az állam egyéneinek létszámát, de ilyen államban hamarosan bekövetkezik a másik véglet: igen sok család gyermektelensége.

Ilyen körülmények között a jövő emberi állama nem állíthatja oda példaképpen az államalkotó rovarok életét. A jövő államának arra kell törekednie, hogy felismerje a munkamegosztásnak azt a határát, amelynek átlépése nemcsak az egyén cselekvését, hanem az állam életét is károsan befolyásolja. Minden eszközzel arra kell törekednie, hogy minél szélesebb munkakör biztosításával minél nagyobb térhódításra is készítse az egyént. Ez nem mindig egyenleti az egyéniség kialakulásának útját és nem vezet okvetlenül ahhoz a hódító embertípushoz, amelynek megteremtését NIETZSCHE az emberi haladás, az emberi jövő érdekében sürgette. De mégis biztosítja az élettér megszerzését, mégis a felsőbbrendű ember megteremtéséhez készíti elő az utat, oly egyénéhez, amely a létért való küzdelemben megéledve előnyöket biztosít azzal, hogy az alkalmazkodásnak többféle útját választhatja. Ennek az alkotótípusnak mását, megfelelőjét megtaláljuk az állatvilágban azokban az ősi szerves mintákban, melyek az élet hajnalkorán az alkalmazkodásnak sokféle lehetőségét hordozták. Valamint ezek a típusok fényesen igazolták, hogy ezzel az alkalmazkodó képességükkel új formák egész sokaságát hozták létre, úgy az ember világában is azoknak az egyéneknek van nagyobb esélyük szellemi térhódításra, melyek nem egy szűk szellemi munkakör művelői,

hanem a szellemi életnek tágabb, szélesebb rétegeit hódították meg, mint azt a lángelmék példája eléggé igazolja.

Ez a térhódítás azonban az emberre egyéniséget, de szabadságot is jelent. Minthogy az erre való törekvés az embernek kezdettől fogva veleszületett kiváltsága, az emberi állam és a társadalom ebben a tekintetben sem követheti a szociális rovarok és általában az állatok államainak példáját. Az ember sohasem válhat az állam hasznos polgárává, ha az egyént mereven szembeállítja az állammal, ha az egyén érdekeit elválasztja az állam érdekeitől. Az ember éppen egyéniségével kell, hogy beleilleszkedjék az emberiség nagy életközössége, az állam, a társadalom és a nemzet életébe. Tudatára kell ébrednie annak, hogy nagy alkotásain keresztül válik nagygyá, akár valamely hatalmas építmény, állami szervezet, akár technikai, kémiai, fizikai találmány, vagy tudományos felfedezés legyen az. Ezekon keresztül lesz egyúttal tagja annak a szellemi közösségnek, mely állandóan vonzza, magához köti a nélkül, hogy annak rabszolgájává süllyedjen. Tudatára kell ébrednie annak is, hogy a boldog és harmónikus állam az egyének boldogságát és egyensúlyhelyzetét is jelenti, hogy alkotásaival egész élete szervesen összefügg, hogy élete a nélkül nem tökéletes és hogy mindannak, amit alkot, annak fejlesztése, művelése nemcsak az államnak, hanem önmagának is érdeke. Mert hiszen minél több javat termel, minél jobban növeli az állam vagyonát, minél jobban tökéletesíti munkáját az állam javára, annál többet nyer ő maga is, annál jobban kamatoztatja alkotását saját javára. Az emberi állam közeledik ehhez a lépéshez, sőt ezt azok a nagy emberi közösségek már el is érték, melyekben az egyes egyének rabjai lettek ugyan egy gondolatnak, annak, hogy minden erejükkel és legnagyobb teljesítőképességükkel hozzásegítenek egy nagy feladat teljesítéséhez és ezzel mintegy öntudatlanul is megszabják feladataikat, körvonalozzák nagy munkakörüket, meghatározzák szellemi fejlődésük irányát, de a mellett az államnak mégis szabad polgárai maradnak. Sok előnye van ennek a társadalmi formának. Megtanít a takarékosagra, arra, hogy az egyén minél gazdaságosabban használja ki az erőforrásokat, de ugyanakkor rengeteg sok ellentétet is küszöböl ki a társadalom életéből: hadat üzen a pártoskodásnak, a haragnak, a gyűlölködésnek, felad minden céltalan küzdelmet és erőpazarlást. Megérleli benne azt a gondolatot, hogy az állam jólétéért folytonosan harcolni kell. Ily törvényeken alapuló emberi államok alkotóerejükben összehasonlíthatatlanul gazdagabbak, mint az államalkotó rovarok vagy egyéb állatok nagy életközösségei. A folytonos haladás, fejlődés, tökéletesedés jegyében születnek meg és élnek tovább.

A haladó emberi állam tehát nem alkalmazhatja azokat az eszközöket, amelyek az állati államokban érvényesülnek. Mindazonáltal az emberre a természetek állama mégis hatalmas tanulság. Az ember a természetállamon keresztül ismerkedik meg igazában az egyensúlytörvény nagy jelentőségével. Végeredményben minden természeti folyamat ennek az egyensúlynak elérésére törekszik. Ez a törvény érvényesül akkor is, amikor a természet valamely állam egyéneinek létszámát szabályozza. A természetállam ezt a szabályozást a legéhszerűbben, a legnagyobb tökélyvel vitte keresztül. Benne nincsenek feleslegek, nincsenek olyanok, melyekről az állam nem tud gondoskodni. A természetállam nem ismer túlszaporodást. A természetek rendkívül finom érzékeikkel ismerik fel és szabályozzák a lakosság létszámát, nem nevelnek fel több egyént, mint amennyit

eltartani, táplálni képesek. A jelen emberi államoknak ezt a nagy feladatot természetes eszközökkel nem sikerült megvalósítaniok. Az ember a túlszaporodás okozta feleslegét ugyan háborúval iparkodik levezetni, de ugyanakkor minden eszközzel egyengeti a szaporodás útját. A háború végeredményben ugyan kiegyenlítődsre törekszik s az egyensúly törvényét szolgálja, de az emberre nézve ez a kiegyenlítőds erópazarlással jár.

Az embert azonban szellemi fejlettsége a jövőben eredményesen vezérelheti abban, hogy ezt a nagy energiapazarlást kiküszöbölje. Valamennyi élőlény közül az embernek adatott meg az, hogy az állam egyensúlyát célirányos, megfontolt cselekvésével támogathatja. Azt, amit a természetállam öntudatlanul végez el, az állam egyensúlyi helyzetének megőrzésekor, azt az embernek öntudatosan kell megteremtenie. Valamennyi élőlény között egyedül az ember az, amely tudja, hogy szaporodik. Az emberiség történetében a legnagyobb katasztrófákat, a legtöbb nyomorúságot a túlszaporodás és a megélhetésért folytatott eredménytelen küzdelem okozta. Némiképen igaza van MALTHUSnak, amikor azt tanítja, hogy a földkerekség nem termi meg azt az élelemmennyiséget, melyre az embernek szüksége van. Az ember kémiai ismereteivel ugyan arra törekszik, hogy a növényi anyagokat a maga számára táplálék szempontjából minél nagyobb mennyiségben hasznosítsa és feldolgozza. A természeteknek, hangyáknak ez legnagyobb mértékben sikerült, amikor a különféle gombák tenyésztésével és a véglények felhasználásával értékesítik azt a csekély táperőt is, amit a száraz fa ad. Az ember is elkészíti, preparálja táplálékát, de ne felejtjük el, hogy az emberi gyomor nincsen a cellulóze emésztésére berendezve, az ember bélsatornája nem alkalmas olyan mennyiségű növényi táplálék felvételére, mint amennyire szüksége van. Az ember ilyen körülmények között a szaporodás gátlásával biztosíthatja jövőjét és az egyének biztos megélhetését annak a nagy egyensúlytörvénynek tudatában, mely a világmindenség harmóniáján öröktől fogva örködik.

Dr. Pongrácz Sándor.

Kutató-úton Albániában.

Most, hogy a Balkán és annak máig még „legsötétebb országa“, Albánia, újból az érdeklődés előterében állott, nem lesz érdektelen visszapillantani arra a kutatómunkára, melyet az elmúlt világháborúban az ott és Macedóniában működő Balkánkutató bizottság magyar tagjai végeztek. A Magyar Tudományos Akadémia keleti bizottsága, élén gróf TELEKI PÁLlal, valamint a Nemzeti Múzeum szervezte meg, részben a kultuszminisztérium költségén ezeket a kutatásokat.¹ A felkutatásra váró terület Albániának északi és keleti, Montenegróval és Macedóniával határos magas hegyvidéke volt, ahol a magyarok közül 1916—1918-ban CSIKI ERNŐ, KÜMMERLE J. BÉLA, ANDRASOVSKY JÓZSEF és magam végeztünk állattani és növényteni kutatásokat, amennyire azokat a monarchia csapatainak megszállása engedte. Az akkori világégésben mindenesetre szerencsés körülmény volt, hogy ebben a kevésbé ismert országban egyszerre több kutató is járhatott be olyan tájakat, amelyek eddig számos oknál fogva alig voltak megközelíthetők.

¹ L. A Magyar Tudományos Akadémia Balkánkutatásainak tudományos eredményei. Szerkesztették gr. Teleki Pál és Csiki Ernő. Eddig 2 kötet jelent meg.

Albánia természetvilágának felkutatása tulajdonképpen a múlt század 90-es éveiben indult meg rendszeresen BALDACCI ANTONIO bolognai tanár növényteni kutatásaival. Nemsokára ezután báró NOPCSA FERENC szerez elévülhetetlen érdemeket ottani földrajzi, földtani és néprajzi kutatásaival, és tesz szert nagy népszerűsége az albán néptörzsek között. A bécsi DÖRFLER és JANCHEN, a világháború után MARKGRAF berlini tanár, a magyarok közül TELEGDI RÓTH KÁROLY mint geológus végeznek itt még komoly munkát, míg a határos montenegrói hegyeket még 1872-ben két akkori nyitrai orvos és botanikus, PANTOCSEK JÓZSEF és KNAPP JÓZSEF járja be először. Az első albániai kutatók tulajdonképpen AMI BOUÉ geológus, aki 1836–38-ban járt ott, és a nagy növénygeografus, GRISEBACH göttingi tanár voltak. GRISEBACH 1839-ben utazik át futólag Prizrenből Szkutariiba, miután a prizreni pasa a lakosság ellenséges magatartása miatt nem engedte meg, hogy az északalbániai havasokat meglátogassa.

Az én kutatásom célja a Montenegró határán elhúzó északalbániai havasok központi, eddig felkutatlan területének növényvilága volt. A hatalmas „Északalbániai mészkőtábla” tudvalevően nem egyéb, mint az Adria keleti oldalán elhúzó dinári hegylánc, vagy dináridák karsztvonulatának keletre forduló alsó vége, mely itt alásüllyedve és megszakadva, valószínűleg csak valahol a görög Parnaszus-övenben kerül újból felszínre. A dinári redőzet egyenes lefutását Észak-Albániában a Rhodope és a Bitolj körüli Pelagoniai nagy masszívum röghegységei zavarták meg. A macedóniai és bolgár röghegységeknek a dinári, illir hegylánci-tól elütő flóráját és faunáját tehát részben ezeknek a hegységeknek különböző eredete is magyarázza. A Drin-folyónak az északalbániai havasok alján elhúzó törésvölgye ilyenformán fontos növény- és állatföldrajzi határvonal, amely számos keletmediterrán, illetőleg görög növény észak felé való terjedésének állja útját.

Az északalbániai havasok triaszkorú hatalmas mészkőtáblája — STRABO „Bertiscus” hegysége — nyugat-keleti, majd északkeleti irányban haladó, 60—70 km hosszú gerincével, a róla legyezőszerűen lehúzó sziklás völgyeivel és szurdokjaival főséges panorámát nyújt a szemlélőnek. Fokozza ezt a hatást, hogy a hegység főtömegét alkotó triász mészkőnek olyan tiszta fehér a színe, hogy a rajta nyáron is végighúzó elég gyakori hómezők színével majdnem teljesen összeolvad. Ezért különösen a központi Hekurave-csoportnak a hajnali órákban a nap első sugaraiban fürdő csupasz szirttömegei a legszebb havasi vörös izzást mutatják. Ez a vidék 2600 métert elérő csúcaival, vadul szaggatott, a déltiroli dolomitokra emlékeztető szirtjeivel a balkáni idegenforgalom kifejlődésével elsőrangú látványossággal szolgál. Az egész hegyláncnak nyugati völgyeit és csúcsait Szkutari felől, keleti oldalát pedig Ipek (Peč) felől már több kutató felkereste, a nehezen hozzáférhető központi részében azonban, amelyen a hegylánc „Prokletije”-nek nevezett legmagasabb gerince húzódik végig a széleshátú Hekurave, a Jezerce (néhány tavacskaival) és a Radohina-csúcsokkal, és amelyből a leghosszabb harántvölgy, a Valbona is indul, a térképen is fehér folttal jelzett ismeretlen terület maradt.

Utamat ebbe a központi részbe irányítottam 1918 augusztusában, Szkoplje, Prizren, Djakova felől közelítve meg a hegység lábát. Ó-Szerbia bölcsőjének, Szkopljenak (török nevén Üszküb) közvetlen környékén, és feljebb majdnem

Belgrádig már gyakori útszéli gyom, csakúgy, mint a keleti karavánutak mentén mindenütt a törökpirosító (*Peganum harmala*) szagos kórója, melyből néhány bokor a mi Gellérthegyünkön ma is a törökök vonulási útját hirdeti. A Vardar, a Rigómező és a Fehér Drin termékeny és sűrűn lakott lapálya után Djakovától nyugatra, az albán politikai határon (a Rigómezőt még szerbekkel vegyes albán lakosság lakja) megszűnnek a falvak és városok. Albánia északi, középső és keleti hegyes részén csak szétszórt házakból álló helységeket találunk, egyetlen kocsiút nélkül, közlekedni csupán gyalog, vagy teherhordó állattal lehet. A Prizrenből az Adriához vezető karavánút, melyet a világháborúban visszavonuló szerb hadsereg is minden felszerelését odahagyva használt, a Drin-folyó könyökét átvágva, több hegyerincen át föl- és levezetve, négy napi nehéz járótat jelent ma is. Lakóhelyül a hegyek között majdnem minden esetben az ismert kocka-alakú, lapos cserépfedelű, vakolatlan, inkább lőrésekkel mint ablakokkal ellátott, gyakran emeletes váracsok, kulák szolgálnak.

A kula lehetőleg egymástól távolabb, lőtávolon kívül épül, hogy az esetleg vérbosszú alatt álló családok legalább a közvetlen veszély elől védve legyenek. Az ősi szokásjogon alapuló vérbosszúnak, mely itt akkor az írott büntetőtörvényt pótolta, a Drin könyöke alatt Toplana vidékén például, Nopcsa báró szerint, a halottak 42%-a esett áldozatul. Ezzel szemben a vendégszeretet szintén szent szokásjog, melyet az albán, Európának ez a „fegyveres nagy gyermeke“ sohasem szeg meg, mint ahogyan nem szegi meg az adott szó szentségét sem. Az idegennel szemben, ha az bizalmát már megnyerte, szolgálatkész, lovagias, megbízható. Azonfelül a természettől vidám, elevenesű és élelmes nép, a thrákok mellett a Balkán másik őshonos népének, az illireknek ivadéka, melynek elmaradottságát a török uralmon kívül a mostoha természeti viszonyok okozták. A hegyi lakosság oly szegény, hogy végső szükségben rablócsapattá összeállva, a szomszéd völgyek marháját hajtja át magának. Ilyen harcok még most, a harmincas években is előfordultak. A szegénység egyik további oka az albán felfogás, amely a férfi számára a mezei munkát lealacsonyítónak találja. A mezei munka az asszony dolga, a férfi kezébe a puska való, melytől ma sem tud megválni, s amelyet szívesen és gyakran roпоgtat.

A hegyi törzsek szegénységének egy másik nagy oka a talaj szegénysége. A karsztos sziklák kopárságát nem kell külön kiemelni. De a dinári redős hegylánc belső albániai és boszniai övezete sem szolgáltat külön talajt. Ez a belső övezet, mely az északalbániai mészkőtáblát körülölelve, szélesen húzódik le Észak-Bosznia és Közép-Szerbia felől Albánia keleti felén át délkelet felé, flis homokkőből, meg ókori palákból, továbbá diorit, gabbro, peridotit stb. mállásából származó szerpentinközetből áll (ú. n. ofiolit vonulat). Európának egyik legnagyobb szerpentinkötömege húzódik itt végig. Ez a sötétzínű bázikus eruptív kőzet (magnézium hidroszilikát) meszet nem, vagy alig tartalmaz, könnyen szétmállik, és síma felületén alig enged helyet arra, hogy a növény gyökere belekapaszkodhassék. A meredekebb szerpentinlejtők tehát csupaszok, sivarak, vízmosásos völgyektől megszagatva, és messze tájakat terméketlenségre kárhoztatva. A szerpentin-talaj viszont a lankásabb helyeken különleges növényzetet termel ki, mely élesen elüt a mészköves talaj gazdag flórájától. Éppen Albánia legnagyobb folyója, a Drin, mely a Bertiscus alján sok helyütt a mészkövet a palás és eruptív

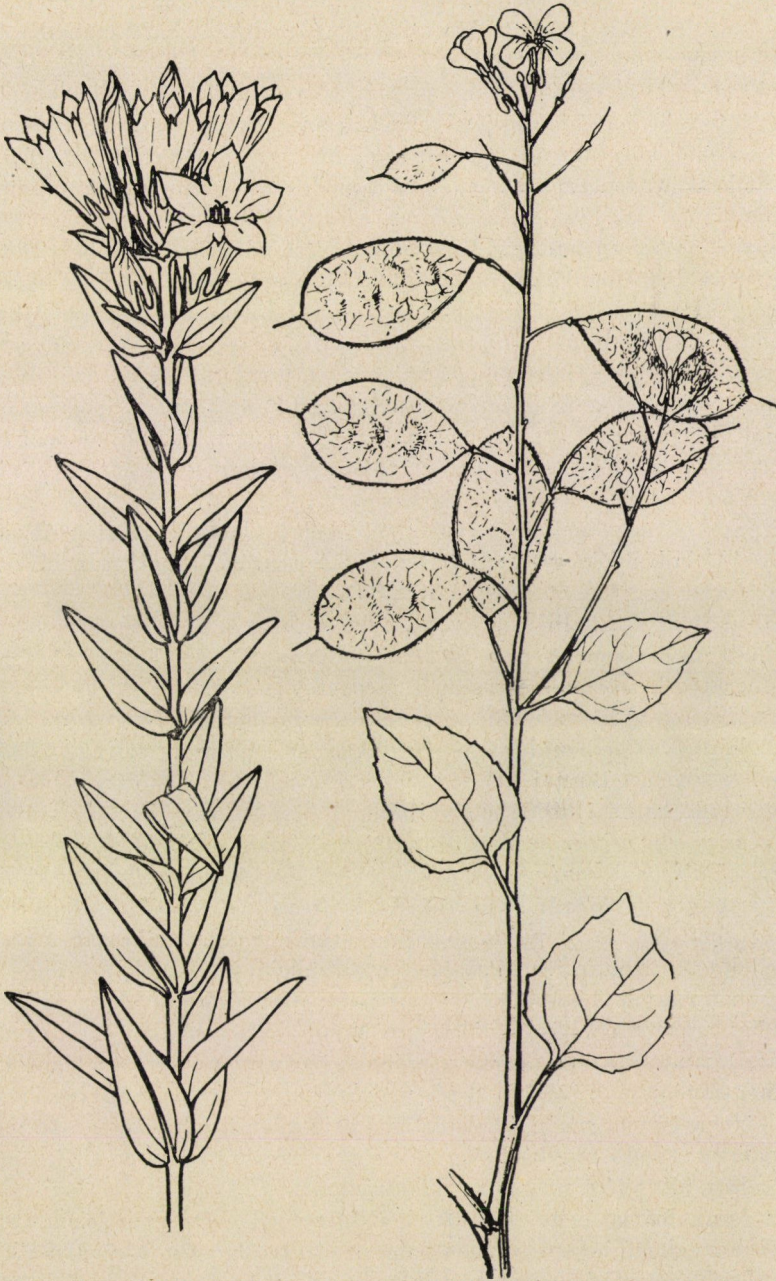
közetektől elválasztja, és valamikor a pliocén korban még széles völgy volt, egyúttal éles flóraválasztó határvonal is, közvetlen környéke pedig florisztikai és faunisztikai tekintetben még sok érdekességet ígér. A bővizű folyónak ez a középső szakasza 40—50 km hosszúságban oly szűk mederben, sokszor 1000 méter magas, minden ösvény nélküli, kanyószerű sziklafalak között folyik, hogy tájképileg is Európa legnagyobbserű látványosságai közé tartozik, az ilyen sziklás völgy pedig — gondoljunk csak a mi Aldunánkra — természetes menedék- és gyűlőhelye növénynek, állatnak egyaránt és rendszeren a flóra, fauna egész multját tükrözi vissza. A folyót egyébként már 1853-ban HAHN geográfus Szkutari felől csónakkal kísérte meg bejárni, de a Drin felső könyökénél a folyó sellői visszaterésre kényszerítették.

A Fehér Drin felső folyásánál, szemben a Prokletije központi tömegével, Djakova városkából indultam neki a hegyeknek a mellém adott néhány öreg népfelkelő katonámmal (sajnos, valamennyi betegen tért vissza Belgrádba). Djakovában éppen egy vásár teljes keleti jellegzetességét és színpompáját élvezhettem. A havasok hómezőinek közelségét az onnan hozott és hatalmas zsákokban árusított csillogó hó is hirdette. Djakován túl az északalbániai havasok lábánál elszórt néhány magyar-osztrák megszálló katonai tábor felé (Tropoja és Bunjaj helységeknel) menetelve, a szép öreg mocsártölgyekkel borított alluvialis völgyalapályból kijutottunk a peridotit- és pyroxenitből álló hegyhátra. Ennek a nyeregnek (Tyafa Morins) vízmosásos, vörösvagyos lankáit alacsony, lelegelt cserjés, főleg kocsántalan tölgyes és mogyoró borította, amely közé mind sűrűbben vegyült Albánia, sőt Európa egyik legnevezetesebb cserjéje, a *Forsythia europaea* DEG. et BALD., az európai aranyfa. Ez a cserje közelrokona a kertjeinkben szerte kultivált *Forsythiának*. Kora tavasszal pompás aranysárga virágokba boruló hosszú hajtásait mindenki ismeri, de senkisé gyanította, hogy ennek a Kínában és Japánban honos *Forsythiának* Európában is nő egy testvérfaja. BALDACCİ fedezte fel először 1897-ben Közép-Albánia szerpentinjén és küldte Budapestre DEGEN ÁRPÁDNak meghatározás végett. A felfedezés nagy feltűnést keltett botanikai és kertészkörökben egyaránt. Kítűnt, hogy Észak- és Közép-Albániának egész szerpentinvonulatán, Ipek vidékéig, általában 1000 m magasságig jellegzetes és gyakori cserje. Az európai *Forsythia* felfedezése volt bevezetője annak az érdekes elméletnek, illetőleg megállapításnak, amely szerint a Balkán számos relikturnövénye a távol keletről származik. Így ugyancsak BALDACCİ fedez fel és DEGEN ÁRPÁD ír le egy tatógatós virágú, kékfűzérű új fajt, a *Wulfenia Baldacciit* az északalbániai havasok nyugati csúcsairól, miután kítűnt, hogy Európa egyedüli, addig ismert *Wulfeniája*, a Gailtali Alpeseiben növő *Wulfenia carinthiaca* Montenegró és Albánia határos hegyein is terem, és mindkettőnek legközelebbi rokonai csak Szíriában és a Himalájában nőnek. KOŠANIN belgrádi tanár a Drin-folyónál fedezi fel a mi piritógyökerünkkel (*Tamus communis*) rokon, és a trópuson honos jamszgyökérnek egy fajtát, a *Dioscorea balcanicat*, melynek legközelebbi rokonai a Kaukázusban élnek. A DEGEN ÁRPÁD által a horvát Velebit szikláin felfedezett *Sibiraea* cserjének valójában Közép-Ázsia (Altáj, Tiansán) az igazi hazája. A Balkánon egymásután felfedezett, már külsejében idegenszerű *Gesneracea*-nemzetségek: a szerbiai és albániai *Ramondia serbica*, a bolgár *Haberlea rhodopensis* és a görög Olympuson honos *Jankaea* legközelebbi

rokonai a Pyreneusokon kívül csak Kínában élnek. Ugyanígy vagyunk néhány fontos balkáni fenyővel. A boszniai és montenegrói omorika-fenyő rokonai az Amur vidékén, a balkáni fenyő (*Pinus peuce*) rokonai a Himalájában található. A mi vadgesztenyénk (*Aesculus hippocastanum*) Európában Dél-Albániában és a Pindos hegylánc vidékén vadon terem, legközelebbi rokonai Kelet-Ázsiában és Észak-Amerikában élnek. Már a felhozott példák is azt mutatják, hogy ezek a növényfajok, mint úgynevezett arktotertiár, tehát mint a geológiai harmadkorból fennmaradt elemek, folytonos övben voltak elterjedve egészen Kelet-Ázsiáig a Földközi-tenger vidékének akkori trópusos és szubtrópusos klímája alatt. Később a fokozatos kiszáradás és lehűlés következtében a közbenső területen kipusztultak és éppen Albánia egyik ilyen végső nyugati menedékhelye az Ázsiából idáig elterjedt fajoknak. A fajok keletről való vonulásának egyik útja, NOPCSA szerint, éppen a szakadózottan jelentkező szerpentinközeteken át vezethetett.

A szerpentinnek tehát mindenképpen fontos szerepe van Albánia flórájának kialakulásában és számos bennszülött szerpentinkevelő, illetőleg szerpentinűrtő növénynek válik szülőföldjévé. A Tyafa Morins gerincén át vezető utamon is a szerpentin, a *Forsythián* kívül a késői száraz nyári idény ellenére, néhány ilyen bennszülött, addig nem is ismert, szépen virító fajjal találkoztam. Többek között egy gerebcsin, *Aster albanicus*, azután egy halványsárga virágú vérfű (*Sanguisorba albanica*), mely a mi sötétbíborvirágú őszi vérfűvünkhöz hasonlít, de közelebbi rokonai az alpesi Valtellina-völgyben és Örményországban élnek, majd egy kúszószerű, aprólevelű kakukfű, a *Thymus Lykæ*, nedves helyeken pedig a mi kornistárnicsunkkal rokon, gyönyörű nagy virágcsomójú Nopcsa-tárnics (*Gentiana Nopcsæ*) (1.kép) hívta fel magára a figyelmet. Utóbbit az albán legények is észreveszik és bokrétába kötik. A mi Kószeg mögötti borostyánkővünkről ismert szerpentinlakó bodorkánk (*Asplenium Forsteri*) a bokrok alján itt is tömegesen látható. A csupaszig sziklákon pedig egy jellegzetes pirosvirágú szappanfű, a *Saponaria intermedia* terpeszkedik. Tovább a Drin-folyó felé és azon túl a szerpentinflóra újabb érdekességekkel bővül. Megjelenik a cserjésekben vadon a mi puszpángunk (*Buxus sempervirens*), a magasabb lejtőknek pedig a nálunk szerte ültetett fekete fenyő (*Pinus nigra*) ritkás állományai adnak jellegzetes képet. Mindkettő itt a szerpentinhez van kötve. Alkalmas helyeken, már a „felhőv” magasságában szép bükkösöket is látni, néhol a belőle kimagasló jegenyefenyővel keverve. Általában Albánia hegyvidékén a gyér lakosság és a hozzáférhetetlenség miatt még elég szép erdőállományok, különösen bükkösök maradtak meg, ellentétben Macedóniával, ahol ember és állat az erdőt már mindenütt kipusztította. Macedóniában, de a görög földön is erdőt már alig találunk, a görög hegyekben pedig a mi lúcs- és jegenyefenyőnk is végleg eltűnik.

Tovább nyugatra, az Adria felé nyíló száraz, forró völgyekben s dombokon és a tenger melléken azután a növényzet képe teljesen megváltozik. Virágos kőris, pelyhes tölgy, a cserszömörce, a mogyoró, keleti gyertyán, vénicfa (*Ostrya*), a hússosom, karszti juhar (*Acer obtusatum*) kíséretében átveszi uralmát a karszterdő, tehát az esőben szegény „szárazerdő”. A karszterdővel, sokszor inkább karszti bozóttal együtt jelenik meg az áthatolhatatlan bozótot alkotó tövises *Paliurus* cserje (*P. spina-Christi*), mely azután az egész déli Balkán kopár legelőit



1. kép. a. *Gentiana Nopcsae*, Nopcsa Ferenc tárnicsa, Észak-Albánia serpentin hegyeiről. — b. *Lunaria Telekiana*, Teleki Pál holdviolája, az észak-albániai Stjevenhavas szikláiról. — Dr. CSAPODY VERA rajzai.

és völgyhajlásait végigkíséri, és mint sibljak-formáció galagonyával, pelyhes tölggyel, vadrózsákkal együtt leggyakoribb, de éppen nem kívánatos eleme a Balkán növényzövetkezeteinek.

Sokkal szebbek ennél a tengerpartok közelében és mélyen be a völgyekbe húzódó örökzöld macchia-cserjések. Ezek képviselik itt a száraz, forró nyár és enyhe, esős tél következményeképpen kifejlődő igazi mediterrán vegetációt. Míg a horvát keskeny tengerpart mentén ez a mediterrán öv még jóformán hiányzik, és Dalmáciát is csak keskeny szegélyben kíséri, Albániában a macchia — kivéve a mocsaras helyeken jelentkező ligeterdőket — mind szélesebb övben jelentkezik, hogy azután Dél-Albániában és az egész Görögországban, a legmagasabb hegy-csúcsokat kivéve, teljesen uralkodóvá válják. A macchia-cserjést Albániában túlnyomórészt a több méter magasra megnövő, fényes örökzöldlevelű számoécafa (*Arbutus unedo*) és a fehérvirágú, szintén embermagas *Erica arborea* alkotja. Nyáron a *Cistus*-bokrok gyönyörű sötétpiros virágai teszik pompázatosá a macchiát. Füge, olajfa, gránátalma-kultúra mindenütt látható, aleppói és mandolafenyő azonban már csak a déli partokon, ugyanitt délen jelentkezik a görög föld örökzöld tölgye, a *Quercus coccifera* is.

A patakok mentének legszebb faja, a keleti platánfa, szintén Albániában, egészen a Drin könyökéig éri el elterjedésének nyugati határát, egyébként Macedónián, Kréta-szigetén át egészen Kelet-Indiáig honos.

Utunkat az északalbániai havasok felé folytatva, a serpentin hegyhátról leereszkedtünk a Tropoja- és a Valbona-patakok völgyébe, hol a víz a palás és konglomerátos kőzetben mély sziklás medret vágott magának. A sziklaréseket pompás, fehérén gyapjas levelű hölgyalm (*Hieracium Waldsteinii* ssp. *nipholeucum*) (2. kép) és a *Campanula versicolor* dúsvirágú bokrai borították. A Hekurave tömbjének tövén a Bunjaj helység melletti, jórészt öreg morva népfölkelőkből álló megszálló katonai tábor lett szállásom. A széles völgykatlant itt is főként tölgyes, mégpedig a kocsántalan, a csertölgy és a szépséges lombú magyar tölgy (*Quercus frainetto* = *conferta*) bozótja és kisebb ligetei töltötték ki. Házak, kulák kertekkel, kevés szántóval csak elszórtan voltak láthatók. A bozótból néha barátságatlan albán arcok villannak elő és tűnnek el újra. A lakosság — a krajšnic törzsbeliék — magatartása ellenséges, a szembejövő albánok köszönés helyett haragosan fordítják el fejüket. A tábor parancsnokló őrnagya fanyar mosollyal fogad, hangsúlyozva, hogy a vidék egyébként is kacsakokkal (kozák szóból = komitácsi) van tele és én a magam veszélyére járok ott. Őt magát a lakosság több-ízben megtámadta és mivel egy derék magyar katonaorvosnak és kísérőinek hivatásuk közben történt meggyilkolását igen szigorúan torolta meg, ő is, valamint a vizsgálatot vezető rendkívül ügyes magyar csendőrőrmester többszörös vérbosszú alatt áll, fejére magas vérdíj kitűzve.

Az északalbániai hegyi törzsek ellenséges viselkedése nem jelentett valami nemzeti mozgalmat, hiszen Albánia tengerparti, lapályosabb területén a lakosság jól megfért a megszálló hadseréggel és szívesen állt be a velünk harcoló önkéntes csapatokba. De nem is szólva az északalban gegtörzsek, és a déli toszktörzsek régi ellentétéről, ezek az északi hegyi törzsek akkor még az ősi, talán még illir hagyományokon alapuló, völgyenként elkülönülő törzsi szervezetekben éltek — akár az őskori Görögországban — és rendesen nem bírt velük sem a török, sem



2. kép. *Hieracium Waldsteinii* ssp. *nipholeucum*, hóféhérlevelű hölgymál, az észak-albániai havasok aljáról a Valbona-patak szikláiról. — Dr. CSAPODY VERA rajza.

más megszálló hatalom. GRISEBACH is említi, hogy a prizreni pasa időnként hadjáratot vezet ezek ellen a hegyi törzsek ellen, hogy — tűzok szedésével — adót és újoncot kényszerítsen ki tőlük.

A Hekurave-tömb ismeretlen völgyének és egyik legmagasabb csúcsának, a 2340 m magas Stüla Grisz-nek megmászása kedvező, bár igen forró időben (a napon 50—60 C°) vezető nélkül történt. A sziklafalak lábánál, 600—800 m magasságban, szerpentinalajon pompás szelídgesztenye-ligetek díszlenek. Ez a gesztenyeöv — amely a szerb és horvát területen, szélmentes lejtőkön, mésztelen üde talajon összesen körülbelül 60.000 hektár területet borít — innen kezdve az egész Bertiscus keleti lábánál egészen Ipekig húzódik. A lakosság az érett termést összesöpri, elföldeli, vagy hó alá temeti és részletekben hazaszállítva fogyasztja.

Feljebb a forró sziklás lejtők, helyenként megtépázott kocsántalan tölgyekkel borítva, a Dinári karszt vegetációjának jellegzetességét viselik. Pompás dísz lehet rajtuk tavasszal a sok királyné gyertyája (*Asphodelus albus*) és a kárminpiros bazsarózsa (*Paeonia corallina*). Azonban a karsztvonulat eme délkeleti végénél fokozatosan újabb és újabb, kelet felől jövő vagy endemikus, bennszülött elemek is jelentkeznek. MARKGRAF szerint a Bertiscus nyugati felében 39, keleti felében 48 a bennszülött (endemikus) fajok száma. Ezt a magas számot — mely mintegy harmada az itt tenyésző illír elemeknek — csak a Dinári láncolat délkeleti tagjának, a Gjalica—Koritnik—Korab csoportnak 52 endemikus faja múlja felül, míg Albánia többi hegyei, kisebb magasságuk és tömegük mellett alatta maradnak ennek a gazdagságnak. Ugyancsak MARKGRAF szerint egész Albánia, a mi fél Dunántúlnkat alig túlhaladó területével 2500-nál több úgynevezett jó virágos növényfajt és haraszt félélet tud felmutatni. Európában ekkora területen elég páratlanul álló szám.

Legfeltűnőbbek a Bertiscus növényzeti öveiben, még pedig az ú. n. felhős erdőövben a fehérkérgű fenyőnek (*Pinus Heldreichii* var. *leucodermis*) szép, tiszta, ritkás sötétlő állományai a karszti lejtőkön. Ez a fenyő Dél-Boszniától kezdve le a Pindoszig, Olymposig és a bolgár Pirin planináig honos. A fekete fenyőére emlékeztet sokszor ernyőszerű koronája, de világosbarna a kérge és vörösbarnák a tobozpikkelyei. A meredek triász mészfalak réseibe kapaszkodva, törzsei 1200—2100 m. magasságok közt szemet gyönyörködtető látványt nyújtanak. A kőomlásokon, nyirkos, hűvös zugokban a nagylevelű karszti benge-cserje (*Rhamnus fallax*) sötét foltjai látszanak. Az északi lejtőket 1500—1600 m magasságig leginkább bükkerdő borítja, eltörpült bükkpéldányok azonban 2000 m magasságban is találhatóak. Lúcfenyőt csak elszigetelten találni.

A bükk és fehérkérgű fenyő öve felett sötét foltokban, 2200 m magasságig üli meg a sziklapárkányokat a henyefenyő (*Pinus mugo* = *montana*), melyet sokszor a törpe boróka is helyettesít. Közben kiterjedt havasi legelőket is látni. A legmagasabb csúcsok és a sziklafalak csupaszon és vakító fehéren merednek a völgyek két oldalán egymásra.

Az a völgy, melybe először fel kellett kapaszkodnunk, hasítékszerűen mintegy 1000 m. magasságban kezdődik Bunjaj felett. Mintegy 1400 m magasságban kettéágazik és déli ágában az északi lejtőn már kb. 1650 m magasságban hatalmas hómező fogadott bennünket, amely ebben a teljesen víztelen sziklavadonban

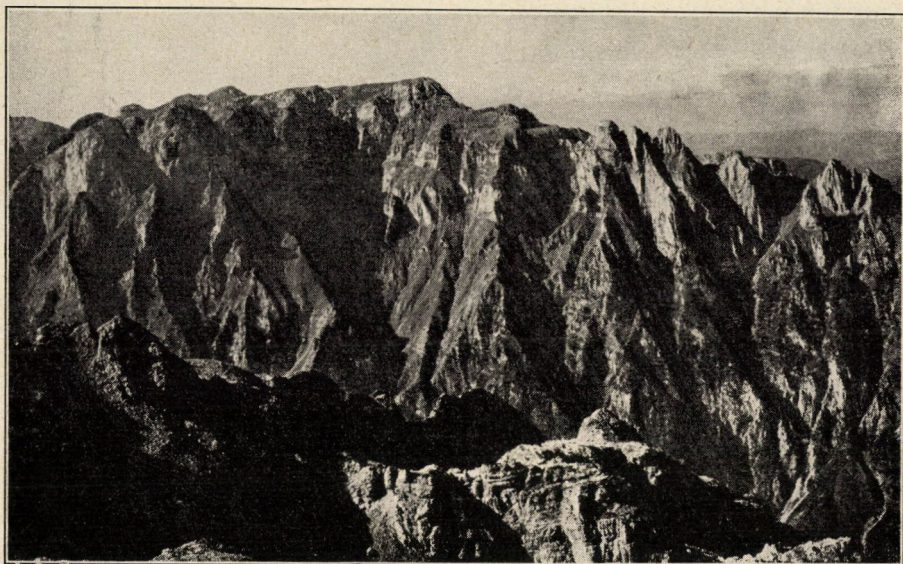
lehetővé tette a többnapos kutatást. A sziklás lejtőkön mint vezérnövények feltűntek szépségükkel a fényesen selymeslevelű *Potentilla apennina*, az ezüstös levelű, rózsás virágú *Scabiosa graminifolia*, egy istácfaj, az *Armeria canescens* szép piros virágfejecskéi, a vastagon gyapjas levelű illír hölgymál, *Hieracium gymnocephalum*, a kötörökék közül a *Saxifraga Friderici Augusti* (az illír hegyekben gyakran botanizáló FRIGYES ÁGOST szász királyról elnevezve) és a gyepvánkosokban növekvő *Saxifraga coriophylla*. A 2000 méteren felüli gyepekben egy kis csengetyűke-féle kúszik, a *Hedrajanthus serpyllifolius*. A Hekurave-tömb déli csúcsáról, a Stüla Grisz-ről a Bertiscus nyugati részének valamennyi szeszélyesen csipkézett csúcsa, egészen Szkutari-ig és a Drinen túl a Dukadzsin sötét szerpentin kúpsoráig felejthetetlen látványt nyújtott. Felettem, a vakító fehér-ségű sziklák felett éles ellentétként borult rám a felhőtlen égbolt valószínűtlenül, szinte félelmetesen sötét kékje.

Nagyobb vadat nem láttunk, de NOPCSA szerint medve, zerge és elég sok farkas akad a havasokban, Ipek felett pedig muflont is lóttek.

A Hekurave-vonulatot kelet felől három oldalról is határolja az egész Prokletije legszebb és leghosszabb völgye, a Valbona. (5., 6. tábla) Fantasztikus sziklaalakulatok kísérik mindkét oldalát, a meredek falak között nincs helye emberi településnek, egyetlen helység a Maja Drošks felé haladó oldalvölgy tövében Dragobija házcsoportja. A Valbona-völgy bejárata és a Hekurave főcsúcsának megmászása volt a legközelebbi cél. A Valbona-völgy bejárása felé haladva, számos mediterrán növényvel találkozunk, melyek a tenger felől a Balkán belseje felé terjeszkedtek. Ilyen a kerítések mentén a piroslila virágú, erősen tüskés szeder, a *Rubus sanctus*, ilyen a tengerparti, nagyobb, szúrósabb levelű és vörösbarna bogyójú boróka, a *Juniperus oxycedrus*, egy keskenylevelű körtefaj, a *Pyrus amygdaliformis*, egy szétterpedt, kékeszürke levelű kutyatej, *Euphorbia myrsinites* és ilyen a bokrok alján a kedves, de illattalan *Cyclamen neapolitanum*. A Valbona bejáratának szikláit tavasszal a már említett kék, laposszirmú, bozontos levélrózsájú *Ramondia serbica* díszíti. A Valbona oldalvölgyének hatalmas bükkösén át kapaszkodva itt is már 1600 m magasságnál hatalmas hómezők fogadtak, köröskörül mindenütt, a Valbona sziklafalain is a fehérekérgű fenyő sötét állományai. A kőgörgetegek havasi növényei sokszor alulról felhatoló karszti elemekkel elegyednek. Így elég szokatlan képet nyújtott a hómező feletti sziklákön a mi cserszömörccénk (*Cotinus*), havasi rózsa-alakok társaságában. A Hekurave csúcsának megmászásáról azonban le kellett mondanom a beállott köd és eső, később az élelemhiány miatt. Bécsi entomológus kollegámnak is szomorúan kellett a havasi pásztortanyán fölszedett bolha-gyűjteménnyel beérnie.

A Hekurave-csoporttól északkeletre, az albán-jugoszláv határon húzódik a 2350 m magasra emelkedő Škelsen (3. kép) és Štjeven gerince. Komitácsi tanyának használt barlangok, függőleges sziklafalak teszik a vidéket vadregényessé és elsőrangú természeti látványossággá. A *Hieracium gymnocephalum* fénylőn gyapjas levelei, az egyik sziklafal tövében a gróf TELEKI PÁLról nevezett érdekes holdviola-újdonság (*Lunaria Telekiana*), a havasi mezők régiójában a már kopár tetőkön az összefüggő tömött pázsitszőnyeget nyújtó zabfű, *Avenastrum compactum* és szúróslevelű csenkesz, *Festuca pungens* síkos pázsitja, közbe egy-egy törpe csécsillag, *Jasione supina*, vagy egy másik hófehér levelű pimpó,

Potentilla speciosa ad ízelítőt az itteni illír havasi flóra gazdagságáról. A teljesen fátlan tetőkön szabadban töltött fagyos szeptemberi éjszakáért bőven kárpótolt a Štjeven csúcsáról a nappali verőfényben elémtáruuló látvány. Déli irányban a nyugalmi helyzetben levő pára körülbelül 1900 m magasságban éles vízszintes vonalban különült el. Albániának és a határos Macedóniának ezen magasságon felüli csúcsai mint átlátszó tengerből kiálló szigetek állottak ki a finom ködpárából, világosan mutatva a sokat vitatott Korab-csúcsnak minden mást felülmúló (2887 m) magasságát. Észak felé pedig Montenegró összes nagyobb hegy-csúcsainak nagy tömege zárta le a látóhatárt.



3. kép. A Škelsen (2400 m) délnyugati sziklafala az észak-albániai havasokban.

Rövidre szabott albániai tartózkodásom ezzel véget is ért. Lent a kulák körüli zöldségeskertekben, kukorica-, dohányföldeken még megcsodáltam az albán öntöző-berendezést. A Valbona és Tropoja patakából hosszú kilométereken át vezetik a vizet földjeikre. A kezdetleges vályú vagy csatorna (vija) sokszor meredek sziklafal oldalába vágva fut tovább, esetleg a favályúból álló vízvezeték meredek szakadékon vezet át. Ősi, valószínűleg ősilír kultúrára vall ez az öntözési rendszer, amelyet már a thesszáliai és mykenei kultúrákból is ismerünk. A föld termékenységének fokozására szolgál még az a rablógazdálkodásnak beillő mód, amellyel a szerpentin lejtők amúgyis gyér pázsítját és ligeteit az aszályos években felgyujtják s az így megnagyobbodott legelőterületről az esővíz és a vízvezeték a hamut földjeikre szállítja. A gyeptüzek éjszaka borzalmasan érdekes látványt nyújtottak.

Hazafelé menet ismét Szkoplje—Belgrádon át vezetett utam. A levegő már tele volt nyugtalansággal, az antanthatalmak éppen akkor törték át a bolgárok frontját. Mint később megtudtam, a hegyi törzsek a hegyeken felgyujtott őrtüzek

útján azonnal értesültek róla, hogy ütött számukra a szabadulás órája. Az észak-albán havasok aljáról a megszálló csapatok Tropoján gyűltek egybe, hogy útjukat Djakova felé folytassák. A tropojai tábor azonban egy reggel arra ébredt, hogy az albánok magukat lövészárkokba ásva ostrom alá vették őket. Előkerültek az albán eldugott Martini-puskák, sőt gépfegyverek is és a néhány házba szorult katonák között gyilkos mészárlás kezdődött. A harcnak a magyar katonaorvos közvetítésével egyezség vetett véget, amely szerint a megfogyott csapat mindennek hátrahagyásával elvonulhatott. Az őrnagyparancsnokot azonban az albánok maguknak követelték. Az őrnagy tudta, hogy sorsa betelt és mire átment hozzájuk, egész sortűz jelezte, hogy a vérbosszúnak azonnal eleget is tettek. A magyar csendőrőrmester további sorsáról nem tudok. Az elvonuló csapatnak azonban csak további ismételt harcok és megtizedelés árán sikerült a montenegrói hegyeken át a cattarói öbölbe jutnia. A kutatás Albánia ezen részén pedig azóta mindenestre újból nehezebbé vált. A világháború után ez a kutatómunka magyar részről sajnálatosképpen nem folytatódott. Mivel a magyar balkánkutató hagyományok ezt a munkát egyenesen kötelességünkké teszik, a nemzet most várható felemelkedésével illetékes köraink és a magyar társadalom is meg fogják találni a módját, hogy a magyar Balkánkutatások terén újból mennél rendezesebb munka induljon.

Dr. Jávorka Sándor.

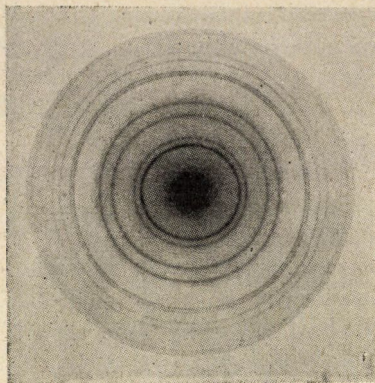
Az atomfizika alapállandói.¹

I. Bevezetés. A XIX. század egyik legnagyobb felfedezése az elektron. A gázok villamos vezetőképességének vizsgálata során kiderült, hogy nemcsak az anyag, hanem a villamosság is atomos szerkezetű. A villamosság nem súlytalan folyadék, mint sokáig hitték, hanem igen apró tömegrészecskék — korpuszculák — hordozzák. Minden ilyen részecskének egyforma tömege és villamos töltése van. A negatív elektromosságnak ezeket az atomjait nevezzük elektronoknak.

BOHR elmélete rendkívül vonzó képet ad az elektron életéről az atomban. Szerinte az atom egy naprendszer kicsinyített mása, tulajdonképeni tömegét a pozitív villamos töltésű mag hordozza, e körül az elektronok úgy keringenek, mint nap körül a bolygók. Minél nehezebb az atom, annál több elektron kering benne. A legnehezebb atom az uráné, ennek magja körül 92 elektron kering, viszont a hidrogénatomnak csak egy bolygó-elektronja van.

Századunk elején, amikor már nyilvánvalóvá lett az anyag és a villamosság atomos szerkezete, még mindig forradalom erejével hatott PLANCK kvantumelmélete. PLANCK a hőszugárzás kísérleti úton megállapított törvényeinek magyarázatára felvette, hogy az energia kisugárzása nem folytonosan megy végbe, hanem apró adagokban, kvantumokban. Egy ilyen energiakvantum nagyságát csak a sugárzás rezgésszáma szabja meg. A hullámszerűen tovaterjedő sugárzásokról tudjuk, hogy bennük villamos és mágneses erő hat rezgészerűen váltakozva. A másodpercenként végzett egyirányú rezgések (gondoljunk a húr rezgésére) száma

¹ Az 1940. évi Rauer-pályázaton dícséretben részesített pályamű.



1. ábra. Elektronok elhajlása ezüstlemezen. $V = 36$ kilovolt. A középső fekete folt a közvetlen sugárnyalábtól származik.

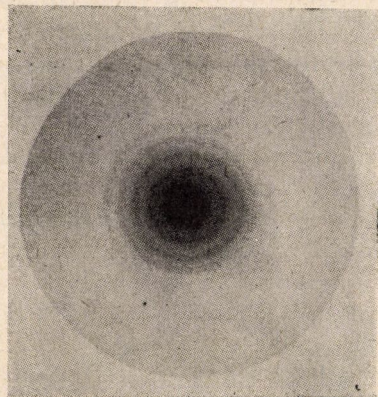
val: $\epsilon = h\nu$. A h tényező értéke ugyanaz, bármilyen rezgésszámú sugárzásról is van szó, pl. akár Röntgensugarak, akár a látható fény kvantuma iránt érdeklődünk. h neve Planck-féle állandó, vagy Planck-féle hatásmennyiség.

PLANCK kvantumelmélete eleinte tiszta spekulációnak tűnt fel, de a kísérleti tapasztalatok súlya alatt még messzebbmenő fogalmazást kellett megérnie. A fényelektromos jelenség (l. alább) és más tünemények elodázhatatlanná tették azt a feltevést, hogy nemcsak a fény kibocsátása, hanem elnyelése, sőt tova-terjedése is kvantumszerűen megy végbe. Mintha csak a fénysugárzó test $h\nu$ energiájú golyók (ú. n. fotonok) záporát lövellené ki magából. Ez a felfogás közeledést jelent NEWTON korpuszkuláris elméletéhez. Mai tapasztalataink alapján beismerjük, hogy a fény bizonyos esetekben úgy viselkedik, mintha korpuszkulárból állana, más esetekben pedig úgy, mint hogyha csakis hullámszerűen terjedne tova. A fény Janus-ábrázatának: a korpuszkuláris és a hullámszerű tulajdonságok megnyilvánulásának sajátos hasonmását látjuk a korpuszkuláris sugárzások, pl. a katódsugarak körében. A katódsugarak elektronjait hullámok kísérik. Valóban, ha katódsugárnyalábot ejtünk egy kristályra, az éppen úgy elhajlik a kristály szabályos távolságban lévő atomjain, mint ahogy a Röntgensugarak is elhajlanak¹ rajtuk hullámtermészetük miatt. Az 1. ábra mutatja a vékony ezüstlemezen áthaladó elektron-sugárnyaláb elhajlását. Az ezüst-

¹ Az atomok térrácsáról és a Röntgensugarak elhajlásáról Sztrókey Kálmán írt legutóbb a Term. Tud. Közlöny 1939. évi Pótf. 64. l.

a rezgésszám: ν . Minden egyes rezgés tartama alatt a sugárzás egy hullám hosszával (λ) terjed tova a térben. Egy másodperc alatt a sugárzás sebességének megfelelő c utat tesz meg, ugyanezen idő alatt a fényforrás kibocsát ν számú λ hosszúságú hullámot. Legnagyobb a hullámhossza a rádióhullámoknak. A látható fény hullámhossza a mm ezredrészével mérhető össze. A Röntgensugarak szintén hullámszerűek, de hullámhosszuk a látható fényénél mintegy 10.000-szer rövidebb. Mindezeket a hullámokat közös néven elektromágneses hullámoknak nevezzük. Közéjük tartoznak még a vörösninzeni és az ibolyántúli sugarak is.

Egy energiakvantum nagysága ϵ egyenlő a rezgésszám és egy állandó szám szorzatával:



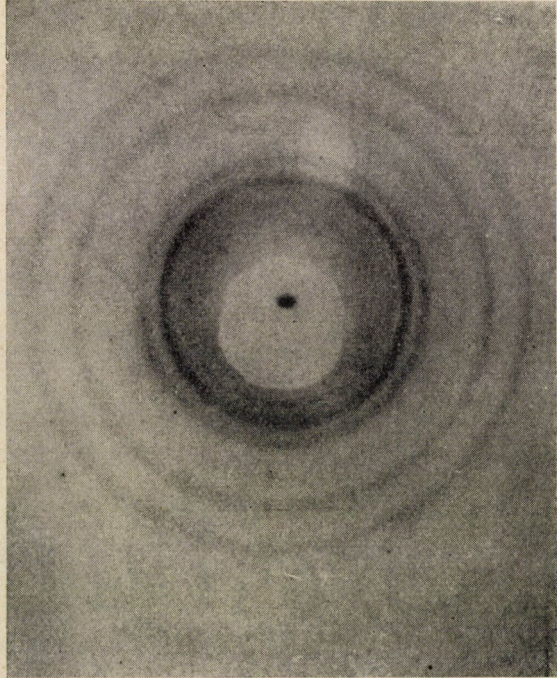
2. ábra. Elektronok elhajlása széntetraklorid gőzének molekuláin.

lemez apró kristályocskák halmazából áll és ezek rácsos elhelyezkedésük folytán kitérítik a reájuk eső rövid hullámokat. A felvétel fényképező lemezre készült, mert a katódsugarak csak úgy, mint a Röntgen-sugarak, megfeketítik a fényképezőlemezt. A 2. ábrán elektron-elhajlást látunk széntetral-klorid gőzén. A 3. ábra alumíniumporon keresztülhaladó Röntgen-sugárnyaláb elhajlását mutatja. Az alumínium is kristályos és pora elhajlásos gyűrűket hoz létre.

Az elektronok elhajlását a tömegük mozgását vezérlő ú. n. anyaghullámok okozzák. Nevezetes dolog, hogy az elektronhullámok hosszúságát ugyanaz a Planck-féle állandó szabja meg, amely a fénykvantumokban is szerepel. DE BROGLIE egyenlete szerint az elektronhullámok hosszát megkapjuk, ha a Planck-féle állandót elosztjuk az elektron m tömegének és v sebességének szorzatával: $\lambda = h/mv$.

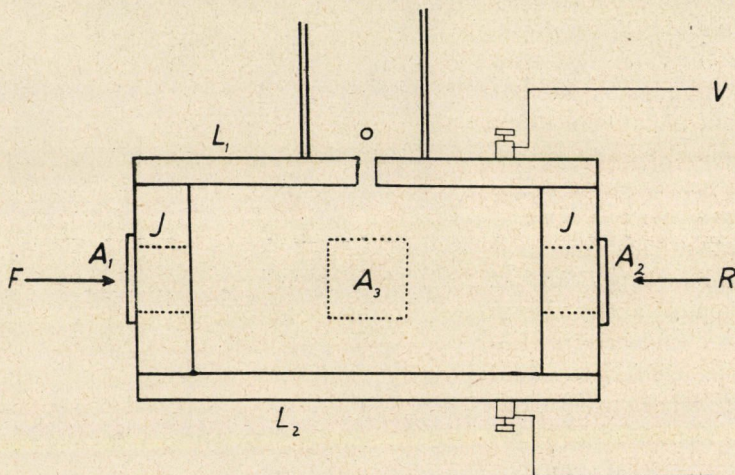
Az atomfizika ma már bonyolultabb képet ad az atomról, mint ahogy BOHR elképzelte. Mindenesetre elsősorban az elektronok által lép érintkezésbe az atom a külvilággal. Viselkedését a reáható befolyásokkal szemben az elektron villamos töltése és tömege szabja meg. És irányítja még az atom életét a Planck-féle állandó. Minél pontosabban ismerjük az elektron e töltését, m tömegét és a h Planck-féle állandót, annál mélyebb a tudásunk az atomról, annál biztosabb utakon haladunk új megismerések felé. Az első világháború óta mérőeszközaink és módszereink sokat fejlődtek. Egyre megbízhatóbb adatokat tudunk megadni e , m , h számára. m -t nem tudjuk közvetlenül megmérni, helyette az e/m hányadost határozzuk meg, ezt az elektron fajlagos töltésének nevezzük. A Planck-féle állandót is csak a másik két alapállandóval összekapcsolva tudjuk megmérni. Az alábbiakban vázolni kívánjuk azokat a rendkívül fáradságos mérőmódszereket, amelyek e , e/m és h meghatározására vezettek.

II. Az elektron töltése. I. Az olajcsepp módszer. Az elektron töltésének első pontosabb meghatározása MILLIKANNEK köszönhető. Évek során át nagy gonddal tökéletesítette híres olajcsepp-módszerét. Kísérleti berendezését vázlatosan a 4. ábra mutatja. L_1 és L_2 vízszintes helyzetű kondenzátor-lemezek



3. ábra. Alumíniumporon keresztülmenő Röntgen-sugárnyaláb elhajlása. A felvétel az ú. n. Debye-Scherrer-féle elhajlási gyűrűket ábrázolja.

egymással szigorúan párhuzamosak, I ebonitgyűrű szigeteli őket. Az o nyíláson keresztül levegőáram segítségével finoman porlasztott olajcseppcskéket fúvunk a kondenzátorlemezek közé. A cseppeket A_1 ablakon keresztül erős fényrel megvilágítjuk és A_3 ablakon át oldalról távcsővel észleljük. A cseppek mint fénylő csillagok látszanak a távcsőben. A nehézségi erő hatása alatt lassan süllyednek. A süllyedés sebességét lemérhetjük a távcső szemlencséje előtt levő három vízszintes fonál segítségével. A levegő surlódása miatt annál lassabban esik alá valamely csepp, minél kisebb a sugara. Ismert fajsúlyú csepp sugarát a levegő belső surlódási együtthatójának felhasználásával a süllyedés sebességéből kiszámíthatjuk. Ha a kondenzátorra V villamos feszültséget kapcsolunk és a cseppeket



4. ábra. MILLIKAN mérési berendezése az elektron töltésének meghatározására az olajcsepp-módszer segítségével.

villamos töltéssel látjuk el, sebessége megváltozik, mert most a nehézségi erőn kívül villamos mozgató erő is hat rá.

A cseppcskékkal töltést közölhetünk és meglévő töltésüket megváltoztathatjuk A_2 ablakon keresztül a kondenzátor lemezei közé bocsátott Röntgen-sugarak segítségével. A Röntgen-sugarak elektronokat szabadítanak ki a levegő atomjaiból; elektronjának elvesztése következtében a korábban semleges atom pozitív töltésűvé válik, viszont a leválasztott elektron egy semleges molekulára reátapadva, annak negatív töltést ad. A Röntgen-sugarak hatása alatt tehát $+$ és $-$ töltésű molekulák, ú. n. ionok keletkeznek a levegőben; ezáltal a levegő villamos vezetővé válik. Azt mondjuk a Röntgen-sugarak ionosítják a levegőt. Ha az ionok nekiütköznek egy olajcseppnek, töltést adhatnak neki, illetőleg meglévő töltését megváltoztatják. Ha L_1 és L_2 fel vannak töltve, valahányszor újabb iont fognak el a cseppek, sebességük hirtelen megváltozik.

MILLIKAN először azt figyelte meg, mekkora v_1 sebességgel süllyed alá a csepp a nehézségi erőterben, azután olyan töltést adott L_1 kondenzátorlemezeknek, hogy a csepp ismét felemelkedjék. Az emelkedés sebessége legyen v_2 . A süllyedés v_1 és az emelkedés v_2 sebességét ugyanazon a cseppen ismételt

megmérte. Órák hosszat figyelhette ugyanezt a cseppet, mert az olaj nagyon lassan párolog. Ismerve a villamos erőtér nagyságát a kondenzátorlemezek között, az észlelt sebességekből kiszámíthatjuk a csepp kezdeti töltését és esetleges töltésváltozását. A számításnál most is szerepel a csepp fajsúlya és sugara, továbbá a levegő belső surlódási együtthatója.

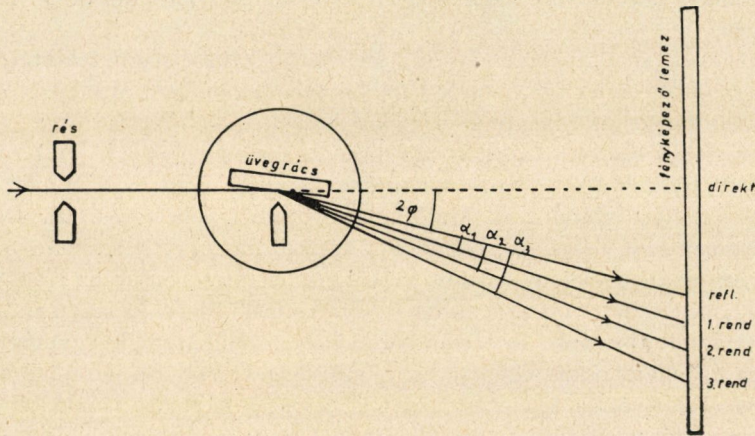
MILLIKAN kimutatta, hogy a töltés mindig ugyanazon elemi töltéssel, illetőleg ennek egészszámú többszörösével változik meg. A cseppek kezdeti töltése is egészszámú többszöröse az elemi töltésnek, vagy éppen egyenlő vele. A cseppeken észlelt töltések legnagyobb közös osztója a villamosság elemi mennyisége. MILLIKAN nagyszámú mérései alapján az elemi töltésnek a nagysága $e = 4,774 \cdot 10^{-10}$ elektrosztatikai egység. A töltés elektrosztatikai egysége az a töltés, amely hasonló nagyságú töltésre 1 cm távolságból 1 din (kb. 1 mg-súly) erővel hat.

A mérések rendkívül gondos kivitele és MILLIKAN nagy tekintélye díszhelyet biztosított ennek az adatnak a fizikai tankönyvekben. MILLIKAN a mérés legnagyobb lehetséges hibáját 1 ezrelékre becsülte.

2. *e* meghatározása a Röntgen-sugarak abszolút hullámhosszából. Kissé különösen hangzik, hogy hullámhosszából elektromos töltést számítsunk ki. Mindazonáltal ez lehetséges. Ha Röntgen-sugarak esnek egy kristályra, elhajlanak eredeti irányuktól, amint a 3. ábrán láttuk. Az elhajlás oka a kristály szabályos felépítésében rejlik: az atomok pontosan megszabott távolságokban helyezkednek el a kristályban, vagyis ú. n. térrácsot alkotnak. A térrácsban elhelyezkedő atomok egymástól való távolsága a hullámhosszal egyetemben pontosan megszabja a létrejövő elhajlási jelenséget. E helyett a kifejezés helyett: „atomok egymástól való távolsága“ ezután ezt a szót használjuk: „rácsállandó“. A rácsállandó tehát előírja mekkora legyen az elhajlás szöge. Ha kicsiny a rácsállandó, akkor nagyobb lesz az elhajlási szög. A hullámhosszúság szerepe fordított. A nagyobb hullámhosszak kisebb fokú elhajlást létesítenek, mint a rövidek. Ismerve a kísérletben használt Röntgen-sugárzás hullámhosszát, az elhajlás szögéből kiszámíthatjuk a rácsállandót. És fordítva: a rácsállandóból és az elhajlás szögéből meg tudjuk mondani, mekkora a beeső Röntgen-sugárzás ismeretlen hullámhossza. A baj nagyon sokáig az volt, hogy se a mérésekben használt kősó- és mészpátkristályok rácsállandója, sem pedig a Röntgen-sugarak tényleges hullámhosszúsága kellő pontossággal nem volt megadható. A valóságban ugyanis a kristályok rácsállandójára volt eléggé elfogadhatónak látszó adat, de a Röntgen-sugarak hullámhosszát csak ennek az elfogadott rácsállandónak a segítségével lehetett kiszámítani. Ez természetesen maga után vonta a Röntgen-hullámhosszak pontosságának teljes bizonytalanságát. A zavarok elkerülésére SIEGBAHN azt javasolta, hogy addig is, míg a rácsállandó kielégítő pontossággal ismeretes lesz, tegyenek önkényes megállapodást a rácsállandóra. Először a kősókristály, majd a többi spektroszkopiai célra felhasználható kristály rácsállandóját állapították meg így önkényesen. Legmegfelelőbb pontos mérésekre a mészpátkristály, ennek rácsállandója megegyezés szerint 18° C-on:

$$d = 3029,04 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

Ennek a konvencionális rácsállandónak a segítségével megállapított Röntgen-hullámhosszak természetesen szintén konvencionálisak lesznek. Mihelyt azonban út nyílik a Röntgen-sugarak abszolút (valóságos) hullámhosszának megállapítására, ki lehet számítani az igazi rácsállandót is. A valódi rácsállandó felhasználásával kiszámíthatjuk, mekkora térfogat jut egyetlen molekulára a kristályban. Ha pedig ismerjük egy molekula térfogatát, meg tudjuk mondani, hány molekula van egy köbcentiméterben, illetőleg egy grammolekulában. Grammolekulának nevezzük a test annyi gramm tömegét, amennyi a molekulasúlya. AVOGADRO tétele szerint minden grammolekulában egyenlő számú molekula van. Ezt a minden vegyületre és elemre közös számot Avogadro-féle számnak nevezzük és N -nel jelöljük.



5. ábra. Elhajlásos Röntgen-színképek felvétele az optikai rács segítségével érintőleges beejtéssel.

Tudjuk mármost, hogy villamos vegybontáskor az egyszeres töltést hordozó ionok (pl. ezüst- v. hidrogénion) egy grammolekulájának leválasztásához $2,8926 \cdot 10^{14}$ elektrosztatikai egység töltés szükséges. Ez a szám a Faraday-féle állandó, jele: F . A közölt adat nagyon pontos, a tizes hatvány előtt álló szám negyedik tizedese legfeljebb 3-mal hibás. Osztvá mármost a Faraday-féle állandót az Avogadro-féle számmal, megkapjuk egyetlen ion töltését, amely egyenlő az elektron töltésével: $e = F/N$. Ez tehát az út a Röntgen-sugarak abszolút hullámhosszától e -ig.

1925-ben COMPTON és DOAN kimutatták, hogy közönséges optikai rácsok is elhajlítják a Röntgen-sugarakat, ha a sugárnyaláb nagyon kis szög alatt ér a rács felületére. Optikai rácsot úgy készítünk, hogy üveg-, vagy fémlemez felszínére gyémántesúccsal több ezer szigorúan párhuzamos vonalat húzatunk, amelyek egymástól igen kicsiny, de teljesen állandó távolságra vannak. Ezt az állandó távolságot nevezzük az optikai rács rácsállandójának. Mikroszkóp alatt igen pontosan lemérhetjük.

1928-ban BÄCKLIN megmérte Uppsalában az abszolút hullámhosszat. Módszerét az 5. ábrán láthatjuk. Az üvegrácsról visszavert sugárnyaláb mellett

megjelennek a különböző rendekben elhajlított nyalábok is a sugarak útjába állított fényképező lemezen. A 6. ábrán látunk ilyen rácselhajlási felvételt. A különböző hullámhosszúságok szétválnak és ú. n. rácsszínképet adnak. A beérés η és az elhajlás α szögéből, továbbá a megmért rácshellandóból a Röntgensugarak abszolút hullámhosszát meghatározhatjuk és ebből a vázolt módon megkapjuk e -t. BÄCKLIN a Milikan-féle adatnál jóval nagyobb értéket kapott e -re: $4,793 \cdot 10^{-10}$ elektrosztatikai egységet. Később BEARDEN és mások ugyanezzel a módszerrel még nagyobb értékre jutottak.

Az általános vélemény sokáig az volt, hogy BÄCKLIN és társai nem mértek olyan gondosan, amiért kétségbe kellene vonni MILLIKAN adatának helyességét. Az a nézet is felmerült, hogy a természetben előforduló kristályok mozaikszerű felépítése miatt a Röntgen-hullámok elhajlását létrehozó mozaikok sűrűsége más, mint az egész kristályé és ez okozza a zavart. DU MOND és BOLLMANN azonban bebizonyították, hogy ilyen sűrűségkülönbségek nem léteznek.

Hét évig tartott, amíg világosság derült a kérdésre. MILLIKAN módszerében az olajcseppek surlódással mozognak a levegőben, ezért a számításba belép a levegő belső surlódási együtthatója is. Ha hibás η belső surlódási együtthatóval számítunk, hibás értéket kapunk e -re. MILLIKAN annak idején HARRINGTON adatát tartotta legpontosabbnak. HARRINGTON 1916-ban forgó hengerek csillapodásából $\eta = 1,8227 \cdot 10^{-4}$ adatot észlelt. KELLSTRÖM 1935-ben utánamért HARRINGTON η -jának és 7 ezrelékkal nagyobb számot kapott. BOND 1936-ban hajszálcsovön való átáramlás sebességéből határozta meg a levegő η -ját és megerősítette KELLSTRÖM észleletét. A legutóbbi évek méréseinek középértéke szerint

$$\eta = 1,832 \cdot 10^{-4}$$

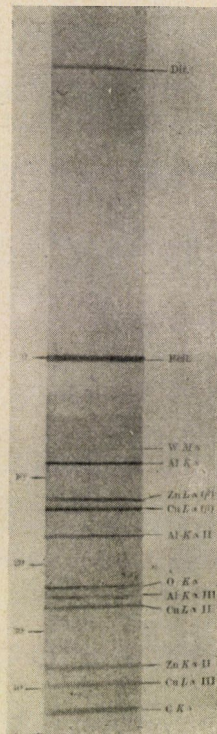
Mindezek az adatok 23° C hőmérsékleten érvényesek.

Ma már kétségtelen dolog és maga MILLIKAN is elismerte, hogy helytelen η értékkel számította e -t. Az új η birtokában 7,5 ezrelékkal nagyobb szám jön ki:

$$e = 4,805 \cdot 10^{-10} \text{ elektrosztatikai egység.}$$

Bearden igen pontos legújabb keletű η -meghatározása szerint Millikan olajcsepp-adataiból még ennél is nagyobb érték következik e -re.

A legpontosabb abszolút Röntgen-hullámhosszmérések szerint az abszolút Röntgen-hullámhosszak 0,203 százalékkal nagyobbak a konvencionális hullámhosszaknál. (BÄCKLIN, BEARDEN, SÖDERMANN, TYREN és mások mérései szerint.)



6. ábra. Optikai vonal-as rács segítségével készült Röntgenszínkép. A visszavert nyalábban túl az antikatódón lévő különböző elemek karakterisztikus színképvonalait látjuk. A baloldali skála a hullámhosszat méri Å ($= 10^8$ cm) egységben.

Ugyanebben az arányban nagyobbak a valóságos rácsállandók is. A mézspát-kristály abszolút rácsállandója 18°C -on :

$$d = 3,03560 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

Az ezzel számított Avogadro-féle szám

$$N = (6,022 \pm 0,005) \cdot 10^{23}$$

A zárójelban levő második szám az adat hibáját mondja meg, ezért van \pm előjele. A tényleges N 0,005-tel lehet 6,002-nél nagyobb, vagy kisebb.

F Faraday-féle állandót osztva N -nel megkapjuk az elektron töltését :

$$e = \frac{2,8926 \cdot 10^{14}}{6,022 \cdot 10^{23}} = (4,803 \pm 0,004) \cdot 10^{-10}$$

elektrosztatikai egység. A levegő belső surlódási együtthatójának új értékével átszámított adat pedig, mint láttuk

$$e = (4,805 \pm 0,011) \cdot 10^{-10} \text{ el. szt. egység.}$$

A kétféle eredetű e értéke alig 0,5 ezrelékkal tér el egymástól. A Röntgen-adat megbízhatósága azonban felülmúlja az olajcsepp módszerét.

BÄCKLIN és FLEMBERG egyébként 1936-ban újra megmérték e -t az olajcsepp-módszerrel. Igen csekély gőznyomású olajat használtak, aminőt ma a diffúziós szivattyúkban használnak. Ennek az az előnye, hogy a cseppecskék párolgásból eredő tömegváltozása elenyészően csekély, úgyhogy igen sok észlelést lehet végezni ugyanazon a cseppen. BÄCKLIN és FLEMBERG mérési eredménye KELLSTRÖM η -jával számítva : $e = 4,800 \cdot 10^{-10}$.

3. *e meghatározása az elektron hullámok hosszából.* STEN VON FRIESEN 1935-ben Uppsalában elektronhullámok hosszának precíziós méréséből határozta meg e -t 1 ezrelék pontossággal. Résen át keskeny katód-sugárnyalábot bocsátott egy galenitkristály felületére, az elektronok sebességét nagy gonddal állandósította. A kristály felületét előzőleg sósavval lemaratta, a lemarat felület térrácsán elhajlított elektronok éles színekvonalakat adtak a fényképező lemezen (7. ábra).

DE BROGLIE egyenletét a spektroszkópiából ismert Rydberg-állandóval összekapcsolva, kiszámíthatta e -t. Eredménye :

$$e = (4,796 \pm 0,005) \cdot 10^{-10} \text{ elektrosztatikai egység.}$$

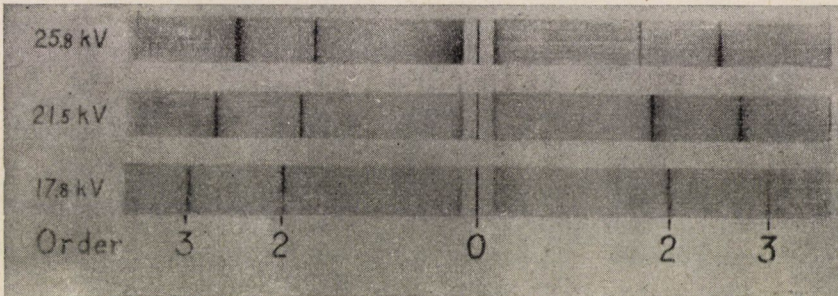
4. *Más módszerek.* Az elemi töltést még több másféle úton is meg lehet határozni. Ezek közül megemlíthetjük a Brown-féle mozgást, a diffúziót, az α -részecskék megszámlálását, stb. A velük elérhető pontosság azonban messze elmarad a közölt eljárásokétól.

5. *A legmegbízhatóbb adatot az összes módszerek közül a Röntgen-sugarak hullámhosszának abszolút méréséből kapjuk. A legjobb ezidőszerinti e -érték tehát :*

$$e = (4,803 \pm 0,004) \cdot 10^{-10} \text{ elektrosztatikai egység.}$$

III. Az elektron fajlagos töltése. Az elektron fajlagos töltésén töltésének a tömegéhez való viszonyát értjük : az e/m hányadost. Alig van fizikai probléma, amelyet olyan sokan és olyan kitartással vizsgáltak volna, mint ezt. Az első meghatározásokat SCHUSTER és THOMSON eszközölték : 10^7 elektromágneses egység/gramm körüli értéket találtak e/m számára. Ebben az adatban a villamos töltés elektromágneses egysége szerepel, ez $3 \cdot 10^{10}$ -szer nagyobb, mint az elektrosztatikai egység.

A pontosság THOMSON mérései óta egyre fokozódott, de igazi precíziós mérések csak a legutóbbi évtizedben történtek. A különféle mérőmódszereket két csoportba oszthatjuk : az egyik szabad, légritkított térben kilőtt golyó módjára haladó elektron magatartását vizsgálja villamos és mágneses térben, a másik az atomhéjhoz kötött elektron optikai (spektroszkópiái) viselkedéséből számítja e/m értékét. Csak néhány év óta tudjuk teljes bizonyossággal, hogy a két-



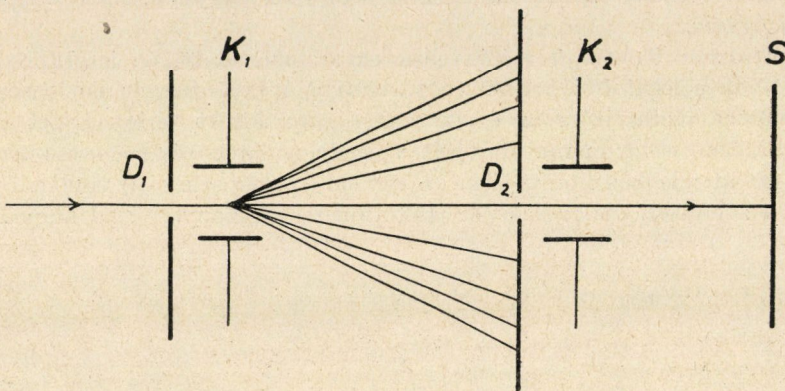
7. ábra. FRIESEN St. elektronhullám-spektrogramjai. A hullámhossz a feszültség növekedésével csökken.

féle eredetű e/m — a szabad elektronokra és a kötött elektronokra vonatkozó adat — egymással megegyezik.

A) Mérések szabad elektronokon.

1. Kirchner módszere. KIRCHNER tulajdonképen WIECHERT egy korábbi eljárását módosította. Az alapelv ugyanaz : azt az időt, mialatt a katódsugarak bizonyos úthosszat megtesznek, összehasonlítjuk rövid villamos hullámok rezgésidejével, ebből azután közvetlenül megkapjuk a sebességet (8. ábra). Ismert V villamos feszültséggel egységes sebességre gyorsított katódsugárnyaláb halad át a keskeny D_1 és D_2 diafragmán keresztül és az S fluoreszkáló ernyőn világító foltot ad. A diafragmák mögött K_1 és K_2 sűrítők (kondenzátorok) állanak, ezekre egyazon szapora váltakozású villamos feszültség van kapcsolva. A K_1 -re kapcsolt eltérítő feszültség széthúzza a nyalábot és csak azok a katódsugarak juthatnak át a D_2 diafragmán, amelyek akkor haladtak át a K_1 sűrítőn, amikor a feszültség ott zérus volt. A V gyorsító feszültség nagyságát mármost úgy változtatjuk, hogy a katódsugárnyaláb a K_2 sűrítőn irányváltoztatás nélkül haladjon át. Ezt a fluoreszkáló ernyő segítségével nagyon pontosan be lehet állítani. A katódsugárnyaláb akkor nem változtatja meg irányát, ha a K_2 -n való áthaladás közben a K_2 kondenzátoron is zérus az eltérítő feszültség, vagyis, ha az alatt az idő alatt, amíg az elektronok K_1 -től K_2 -ig jutottak, egész számú

félrezgések teltek el. Ismerve a váltakozó feszültség rezgésidőjét (periodusát) és a két sűrítő távolságát, a katódsugarak v sebességét megkapjuk, mint a befutott út és idő hányadosát. A katódsugár elektronjainak $\frac{1}{2}mv^2$ mozgási energiájuk van, ezt a V gyorsító feszültség által végzett eV villamos munka árán szerezték. $\frac{1}{2}mv^2 = eV$. Ebből az összefüggésből e/m kiszámítható: $e/m = v^2/2V$.



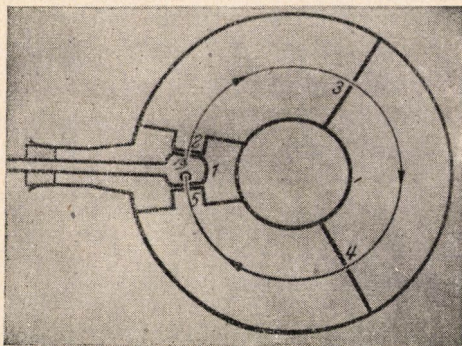
8. ábra. KIRCHNER módszere az elektron fajlagos töltésének meghatározására.

KIRCHNER 1931-ben a fajlagos töltés következő értékét kapta:

$$e/m = (1,7590 \pm 0,0015) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

PERRY és CHAFFEE ugyanezzel a módszerrel még KIRCHNER előtt $(1,761 \pm 0,001) \cdot 10^7$ adathoz jutottak.

2. DUNNINGTON e/m meghatározása. A módszer alap gondolata LAWRENCE-től származik. Az elv itt is az, hogy bizonyos út megtételéhez szükséges időt összehasonlítjuk egy nagyszaporaságú villamos rezgőkör rezgésidőjével. A különbség KIRCHNER eljárásához képest az, hogy az elektronok útja itt körpálya (9. ábra). Az 1 izzószálból kilépő elektronokat az 1 és 2 között bekapcsolt



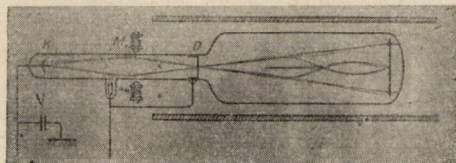
9. ábra. DUNNINGTON eljárása az elektron fajlagos töltésének mérésére.

váltakozó feszültség felgyorsítja, majd az ábra síkjára merőlegesen ható mágneses tér körpályára kényszeríti őket. A körpálya sugarát az ábrán látható rések helyzete pontosan meghatározza. A réseken átlépő elektronok körpályájuk befutása után 1 felfogó készülékbe jutnak, ez vezetőleg össze van kötve a katóddal. A felfogó készülék előtt, 5 és 1 között ugyanaz a feszültségkülönbség hat rájuk, mint amely 1 és 2 között felgyorsította őket. A feszültségkülönbség azonban most fékezőleg működik az elektronokra. Beállítjuk azt a mágneses térerősséget,

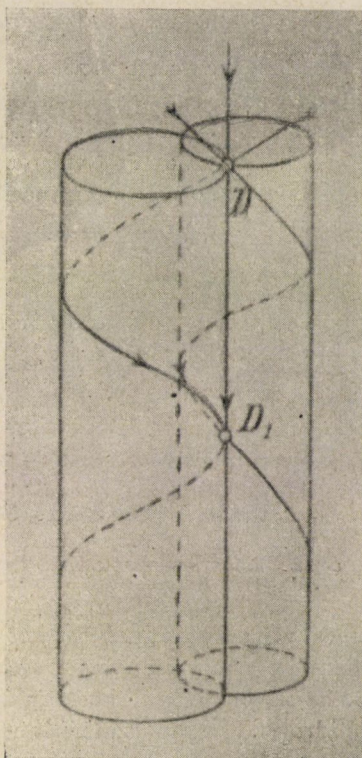
amelyen a felfogó készülék nem jelez áramot. Ebben az esetben az elektronok nem tudtak bejutni a felfogó készülékbe. Ez akkor következik be, ha a körpálya befutásához szükséges idő egyenlő a váltakozó feszültség egy teljes rezgésének idejével (periodusával). Ekkor a felfogó készülék elé érkező elektronok ugyanolyan erősségű, de ellenkező irányítású villamos térbe jutnak, mint amekkora az izzószálaknál felgyorsította őket. Sebességüket ennél fogva elvesztik és a felfogó készülékbe nem tudnak bejutni. Rögzített váltakozásszámú villamos váltakozó feszültség esetén ez csak egy bizonyos meghatározott mágneses térerősséggel lehetséges. Akár erősebb, akár gyöngébb a mágneses tér, az elektronok egy része bejut a felfogóba és áram van. A kritikus mágneses térerősség beállítása az áram jelentkezései között rendkívül pontosan végezhető. Ebből a H_0 mágneses térerősségből, a ν rezgésszámából és az elektronok által befutott körív (az ábrán is látható, hogy nem futhatnak be teljes kört!) θ szögéből e/m kiszámítható: $e/m = \theta_1 / H_0$. DUNNINGTON eredménye:

$$e/m = (1,7597 \pm 0,0004) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

3. A longitudinális mágneses tér módszere. A mágneses kitérést felhasználó módszerekben a mágneses térerősség merőleges szokott lenni az elektronok mozgásirányára. BUSCH longitudinális mágneses teret alkalmazott. Ez összetereelő hatást fejt ki a tér irányához képest kissé ferdén haladó elektronokra. A 10. ábrán látható vázlat szerint egy Braun-féle katódsugárcsövet kell tolnunk egy hosszú tekercs belsejébe. A K katódról kibocsátott elektronokat V feszültséggel felgyorsítjuk. A katódsugarak D anódon levő kicsiny kör alakú nyíláson át jutnak a Braun-cső fluoreszkáló ernyőjére és ott fényfoltot adnak. A katód és az anód között a sugárnyaláb irányára merőleges síkban hat kis elektromágnesből álló M mágneskoszorú van elhelyezve, ezeket háromfázisú árammal tápláljuk. Így forgó mágneses teret hozunk létre, amely a katódsugarat kissé kitéríti az irányából és forgásba hozza. A D diafragmán átlépő katód-



10. ábra. Busch módszere az elektron fajlagos töltésének mérésére.



11. ábra. Elektronok koncentrációja longitudinális mágneses tér segítségével.

sugárnyaláb ezért kúpfelületen mozog és a fluoreszkáló ernyőn kört ír le. Ha most áramot bocsátunk a nagy tekercsbe, a Braun-cső tengelyével párhuzamos mágneses tér keletkezik. Az elektronok ebben a térben csavarvonalon kényszerülnek mozogni, a csavarvonal tengelye megegyezik a mágneses tér irányával. A 11. ábra szerint a közös D pontból kiinduló azonos sebességű elektronok egy menet befutása után a tengely ugyanazon D_1 pontjában találkoznak. Ott a D diafragma képét állítják elő. A mérés abból áll, hogy megkeressük azt a mágneses térerősséget, amelyen ez a kép éppen a fluoreszkáló ernyőre esik. A tekercs gerjesztésekor a fluoreszkáló gyűrű egyre kisebb átmérőjűre zsugorodik, a kívánt térerősségen már csak kicsiny foltta lesz. A fluoreszkáló ernyőnek D -től való L távolságából, V feszültségből, a H mágneses térerősségből és a katódsugárkúp 2α nyílásszögéből az e/m viszonyt nagy pontossággal számíthatjuk ki:

$$\frac{e}{m} = \frac{8\pi^2 V \cos^2 \alpha}{l^2 H^2}$$

BUSCH módszerével WOLF és GOEDICKE végeztek precíziós méréseket. WOLF eredménye kissé magas, GOEDICKE szerint

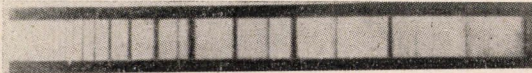
$$e/m = 1,7586 \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm}$$

1,3 ezrelék hibával.

4. A kereszttezett elektromos és mágneses mezők módszere. SHAW 1938-ban ezzel az eljárással mérte az elektron fajlagos töltését. A módszer abból áll, hogy a katódsugárnyalábot egy sűrítő lemezei között bocsátjuk át és a villamos erőter által létrehozott kitérést közömbösítjük a villamos erőre merőleges mágneses térrel. SHAW a sík sűrítő helyett hengersűrítőt vett. Vizsgálatainak eredménye:

$$e/m = (1,7581 \pm 0,0013) \cdot 10^7 \text{ elektromágnes egység/gramm.}$$

B) Spektroszkópiai módszerek az elektron fajlagos töltésének meghatározására. 1. e/m a Rydberg-szám alapján. Izzó gőzök és gázok fényét vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy nincs



12. ábra. Balmer-sorozat a Zeta Tauri színeképében.

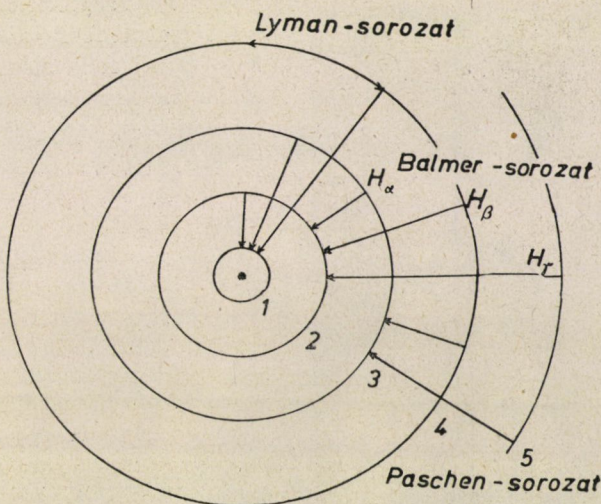
meg bennük minden szín. A spektroszkópban az izzólámpa a vöröstől az ibolyáig terjedő folytonos szalagot ad: minden színt ott látunk egymás mellett. De az izzó gőzök és gázok összefüggő szalag helyett egyes színes vonalakat adnak, ezeket színeképvonalaknak nevezzük. A színeképvonalak jellemzők arra az anyagra, amely kibocsátotta őket. Megfelelő körülmények között minden elem kibocsátja a reá jellegzetes színeképvonalakat. A 12. ábra a hidrogén látható színeképét mutatja. A Röntgen-sugárzás esetében is észlelünk a lámpa antikatódjára jellemző (karakterisztikus) Röntgen-spektrumvonalakat. A 6. kép alumíniumantikatód Röntgensugárzásának színeképét ábrázolja.

Az elemek színképvonalait bizonyos sorozatokba, szeriesekbe lehet csoportosítani. Nevezetes dolog, hogy a sorozatok vonalainak rezgésszámát egymásra következő egész számok sorával és egy híres állandó: a Rydberg-féle szám segítségével nagy pontossággal ki tudjuk fejezni. A Bohr-féle elmélet magyarázatát adja a sorozatok keletkezésének és lehetővé teszi a Rydberg-állandó kiszámítását az alapállandók segítségével. BOHR szerint az elektronok az atomban csak bizonyos meghatározott sugarú és energiájú pályákon keringenek. Minél nagyobb a pálya, annál nagyobb a rajta keringő elektron energiája. Megtörténhet, hogy az elektron valamely nagyobb sugarú pályáról átugrik egy bizonyos kisebb sugarú pályára. Ezen pályacsere folytán az atom energiája csökken, az energiakülönbséget az atom egy foton alakjában sugározza ki. Ha az energiakülönbség ϵ , a kibocsátott fotonnak pontosan meghatározott rezgésszáma $\nu = \epsilon/h$. Így keletkezik egy színképvonal. A különböző lehetséges pályacserekkor más és más az energiakülönbség. Így jönnek létre a színképsorozatok.

A 12. ábra a hidrogén Balmer-sorozatát mutatja. A 13. ábrán azt látjuk, miként képzelhetjük el a hidrogén különféle színképsorozatainak létrejöttét. A Balmer-sorozat vonalai akkor keletkeznek, amikor a második elektrongyűrűre ugrik egy magasabb gyűrűről az elektron. A spektroszkópban szemünkkel is látjuk a Balmer-sorozat négy vonalait, a többit fényképező lemezzel mutathatjuk ki.

A Bohr-Sommerfeld-elmélet szerint a pontosabb számításokhoz tekintetbe kell venni az atommag mozgását is. Ennek az a következménye, hogy a Rydberg-szám függ az elektron tömegének és az atommag tömegének viszonyától. Ezért a közönséges és nehéz hidrogén megfelelő spektrumvonalai egymáshoz képest kevésbé el vannak tolva. A 14. ábrán a hidrogén vörös vonalának megkettőződését figyelhetjük meg nehéz hidrogén jelenlétében. Éppen ezen az úton fedezte fel UREY a nehéz hidrogént (deutériumot). Az eltolódás elég nagy ahhoz, hogy e/m értékét pontosan megállapítsuk. SHANE és SPEDDING mérései szerint:

$$e/m = (1,7581 \pm 0,0004) \cdot 10^7 \text{ elektromágnes egység/gramm}$$



13. ábra. A hidrogén színképsorozatainak keletkezése BOHR elmélete szerint. A Lyman-sorozat az ultraibolyában, a Paschen-sorozat az infravörösben fekszik, csak a Balmer-sorozat feltüntetett vonalai láthatók a spektroszkópban.

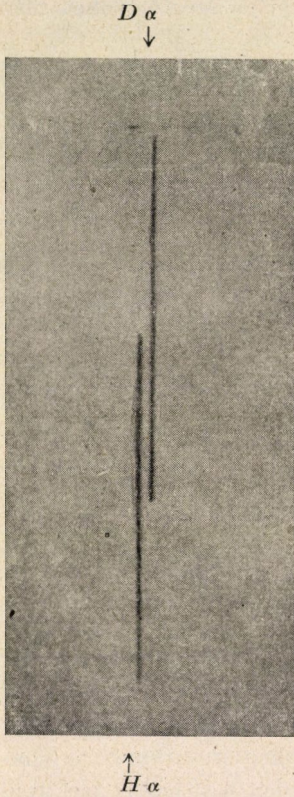


és ROBINSON újabbkeletű (1939) mérései szerint :

$$e/m = (1,7592 \pm 0,0005) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

Hasonló mérést lehet végezni az egyszerűen ionozott hélium és a hidrogén megfelelő vonalai között. HOUSTON intézetében végzett újabb (1939) mérések eredménye :

$$e/m = 1,7596 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$



14. ábra. A nehéz hidrogén vörös színkép vonalának eltolódása a közönséges (könnyű) hidrogénéhez képest. A vonal alsó, ill. felső harmada le van takarva.

mérni, mert csak kevésbé különbözik az egységtől. Mérhető törést csak akkor észlelünk, ha a beeső Röntgen-sugarak igen kicsiny szöveget zárnak be a törőközeg határfelületével. BEARDEN éveken át tökéletesítette ezt a módszert. E sorok írója is kidolgozott egy pontos eljárást. BEARDEN mérései szerint a gyémánt törésmutatója réz $K\alpha$ -sugárzásával szemben az egységtől

$$\delta = 9,2244 \cdot 10^{-9} \text{ értékkel különbözik.}$$

2. e/m a Zeemann-tűnény alapján. Ha fényforrást mágneses térbe helyezünk, a kibocsátott fény színe kissé megváltozik : a színkép vonalak felbomlanak. Az ú. n. normális Zeemann-jelenség esetén a mágneses erővonalak irányában nézve egy vonal helyett kettőt látunk a spektroszkópban; az erővonalak irányára merőlegesen egy helyett három spektrumvonal mutatkozik. A rezgésszám megváltozása igen kicsiny, csak erős mágneses térben mutatható ki érzékeny rács-spektroszkópokkal, vagy más hasonló eszközökkel. LORENTZ elmélete szerint az észlelt ν' rezgésszámváltozásból e/m kiszámítható :

$$e/m = 4 \pi c \nu' / H,$$

ahol $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec.

A legpontosabb méréseket KINSLER és HOUSTON végezték 1934-ben cink, kadmium, hélium és neon spektrumvonalain. Mérési eredményeik középértéke :

$$e/m = (1,7570 \pm 0,0007) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

3. e/m meghatározása a Röntgen-sugarak törésmutatójából. A Drude-féle fénytörési elmélet szerint összefüggés van a törésmutató és az elektron fajlagos töltése között. A kapcsolat aránylag egyszerű a réz $K\alpha$ karakterisztikus Röntgen-sugárzásának törésmutatója és e/m között gyémánt esetében. De a Röntgen-sugarak törésmutatóját nagyon nehéz pontosan meg-

A valószínű hiba itt 0,1 ezrelék. e/m hibája ennél nagyobb, mert a számításban a törésmutatón kívül még más adatokat is fel kell használni. Végeredményben

$$e/m = (1,7601 \pm 0,0003) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

4. e/m legmegbízhatóbb értéke. Összehasonlítva a különféle e/m meghatározásokat, megállapíthatjuk, hogy mind a szabad, mind a kötött elektronokra vonatkozó mérések körülbelül 1 ezrelékre tehető valószínűségi határon belül egymással szépen megegyeznek. A legpontosabb eddigi mérések középértéke :

$$e/m = (1,7590 \pm 0,0015) \cdot 10^7 \text{ elektromágneses egység/gramm.}$$

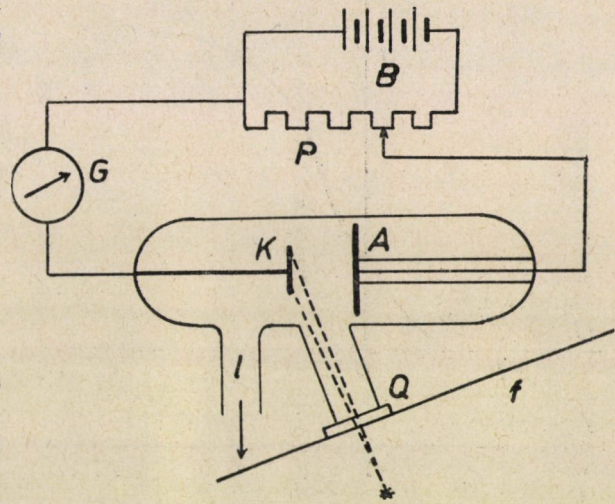
5. Az elektron tömege. Egybevetve az elektron fajlagos töltésére most legjobbnak tartott adatot az elektron töltésére legjobbnak elfogadott értékkel, az elektron tömegére kapjuk :

$$m = 9,108 \cdot 10^{-28} \text{ gramm.}$$

VI. A Planck-féle állandó meghatározása. A h Planck-féle állandót többféle úton lehet meghatározni. Mindazonáltal egyik módszer sem ad olyan pontos értéket h -ra, mint amilyent az eddigi alapállandókra, e -re és e/m -re nyertünk, mert a mérhető mennyiség tulajdonképpen

sohasem maga h , hanem ennek valamilyen összekapcsolása a többi alapállandóval. Leginkább a h/e mennyiség szerepel. e -nek a hibája természetesen hozzájárul a mérés egyéb hibáihoz és h értékét bizonytalanabbá teszi.

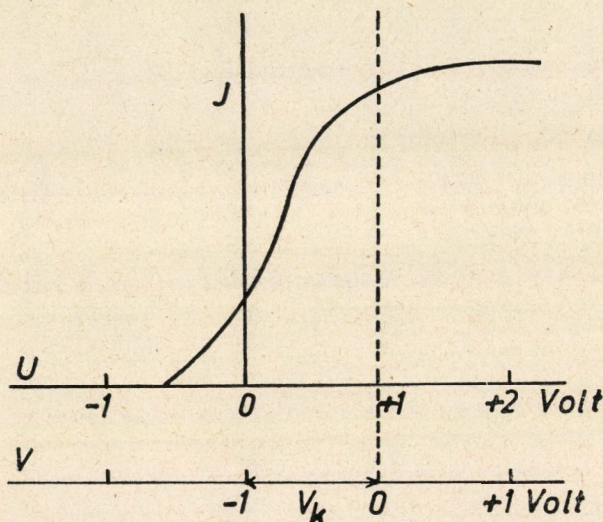
1. A fényelektromos módszer. Negatív villamossággal feltöltött fém, pl. cinklemez elveszti töltését, ha ibolyántúli fényvel világítjuk meg. Pontosabban csak nagyfokú vákuumban tanulmányozhatjuk a jelenséget. A 15. ábrán B telep negatív sarka K fémllemezrel, pozitív sarka A anóddal van összekötve ; kvarcablakon át fényt bocsáthatunk a K fémllemezre, a kvarclemez átengedi az ibolyántúli sugarakat is. Amíg nem esik fény K lemezre, addig G galvanométer nem jelez áramot, amint azonban megvilágítjuk K -t, megindul az áram. Elsősorban az ibolyántúli sugarak hatásosak, de vannak fémek (kálium, nátrium, rubidium), amelyek már a látható fényre is reagálnak. A tüneményt fényelektromos jelenségnek nevezzük és azzal magyarázzuk, hogy a megvilágítás



15. ábra. Kísérleti berendezés a fényelektromos jelenség tanulmányozására. A csövet l nyíláson át evakuálhatjuk. K -lemezt Q -kvarcablakon át világítjuk meg, f fal védi a készüléket.

hatása alatt negatív elektromos töltésű részecskék szabadulnak ki K felületéről ; ezeket az anód magához vonzza és így jön létre az áram.

LÉNÁRD kimutatta, hogy az áramközvetítést elektronok végzik, amelyek a fény hatására a K felületén lévő fématomokból kiszabadultak. LÉNÁRD még azt a rendkívüli jelentőségű tényt is kiderítette, hogy a fény által kiszabadított ú. n. fotoelektronok sebessége független a beeső fény erősségétől és csak a megvilágító fény rezgésszámától függ. Ezt a következőképpen mutathatjuk meg : Ha A lemez feszültségét P potenciométer segítségével fokozatosan csökkentjük, egyre gyengül a fotoelektromos áram erőssége. A 16. ábrán a vízszintes tengely az anód és a katód közötti feszültségkülönbséget méri. Ha azután A -nak negatív feszültségeket



16. ábra. A fényelektromos áram erősségének (I) változása a feszültséggel. U a K és A között mért feszültségkülönbséget jelenti, V pedig a V_k érintkezési feszültséggel javított valódi feszültséget.

gási energiája akkora, amekkorát az elektron V feszültségkülönbség befutása alkalmával szerezhet, akkor az A -ra kapcsolt $-V$ feszültség a legsebesebbet is visszataszítja és ilyenkor nincs áram.

EINSTEIN a Lénárd-féle tapasztalatoknak következő magyarázatát adta. A ν rezgésszámú beeső fény nem folytonos hullámokban, hanem $\epsilon = h\nu$ energiájú fotonokban jut a K lemezre. Ha a fémlemez elnyeli a fotont, energiája átalakul egyrészt az elektronnak a fémből való kiszabadítása fejében végzendő munkává, másrészt az elektron mozgási energiájává. Az elektron mozgási energiája eV , a kiszabadítás munkája legyen P , akkor $h\nu = eV + P$. P munka nagyságát megállapíthatjuk, ha különböző ismert rezgésszámú fénysugarak esetén mérjük a megállító V feszültséget. Ezen adatok ismeretében h/e kiszámítható.

MILLIKAN volt az első, aki a fényelektromos módszert precíziós mérések végzésére alkalmassá tette. A pontosságot nagyon csökkenti a K és A lemezek

adunk, egy bizonyos V negatív feszültségen megszűnik a fényelektromos áram, bárhogy növeljük is a beeső fény erősségét. A lemez negatív töltése ugyanis taszítja az elektronokat, minél közelebb jutnak hozzá, annál kisebb lesz a sebességük. Ha elég nagyválasztjuk a negatív feszültséget, az elektronok teljesen lefékeződnek, mielőtt elérhetnék volna az anódot. Ilyenkor visszaesnek a katódra, mint ahogy a felhajított kő visszaesik a földre.

A fotoelektronok sebessége még egyszínű fény alkalmával is különféle, de ha a legsebesebbet moz-

között levő, szabálytalanul ingadozó érintkezési (Volta-féle) feszültség. Mindazonáltal sikerült MILLIKANNEK 1916-ban nátriummal és lítiummal végezett kényes kísérleteiben jó értékekhez jutni. Méréseinek középértéke:

$$h/e = (1,3777 \pm 0,006) \cdot 10^{-17}$$

OLPIN újabb adata 1930-ból:

$$h/e = (1,3748 \pm 0,006) \cdot 10^{-17}$$

2. h/e meghatározása ionizációs és rezonanciás feszültségekből. Ha kicsiny sebességű elektron mozog ritkított gázban, komoly akadályt jelentenek számára az útjában talált gázmolekulák. A találkozás következtében vagy hozzátapad az elektron egy molekulához, vagy rugalmasan visszapattan róla. Az egyatomos gázokban, fémgőzökben több ezer ütközést szenvedhet a lassú elektron anélkül, hogy energiája lényegesen csökkenne. Amint azonban éppen akkora lesz az elektron energiája, amennyi szükséges, hogy az atom egy bolygóelektronja alappályájáról egy közvetlenül magasabb pályára emelkedhessen, az ütközés alkalmával az elektron teljesen elveszti sebességét és egy elektron felugrik alappályájáról a szomszédos gyűrűre. Ezáltal az atom gerjesztett állapotba kerül, ami annyit tesz, hogy ha az elektron visszaugrik a helyére, kisugározhat egy kvantumot. A visszaugrás igen rövid idő alatt bekövetkezik és az atom kibocsátja az $u. n.$ rezonancia-vonalát. Ez alkálifémekre a fősorozat első vonala, pl. nátriumnál az 5896 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$) hullámhossz, az $u. n. D_1$ vonal. A megfelelő ν értéke $5,085 \cdot 10^{14}$. Azt a feszültséget, amelyet be kell futnia az elektronnak, hogy az atomnak az ütközés alkalmával a rezonancia-vonal kibocsátására szükséges energiát átadja, rezonanciás feszültségnek nevezzük. FRANCK és HERTZ eléggé megbízható eljárást dolgoztak ki a rezonancia-feszültség mérésére. Nátrium esetében a mért rezonanciafeszültség $2,12$ volt. A h/e viszonyt a $h\nu = eV$ összefüggésből ki lehet számítani.

Pontosabb adatot kapunk, ha az ionizációs feszültséget határozzuk meg. Ionizációs feszültségen azt a feszültséget értjük, amelynek befutása után az elektron éppen elég energiára tesz szert ahhoz, hogy egy bolygó-elektront az atom kötelékéből teljesen kiszabadítson. Ha azután a megürült helyre az atom „befog” egy elektront, energiacsökkenése folytán kisugározza a kérdéses elektronpályához tartozó színképsorozat legrövidebb hullámhosszúságú vonalát, a sorozat határvonalát. A nátrium ionizációs feszültsége $5,12 \text{ V}$, a megfelelő sorozathatárvonal 2412 \AA ($\nu = 12,43 \cdot 10^{14}$). A két adatból ugyancsak a $h\nu = eV$ összefüggés segítségével h/e kiszámítható. A legpontosabbnak tekinthető méréseket F. O. LAWRENCE végezte (1926). Szerinte

$$h/e = (1,3753 \pm 0,004) \cdot 10^{17}$$

3. h/e meghatározása a fekete test sugárzására vonatkozó mérésekből. A Planck-féle állandó a fekete test sugárzásának tanulmányozásából született. A sugárzási törvények a rengeteg észlelési adat ellenére sem adnak h -ra túlságosan megbízható értéket. A Wien-féle törvényből meríthető adat:

$$h/e = (1,3769 \pm 0,005) \cdot 10^{-17}$$

ellenben a Stefan—Boltzmann-törvény alapján

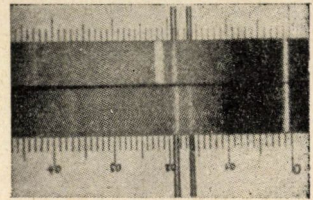
$$h/e = (1,3775 \pm 0,004) \cdot 10^{-17}$$

4. Az elektronhullámok módszere. STEN VON FRIESEN elektronhullámok hosszúságára vonatkozó méréseit fel lehet használni h meghatározásra is (l. az elektron töltésének mérésére vonatkozó módszerek között). A számítás alapja itt is a De Broglie-egyenlet és a Rydberg-állandó Bohr-féle kifejezése, a különbség az e -meghatározáshoz képest az, hogy most h helyett e -t kell kiküszöbölni. Az eredmény :

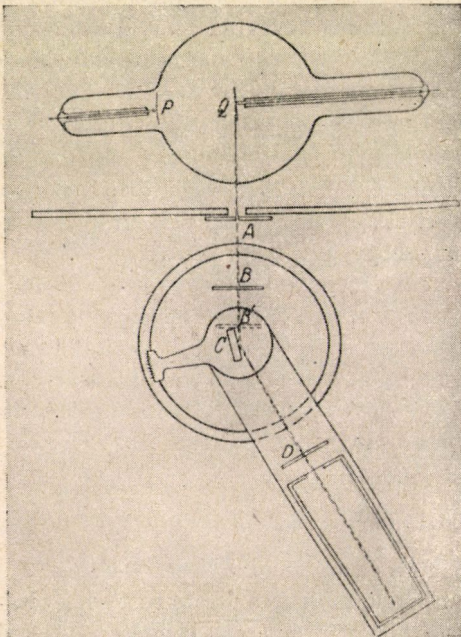
$$h = (6,612 \pm 0,012) \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

$$h/e = (1,3782 \pm 0,004) \cdot 10^{-17}$$

5. h/e a folytonos Röntgen-sugárzás felső rezgésszámhatárából. A folytonos Röntgen-színkép az izzó szilárd testek fehér fényének analogonja: minden rezgésszám fellép benne egymás melletti folytonosságban, nemcsak bizonyos meghatározott rezgésszámok, mint a karakterisztikus sugárzásban. Megfelelő eszközzel előállítva a Röntgen-lámpa sugárzásának színképét, folytonos szalag jelzi a fényképező lemezen az egymás mellé sorakozó hullámhosszakat (l. a 17. ábrát). A kiemelkedő vonalak a karakterisztikus Röntgen-sugárzástól származnak.



17. ábra. A folytonos Röntgen-színkép spektrumja. A jobb oldali csík a közvetlen nyalábtól származik. Ettől balra, a folytonos szalag jobb oldali szélé adja meg a felső rezgésszámhatárt.



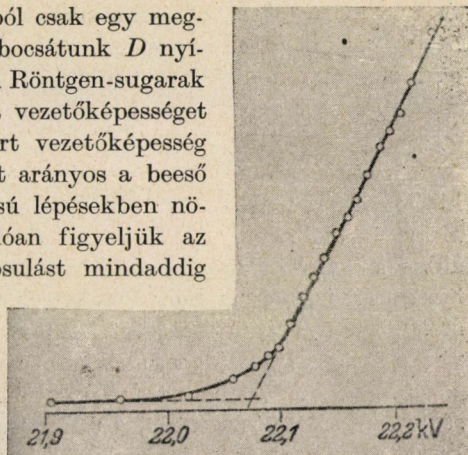
18. ábra. Ionizációs spektrométer az izochromata-módszerhez.

A folytonos Röntgen-sugárzás a katódsugarak fékeződése alkalmával keletkezik, midőn a katódsugarak valamely szilárd testbe (antikatód) ütköznek és abban sebességüket már rövid út befutása után elvesztik. Ha a Röntgen-lámpára V feszültséget kapcsolunk, a katódsugarak maximális energiája $e \cdot V$ lesz. A $h\nu = eV$ összefüggés szerint a legmagasabb rezgésszám, ami egyáltalán felléphet, az eV energiájú katódsugár lefékeződése alkal-

mával $\nu = \frac{eV}{h}$. Ezen határrezgésszám

mérésére a legpontosabbnak az izochromaták módszere bizonyult. Az eljárás WAGNERTŐL származik. A Röntgen-lámpa Q antikatódjának sugárzását (lásd 18. ábra) C kőso-, vagy mészpátkristály segítségével színképre

bontjuk és az így felbontott sugárzásból csak egy meghatározott ν_0 rezgésszámú összetevőt bocsátunk D nyíláson keresztül egy ionosítókamrába. A Röntgen-sugarak vezetővé teszik a kamra levegőjét, a vezetőképességet elektrométerrel megmérhetjük. A mért vezetőképesség egyébként azonos körülmények között arányos a beeső Röntgen-sugárzás erősségével. Ha lassú lépésekben növekvő V feszültségek mellett állandóan figyeljük az elektrométert, sugárzástól eredő ionosulást mindaddig nem tapasztalunk, míg a feszültség elérte a $V_0 = h\nu_0/e$ értéket. Innen kezdve az ionosulás rohamosan nő. A 19. ábra ilyen izochromatát mutat KIRCKPATRICK és ROSS nyomán. Ezek a bűvőrok kettős kristályspektrométert használtak; $0,558 \text{ \AA}$ hullámhosszúságon vették fel a görbét. A vízszintes tengely a V feszültséget méri, az észlelési adatokat ábrázoló köröknek ettől a vízszintestől mért távolsága a Röntgen-sugárzás erősségét jelenti. Látható, hogy a görbe nem jelöl ki zérus erősségnek megfelelő feszültséget, mint elméletileg várhatnók. A V_0 határfeszültséget úgy állapítjuk meg, hogy az ábrán látható módon érintőt fektetünk a görbe egyenes szakaszán és megnézzük, hol metszi ez az érintő a vízszintes tengelyt. A metszéspont adja meg V_0 -t.



19. ábra. Izochromata KIRCKPATRICK és ROSS mérései szerint. $Ag K \alpha$ hullámhosszát használták fel.

Miután ma nagyon pontosan meg tudjuk már mondani a Röntgen-sugárzás abszolút hullámhosszát, a $h/e = V_0/\nu_0 = V_0\lambda_0/c$ összefüggésből h -t kiszámíthatjuk. KIRCKPATRICK és ROSS adata 1934-ből

$$h/e = 1,3756 \cdot 10^{-17}$$

Hasonló eredményhez jutottak FEDER és SCHAIBERGER. Különösen gondos méréseket végeztek 1937-ben az amerikai NORMANN—BRIDGE laboratóriumban DU MOND és BOLLMANN. Kettős kristály-spektrométerüket messzemenően tökéletesítve, a hibaforrások szigorú ellenőrzésével az eddig elért $1 \text{ e g m e g b í z h a t ó b b a d a t o t}$ állapították meg h/e -re:

$$h/e = (1,3762 \pm 0,0003) \cdot 10^{-17}$$

Az eddig felsorolt módszerekre támaszkodó h/e értékek a mérési hibák határain belül megegyeznek a Du Mond—Bollmann-féle adattal. Ha e -re a $4,803 \cdot 10^{-10}$ értéket fogadjuk el, akkor a Planck-féle állandó

$$h = (6,610 \pm 0,008) \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

Nevezetes dolog, hogy h -t a Rydberg-állandó Bohr-féle egyenletéből is kiszámíthatjuk. Igen nehéz atomokra BOHR elmélete szerint a Rydberg-szám

$$R = \frac{2\pi^2e^5}{h^3c^2e/m}$$

A spektroszkópiai mérések szerint $R = 109737$, a helyesnek elfogadott $e = 4,803 \cdot 10^{-10}$ elektrosztatikai egység és $e/m = 1,759 \cdot 10^7$ elektromágneses egység/gramm adatokat a képletbe helyettesítve

$$h = 6,626 \cdot 10^{-27} \text{ erg. sec.}$$

Az eltérés a legpontosabb kísérleti értékhez képest 2,5 ezrelék, ami a kísérleti hibák határát meghaladja. Kielégítő magyarázatot még nem sikerült erre adni. Ha $e = 4,796 \cdot 10^{-10}$ elektrosztatikai egységet fogadunk el az elektron töltésére, akkor a Bohr-féle egyenlet szintén $6,610 \cdot 10^{-27}$ adatot szolgáltat h -ra. De szó lehet arról is, hogy a Bohr-féle képlet nem fejezi ki egészen szigorúan az alapállandók közötti összefüggést. A mérések pontosságának további fokozása világosságot fog majd deríteni erre a ma még homályos kérdésre.

6. A hidrogénatomok tömege. ASTON mérései szerint a közönséges hidrogén atomsúlya 1,00813. Ugyanennyi gramm tömegű hidrogénben levő atomok számát az Avogadro-féle szám adja meg: $N = 6,022 \cdot 10^{23}$. Ennél fogva a hidrogénatom tömege

$$m_H = (1,673 \pm 0,003) \cdot 10^{-24} \text{ gramm.}$$

Összefoglalás. Az előadottak alapján a következő adatokat tekinthetjük ezidőszert a legjobbaknak:

Az elektron töltése	$e = (4,803 \pm 0,004) \cdot 10^{-10}$ elst. egység
Az elektron fajlagos töltése	$e/m = (1,7590 \pm 0,0015) \cdot 10^7$ el. m. egység.
Az elektron tömege	$m = 9,108 \cdot 10^{-28}$ g
Avogadro-féle szám	$N = (6,022 \pm 0,005) \cdot 10^{23}$
A hidrogénatom tömege	$m_H = (1,673 \pm 0,003) \cdot 10^{-24}$ g
Planck-féle állandó	$h = (6,610 \pm 0,008) \cdot 10^{-27}$ erg. sec.

Dr. Orbán György.

Száz éve jelent meg az utolsó magyar orvosbotanika.

Száz esztendővel ezelőtt 1841-ben jelent meg homoródalmási BARRA ISTVÁN pestmegyei főorvos „Növénytan“ című műve. Ez a 426 oldalas munka az utolsó orvosbotanika irodalmunkban. A mű legfőbb tudományos értéke, hogy ez a természetes rendszer első magyarnyelvű megszólaltatója.

BARRA ISTVÁNT műve megírásában két szempont vezette: az egyik, hogy egy modern, — amint írja — „a mostani felfedezések szerint elkészített“ fűvészkönyvet adjon ki, a másik, hogy a magyar közönség körében a növénytant, mint tudományt megismertesse, megkedveltesse.

Előbbi célját úgy igyekezett elérni, hogy korának egyik legújabb (s hazánkban is jól ismert) természetes rendszerét, DE CANDOLLE-ét dolgozta át magyar nyelvre. Hogy éppen ezt a rendszert követte, annak oka alkalmasint az, hogy HABERLE, majd egy ideig SADLER is e szerint tartották egyetemi előadásukat¹ BARRA nagy gondnal fordította le a francia szerző diagnózisait, sőt több helyen, ahol szükségesnek vélte, saját megjegyzéseit és magyarázatait és közbeszólte; de sajnos, már sem a géneuszok, sem a fajok jellem-

¹ GOMBOCZ E., A magyar botanika tört.

zését nem tartotta szükségesnek közölni; a fajokat csak névleg sorolja fel, illetőleg az általános részben gyakorlati jelentőségüket ismerteti. Így BARRA Növénytana nem használható határozásra, mint DIÓSZEGIÉK Fűvész-könyve: műve a már névről ismert növényfajok gyakorlati hasznát ismerteti, amit kiegészít az egyes rendek (voltaképp családok) földrajzi elterjedésével és az odatartozó növények kémiai sajátosságainak és alkotórészeinek felsorolásával. A De Candolle-féle rendszer rendjei és tribusai (nála „ivadékok“) BARRA praktikus célú munkájának tulajdonképpen csak vázát, keretét alkotják, mégis a munka legfőbb tudományos értékét a természetes rendszer megismertetésében kell látnunk. Igaz, hogy az alól a szinte nyomasztó hatás alól, melyet LINNÉ mesterséges rendszerre gyakorolt a magyar botanikusokra, így DIÓSZEGIÉKRE, sőt még KITAIBELRE is, már mások is függetlenítették magukat. Hiszen mint említettük HABELRE és SADLER már a természetes rendszert tanították az egyetemen, ENDLICHER is a természetes rendszer szerint ismerteti a pozsonyi flórát. HABERLE és SADLER előadásai azonban nem jelentek meg nyomtatásban könyvalakban, ENDLICHER *Flora Posoniensis* e pedig latin nyelven látott napvilágot és így mégis BARRA ISTVÁN Növénytana az első magyarnyelvű, természetesnek mondható rendszertan irodalmunkban.

BARRA ISTVÁN legfőbb célja a botanikai tudománynak a magyar közönség körében való közkinccsé tétele. A Székelyföldről PETŐFI szülővárosába szakadt lelkes főorvos fájdalommal látta, hogy hazánkban „az egész természettan, kivált ennek egy leghaszondúsabb ága a növénytan szinte egészen irtatlan parlagon teng“ — ugyanabban a korban, amikor például a szépirodalom olyan sokat fejlődött, hogy egy sor klasszikus író és költőt tudott felmutatni.

A bajon úgy akart segíteni, hogy egy teljesen magyar terminológiával megírt „Magyarországi és Erdélyi el-

méleti és gyakorlati Növénytan“-t¹ szerkesztett, melyben felhasználta a tudomány legújabb felfedezéseit és eredményeit is. A magyar terminológiára különösen nagy súlyt fektetett. Maga is lelkes és merész nyelvújító volt, aki több új magyar műkifejezést szándékozott bevezetni az irodalomba. Műve azt a látszatot kelti, hogy a nemzeti tudomány művelését és egyúttal a magyar botanikai tudomány fejlődését elsősorban a magyar műnyelv fejlesztésében látta. Növénytana előszavában külön kiemeli, hogy habár könyve még „nagyobbára közbeszéd szerint van írva, de azonban a remekszavak is sűrűn előjönnek azon kinézetből, hogy a gyermek néptömég a dolgot is értse és egyúttal lassanként a finomabb irodalmat is (melly szerint a 2-ik rész lesz írva) izlelje meg.“ Művét épp ezért — amint írja — „tan-út (methodológia)“-nak szánta.

De nemcsak a magyar tudományos nyelvvel, az akkor egyik legmodernebb rendszerrel és a növényekkel kapcsolatos kémiai felfedezések eredményeivel akarta BARRA Növénytana megismertetni a magyar közönséget, hanem elsősorban a leggyakoribb hazai növényfajok gyakorlati (orvosi, gazdasági stb.) hasznával is. Szomorúan látta a magyar ember természettudományos műveltségének hiányát, s egy helyen (274—5. old.) — talán egy kissé túlzottan — ki is fakad: „... fájlalni lehet, hogy a füveket az eredeti ösztönnél fogva a barom jobban esmeri, mint az okos lélekkel felruházottnak nevezett gazda, ki az állatnak hasznát venni szereti, de azon tudományt, melytől ötet barmaitól megkülönböztetné, nem tanulja, nem becsüli, s így azon állatoktól, melyeknek magát urának nevezi, csak testi alakra nézve különbözik...“ stb. BARRA ISTVÁN álma az volt, hogy a magyar nép a növények hasznát, jelentőségét jól ismerje s azt a maga és hazája érdekében gyümölcsöztesse. Ezért írt nemcsak „elméleti“, de egyúttal és főleg „gyakorlati Növénytan“-t. Hiszen míg a fajokat csak névleg sorolja fel, azok hasznát bőven ismerteti. Ezek a ré-

¹ A mű fedőborítékán olvasható cím.

szek BARRA munkájában a legegységesebbek. Felsorolja a gyakoribb hazai fajok gyógyító erejét, orvosi hasznát, a hozzájuk fűződő magyar és külföldi népies felfogásokat, de mindig az orvos és természettudós kritikájával kísérve. Több helyen ismerteti a növények történetét is. A Magyarországon is termesztető fajoknál sohasem mulasztja el, hogy felhívja a magyar nép figyelmét azok hasznosítására. Ebben a gyakorlati részben felhasználja, idézi olvasmányait, tanulmányainak eredményeit s orvosi gyakorlatának megfigyeléseit.

Munkája, mely csak „a magyarországi és erdélyi leghaszonvehetőbb és legesmeretesebb fajok megnevezését” és gyakorlati jelentőségét ismerteti, nem akart magyar flóramű lenni. S valójában az általa említett mintegy 1800 kétszikű és nyitvatermő faj¹ jóval kevesebb azoknak a fajoknak a számánál, amelyeket már DIÓSZEGI és FAZEKAS ismertetett. KITAIBELnek, BAUMGARTENnek néhány újonnan felfedezett fajtát felveszi ugyan művébe, de következetlenül, s mint GOMBOCZ is rámutat, minden kritika nélkül. Termőhelyi adatot csak igen ritkán, főleg olyan fajoknál közöl, melyek gyakorlati felhasználását a nép körében terjeszteni akarja. Általában a praktikus szempontok vezették. Fontosabbnak tartotta, hogy pl. a dohányról, szőlőről, burgonyáról oldalakat írjon, vagy hogy a keresztcs tárnicsal kapcsolatosan 17 oldalon át magyar, német és tót nyelven ismertesse „LÁLICH JÓZSEF horváthonbeli iskola-mester ebdüh ellenes gyógmódját”, minthogy inkább az egyes fajok magyarországi elterjedését és formakörét igyekezett volna tisztázni.

Ezek a gyakorlati célzatú fejezetek mutatják leginkább, hogy BARRA a növénytanban még elsősorban praktikus tudományt látott, a növényben elsősorban annak haszna vagy kára

¹ A többi fajt egy tervezett második kötet tartalmazta volna, de ez a rész már nem látott napvilágot.

érdekelte s így valóban ő az utolsó orvos-botanikus tudományunk történetében és az idén százéves Növénytan utolsó orvosbotanikánk. Hasonló tartalmú és célzatú munka ugyanis több már nem jelent meg irodalmunkban.

BARRA műve elsősorban praktikus könyv melynek a De Candolle-rendszer magyarnyelvű megszólaltatásán és a magyar botanikai terminológia fejlesztésén kívül tudományos értéke alig van.

BARRA ISTVÁN érdeme és Növénytanának jelentősége nem is ebben keresendő, hanem abban a szellemen és lelkeségben, mely őt műve megírására sarkalta. Ezt legjobban maga BARRA fejezi ki, midőn előszavában a költőt (GYARMATHY SÁMUEL) idézi:

„Engem ez írásra,
Nyelv pallérozásra
Nem a jutalom hív
Hanem a magyar szív.”

BARRA ISTVÁN a tudomány nemzetivé tételének lelkes és nagy apostola. Az a törekvése, hogy a botanika tudományát a magyar közönség körében közkincssé, népszerűvé és hasznossá tegye, ma is időszerű probléma és cél. Ma, mikor a nemzeti gondolat és eszme újra fellángolt a lelkekben, szükséges, hogy ne csak nagy nemzeti hőseinket, költőinket és államférfiainkat ismerjük, de azokat a tudósokat is, akik egy idegen nyelvű és szellemű korban a magyar nyelven írt tudomány nemzeti jelentőségét és fontosságát felismerték, tehetségüket ennek az eszmének szolgálatába állították és ezáltal a nemzet szellemi életének színvonalát emelni akarták.

Ilyen szempontból mindenesetre érték a magyar botanika történetében BARRA ISTVÁN. És ezért — ha célját nem valósította is meg helyesen — azt hisszük, megérdemli, hogy annyi szeretettel megírt Növénytan megjelenésének századik évfordulóján meg-hajtsuk emléke előtt a megemlékezés, a hála és az elismerés zászlaját.

Dr. Keller Jenő.

A hófajd.

Mint a neve is mutatja, a hófajd a havas tájak lakója. Tömzsi, fogolynál nagyobb tyúkféle s így közkedvelt vadászati vad. A fajd-félékhez annyira közel áll, hogy olyan területen, ahol együtt költenek, korcsokat is hozhatnak létre a nyirfajddal. Az angol vadászok kedvenc és jellegzetes angol vadja a „grouse“ is a hófajdok közé tartozik.

sportolók is találkozhattak vele. Így szűzünk többször azzal a kérdéssel térnek vissza Ausztriából, hogy mi lehetett az a nagy madár, amely teljesen fehér, és fogolyszerű. A felelet nem lehet vitás, hiszen ez a jellegzetes színezet, amelyről nevét is kapta, nem hagy kétséget a meghatározásban.

A hófajd azonban nem marad egész



I. kép. Hófajdok Alaszkában. (KOL ERZSÉBET nyomán.)

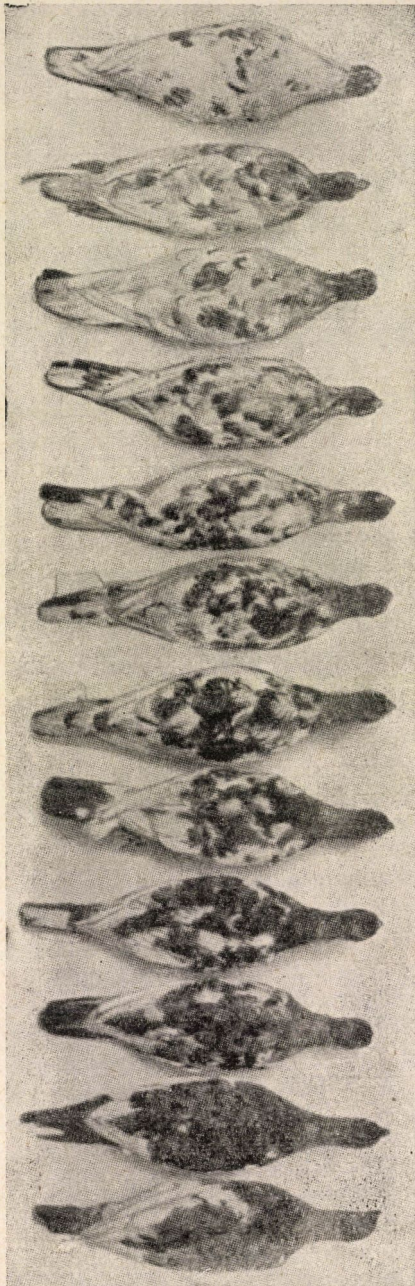
Európában két faja él a havasi hófajd (*Lagopus mutus* MONT.) és a sarki hófajd (*Lagopus lagopus* L.), ezenkívül Észak-Amerika északi részei a hófajdok igazi hazája.

Aki abban a szerencsében részesül, hogy Kanadában vadászhatik bizonynyal közelebbről meg fog vele ismerkedni s mivel az utóbbi időben több vadászunk járt arra, a hófajd a magyar vadászok előtt sem ismeretlen vad. De mint említettem, nem kell olyan messze menni, hiszen Anglia legjellegzetesebb vadja is a hófajdok közé tartozik, sőt még a közelebbi Svájcban és Ausztriában is a magas hegységekben nemcsak a vadászok, hanem a turisták,

éven át hófehér. Színének változásáról, és a vedlés lezajlásáról sok vita volt. 1939-ben azután a dán FINN SALOMONSEN rendkívül beható vizsgálatot végzett a havasi hófajd vedléséről és eredményeiről vaskos, csaknem 500 oldalas munkában számolt be. Vizsgálatát egész szokatlanul nagy anyagon, 1290 példányon végezte, sőt munkájának eredetisége, hogy nem elégedett meg egy fajjal, hanem párhuzamba állította annak vedlési folyamatát hasonló életkörülmények között élő állatokéval, mint a sarki hófajdéval, hermelinével, sarki nyúléval és lemmingével.

Mint láttuk, a havasi hófajd sarki tájak és hófedte hegyesúcsok lakója,

ahol mint a többi tyúkféle főleg magvából, növények leveleiből stb. él. Színezete ehhez a tájhoz alkalmaz-



2. kép. A hófajd vedlési sorozata.
(SALOMONSEN F. szerint.)

kodik. Évente háromszor vedlik, amely vedlések közül a tavaszi és késő őszi vedlés részleges, a nyárvégi teljes. Amikor a tájat, a magas hegycsúcsokat hó fedi, a hófajd színezete is tiszta fehér, csak a szem előtti kantár, a faroktollak, és az elsőrendű evező tollak csévéje fekete. Ebben a ruhában az egyes tollak zászlai hosszabbak, mint nyáron. Május-júniusban veszti csak el ezt a ruhát, amikor is a kis tollak vedlenek meg, s így a test színezete csak a mell alján és a hason marad fehér, a mell és a hát színe ellenben feketés vagy sötét barna lesz, szabálytalan olajos barna vagy barnás szürke sávózással. A tojó tollain a sárga és barnás fekete csíkok szélesebbek és szabályosak. A nászruhát nem minden vidék állománya kapja meg egyszerre, hanem a délibb részeken hamarabb kezdődik a vedlés, így Skóciában már februárban és mennél északabbra haladunk, annál később indul meg, így Skandináviában április utolsó harmadában, a havasi hófajd elterjedésének legészakibb területén, mondjuk északi Grönlandban pedig csak május utolsó harmadában. A többi vedlési időkből azután alig vannak eltolódások. A második vedlés teljes vedlés. Július és szeptember között a legelső evezőkön és a hasi részen indul meg a vedlés, a teljes tollazat felcserélődik, s így a tollazat rajzolata finomabb hullámzású lesz pontszerű díszítéssel. A hófehér ruhát a harmadik vedlésben szeptember és októberben nyeri vissza madarunk, és ez a vedlés is a hasi részen indul meg, s csak a test tollai cserélődnek fel. A nyárvégi teljes vedlésben nemcsak a tollazat, hanem a csőr és karmok szarúrétege is megvedlik.

A rendes vedlésen kívül még az első évi tollazatcserét sem szabad figyelmen kívül hagyni. A fióka korban, mint a többi fajdféle, a havasi hófajd is barnás és fekete színezetű, a hasi oldalon sárgás. Fészekhagyó lévén, az evezők, kivéve a két külsőt, hamar kinőnek, a test tollaiból első a comb és a dolmány, amely megvedlik, ezután a fejtető és hát, utolsó a mell. A fiatalkori ruhát fehér pontozás és a tollak laza szerkezete jellemzi, általában pedig a színezés egyenetlenebb, mivel sok

toll vissza-visszamarad. Az első téli ruha már alig különbözik az öregek színezetétől, csak az evezőkön akad több fekete folt.

Vadászaink hasznos tanulságot méríthetnek valamennyi fajd-féle életére, hófajd vedlésére, hiszen a vedlés nagyon igénybe vesz minden madarat, s ha azt tökéletesen ismerjük, a vadvédelem is hathatósabbá válhatik. Ez a kérdés ma különösen időszerű, amikor a Kárpátokban szép fajd-állományt kaptunk vissza, s bizonyos következtetések leoszúrhatók SALOMONSEN alapvető munkájából. Érdeklí ez a kérdés a múzeumlátogató közönséget is, hogy miért látható legtöbbször átmeneti ruhában kiállítva a hófajd. SALOMONSEN munkája a szakköröket is óvatosságra inti, hogy mennyire vigyázni kell a színkülönbségek megítélésében, az életkörülmények, főleg pedig a vedlés figyelembe vételében.

Érdekelheti a magyar közönséget a hófajd azért is, mivel az irodalomban minduntalan felbukkan egy-egy adat, hogy Magyarországi területén is előfordult. Ez igaz is, de csak a történelemelőtti időkben. A jégkorszaki barlang

maradványokban szép számmal került elő, pl. a bajóti Öregkő barlangjából 19 sarki hófajd és 1 havasi hófajd maradványa, a pilisszántói kőfülkéből 23 sarki hófajd és 18 havasi hófajd maradványa. Mindezeket messze felülmúlja a Detreköszentmiklós melletti Pálffy-barlang, amelyből megközelítően 1000 havasi és sarki hófajd csontjait szedték ki. A hófajdok uralkodtak akkor az itt előkerült madárvilágban (LAMBRECHT). A jégkorszak után eltűnnek a hófajdok hazánk területéről, és ma csak Ausztriától nyugatra és északra, valamint Ázsia és Amerika északi részét lakja a havasi hófajd 23

Magyarországból mind a Tátrából, mind a nyugati hegyekből több bizonytalan adat van, de ezek alapján egyik hófajd sem tekinthető a magyar fauna tagjának. Előfordulása mégsem lehetetlen, mert ha az osztrák Alpesekből lekóborolhat néha egy zerge Vas megyébe, ugyanúgy letévedhet a hófajd is. Így megvan a remény arra, hogy a hófajdot is felvehetjük egyszer majd végleges bizonyossággal a magyar ornisz tagjai közé.

Kleiner Endre.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

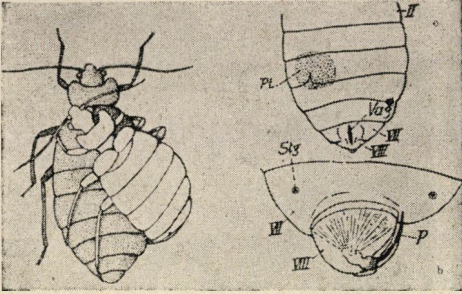
I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A poloskák ivari élete. A szipókás rovarok, ahova a poloskák, kabócák és növénytetvek tartoznak, nagy általánosságban nem élnek társas életet, inkább elszórva, magányosan találhatóak. Az ilyen életnek megvan ugyan az az előnye, hogy elkerülik a tömegkatasztrófákat, viszont az a hátránya, hogy a párosodni szándékozók nehezen találják egymásra. A természet azonban mindenütt megtalálja a kiutat. Egyes apró vízi poloskák (*Plea*) közül a párosodásra vágyók néha messze területekről összegyűlnek egy erre kiszemelt kis pocsolya megfelelő zugában, mint valami találkahelyen. Más szárazföldi poloskák viszont hegyesücsöket szemelnek ki erre a célra.

A nemek egymásratalálásában minden bizonnyal döntő szerep jut a csáp-

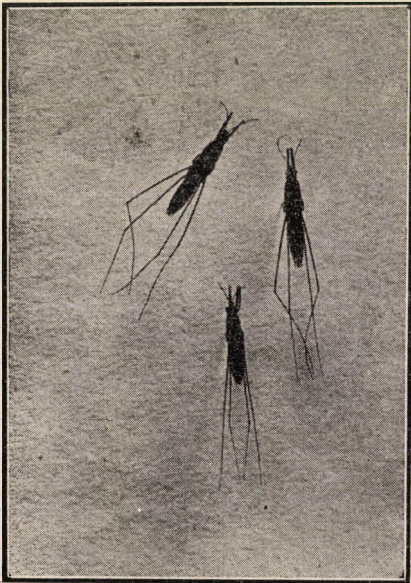
ban elhelyezett szagló érzékszervnek. Ezzel magyarázható az, hogy a szerelmi előjáték lényeges része a csápok rezegtetése és összedörzsölése. A hím közeledésére a nemileg még éretlen nőstény viselkedése kivételt nem ismerően elutasító-közömbös. Az érett nőstények viselkedése változó más-más állatfajnál, lehet közömböst színlelő, vagy felbátorító. Így a házi poloska nőstényéről feljegyzik, hogy viselkedése félre nem érhetően, szinte kihívóan elárulja hajlandóságát.

A házi poloska párosodása egyébként sok tekintetben különleges. Amíg az összes többi poloskák hím ivarszerve nyugalmi állapotban a test belsejében van elrejtve, ahonnan párosodáskor hirtelen megduzzadó hólyagok szorítják ki, addig a hím házi poloska



1. a) Párosodó házipoloskák; b) Him párzó-szervek; P=penis; c) Nöstény párzó-szervek: Pt=párzótáska; Vag= vagina. (HASE nyomány.)

késpengéhez hasonlóan behajlított penisét nemi izgalomra egy külön e célra szolgáló izom hozza a megfelelő helyzetbe. Még érdekesebb azonban az, hogy párosodáskor a penis nem a vaginába hatol be, hanem a potroh közepe táján, a negyedik szelvény egy különleges hasítékába. Ezen keresztül ömlik azután be a sperma a zsebalakú párzótáskába, ahol annak nagy része meg-

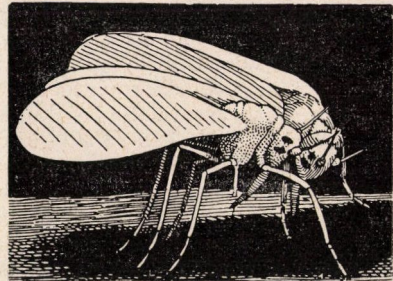


2. kép. Karcusútestű, hosszú lábú, vízi molnárpoloskák. (A szerző eredeti felvétele.)

emésztődik, felszívódott anyaga pedig hozzájárul a kopuláció idejében még fejletlen női nemi szervek kialakításához. Az ondónak tehát csupán kisebbik része jut a testüregen át a nöstény ondótartályába, hogy eredeti céljára, a pete megtermékenyítésére készen álljon. (1. kép.)

Igen érdekes a víz tükrén élő karcusú testű, hosszú lábú molnárpoloskák (*Gerris*) szerelmi játéka is. Aki valaha látta őket, sohasem fogja elfelejteni villámgyors, cikázó kergetőzésüket a víz tükrén. A hím a nöstényt hosszú lábaival átkarolja és így cikáznak mindketten a víz tükrén. A nöstény csak négy lábával érinti a vizet, de ezekkel elég erősen, mert az egész lábfej hozzásimul a víz tükréhez. A hím is segítségére van abban, hogy a vizen fenntartsák magukat, miközben elülső lábait előre tartja. A párosodó molnárpoloskák ebben a helyzetben sokszor, egymásután öt-hatszor is a levegőbe ugrálnak, azután visszaesve a vízbe villámgyorsan tovább cikáznak. A párosodás sokszor egy fél óráig is eltart. Ugyanazért a nöstényért gyakran több hím is viaskodik. (2. kép.)

A kabócák közül is ismerjük egyik-másik szerelmi játékát. A nálunk is közönséges apró kis törpekabócaóról tudjuk, hogy a felek tápnövényük levéllemezének két ellentétes oldalán pontosan egymással szemben helyezkednek el. Amint az egyik elmozdul, azonnal követi a másik is. Végül is hosszú játék után, mintegy mágnestől vonzva a levélszél felé húzódnak és egymásra találhatnak.



3. kép. Molytetvek szerelmi játéka. (WEBER nyomán.)

Utolsó például szolgáljon a parányi kis finom, fehér pillangóhoz hasonló molytetű (*Aleurodes*). A nőtény ártatlanul szívogat tovább tápnövényén, mintha sejtelve sem lenne a szorosan mellé szegődő hím szándékáról, pedig a hím ugyancsak kihúzza magát és délcegen ágaskodik lábai hegyén. Aztán feléje fordul, egyik csápjával elkezd gyöngéden simogatni a nőtény torát, míg a másik csápjával állandóan a nőtény feléje hajló csápját ütögeti. Ez a játék elég huza-mosan tart, így bizony megeskik, hogy a nőtény szabad oldalánál egy másik

hím is szerencsét próbál, mivel sohasem lehet tudni, hogy melyiket fogja előnyben részesíteni. A kikoszorazott kéro azután csalódottan távozik. Egymás után több párosodás következik és mivel az előjáték is hosszú, az egész több óráig is eltart. (3—4. kép.)

Dr. Tóth László.

Pernambucot tengeri állatok szövetkezete védi. Ott, ahol a nagy dél-amerikai szárazföld merész szögben az Atlanti-Oceánba nyulik, a tengerparton Pernambuco városa fekszik.



4. kép. Parányi, fehér molytetvek tömege dohány levélen. (A szerző eredeti felvétele.)



Jól ismerjük Dél-Amerika jellegzetes alakját, a térképen a várost könnyen megtaláljuk, hiszen fekvésénél fogva az Ó-világhoz legközelebb van. A nyugati 30–40 délkörök között, az egyenlítő alatt épült. Mögötte a brazilai hegyvidék lankásodó nyulványai húzódnak. Ezek az alacsony gyűrődések meglehetősen meredeken emelkednek fölötte. A Permanbucotól délre eső Alfonz-vizesés is e meredélyek egyikéről zuhan alá a Sao Francisco folyam-ban.

A város előtt kikötőt alkotó természetes zátony terül el. Ez nem azonos a jobban ismert korállzátonyok védelmi rendszerével. A pernambucoi természetes zátony egészen más alkotás. Kiképzésében más állatok vesznek részt. Sokkal kisebbek ezek, mint a korállzátonyok hatalmas törzsei. Ezért érdekes és tanulságos a pernambucoi védgát, mert ritka jelenség és egyedüli védelmet nyújt a városnak. A város a zátony mögött kikötővé fejlődhetett és magát minden tekintetben meg tudta védeni. Ennek a természetes védőgátnak híjával Pernambucónak már régen nem lenne kikötője, s a homokpadokon épült város a tenger romboló hatásának áldozatul esett volna. De hát miből is áll ez a csodálatos természeti jelenség, mely egy virágzó város védő palástját alkotja?

Párhuzamosan a tengerparttal, egészen egyenes vonalban, nem nagy távolságra, több mérföldnyi hosszúságban 30–60 yard szélességű, egyenletes, síma felületű zátony húzódik. A zátony anyaga réteges homokkő. A dagály hullámai tetején átzúdulnak, apály idejében azonban szárazon marad. Olyan, mintha emberi kéz alkotta volna. A tengermozgás, de leginkább az itt uralkodó áramlások homokból hosszú padokat és földnyelveket építenek. Ilyen laza homokpadok egyikére épült Pernambuco. Az említett védgát azonban régebbi időkben képződött. Tele van ugyanis a tengerből régen kiváló és beszívargott mésztartalommal. A laza részeket a tenger belőle már kimosta. Keményen összeállt tehát és későbbi földmozgásokkal kapcsolatban fenntartva emelkedett. A mai idők tengerzajlását ezért kitűnően állja, sőt ember-

emlékezet óta a mindennapos hullám-ostrom s tengererózió dacára alakja változatlan. Állandósága az, mely Pernambucot védi. Amíg a korállzátonyok kiemelkedő részei, a korálllok elhalása után, állandóan pusztulnak és porlanak, addig a pernambucoi védgát (emberi számítás szerint) állandó és sziklaszilárd. De hát miért? Hiszen a homokkő önmagában véve a tenger erőzójával szemben nem olyan ellenálló.

Eddig a védelmet csak a képződés régiségében s a tenger elmeszesítő hatásában láttuk. Vannak azonban állatok, melyek rajta élnek és főokai annak, hogy a védgát bevehetetlen bástyává alakult. A zátony „páncélatát” három élőréteg alkotja. Az első és legfontosabb a *Serpulaférgeké*. E kis meszeshéjú tengeri csóféreg csavaros házacskájával a zátony falára irdatlan nagy tömegben telepedik. Állandóan növekedő és közben elhaló milliárdjai a zátonyot vastag, meszes réteggel vonják be. Ezt a „páncél”-réteget csak megerősíti a második, mely a *Chthamalus* nevű tengeri makkok tömegéből áll. A kis helyhez kötött életmódot folytató kacs lábú rákcskák meszes héjai a zátonyfalat szintúgy igen vastag rétegben lepik el, mint a *Serpulák*. Mind a két „páncél”-réteget egységes tömeggé a *Nullipora* nevű mészmozzat meg nem számlálható telepe forrasztja össze. A *Nulliporák* a korállzátonyokon is szerepelnek. Itt is mint össze cementező és védő rétegek a külső felületre, a hullámtörőkre, azok mögé és azokon belül telepdednek le.

E jelentéktelennek látszó három apró tengeri élőlény nélkül Pernambuco kikötőjének kőzfalát a tengerzajlás már régen kikezdte volna. E fal nélkül pedig nem lenne a pernambucoiaknak kikötője sem. A jelenség ritkaság és érdekes, de csak mint nagyban kialakult védőrendszer, mert kisebb mértékben megtaláljuk a legtöbb mészkőből álló tengerparton, ahol mészmozzatok és kacs lábúak szövetkeznek. Így pl. az Adria partjain is észlelhetünk kicsinyben hasonló tüneményt. Az ilyen állati szövetkezés védi a szikla felületét, mert a tenger

vize jobban oldja azokat a felületrészeket, melyeken szerves ránövés és állati szövetkezesek nem telepedtek meg.

Dr. Kolosváry Gábor.

A méz szerepe a vér összetételének szabályozásában. A vérnek az állatok szervezetében rendkívül sokféle feladata van. Egyik fontos feladat, melyet a kutatók meglehetősen későre ismertek fel, abban áll, hogy a lélekzés ütemének és erősségének szabályozásában is szerepet visz. Ha ugyanis a vérben az égésterméként keletkező széndioxid nagyon csekély mértékben is a rendes mennyiség fölé emelkedik, akkor a lélekzés üteme meggyorsul, mert a szervezet igyekszik a káros, mérgező széndioxidot gyorsabb ütemű lélekzéssel eltávolítani. Ilyenkor az ember és az emlős állatok lélekzése erőteljesebb lesz, ami abban nyilvánul meg, hogy mélyebb lesz a lélekzés és üteme is fokozódik mindaddig, amíg a vér meg nem szabadul a rendestől eltérő széndioxidmennyiségétől.

Ugyanez az eset akkor is, ha a vér oxigéntartalma csökken. Ekkor ugyanis a vér lélekzésszabályozó hatására a lélekzés mélysége és üteme szintén növekedik, hogy a vér ismét visszanyerje rendes oxigéntartalmát. Ha pedig a vérben a rendesnél több oxigén halmozódik fel, a lélekzés mélysége és üteme csökken. Kimutatták, hogy az idegrendszerben a nyúltvelő lélekzési központjában a vér széndioxid-, illetőleg oxigéntartalma idegingereket hoz létre, s erre ismét idegingerek jutnak a lélekzés szervéhez fokozottabb vagy csökkentebb működésre.

A vérnek a lélekzésben való ezt a szerepét kémhatásával is magyarázzák. A vér kémhatása ugyanis csaknem semleges, illetőleg nagyon csekély mértékben lúgos. Ezt tudományosan a hidrogéniontöménységgel fejezik ki, s azt mondják, hogy ennek mértéke az emberben és az emlős állatokban átlagosan 7-36 körül van. Feltűnő és sajátos jelenség, hogy mind az artériás (oxigénben gazdag), mind a vénás (széndioxidban gazdag) vér hidrogéniontöménysége alig különbözik egymástól. Ennek oka abban van, hogy a vérben kiegyenlítő vegyi változások lépnek fel, melyek-

nek hatására a vér hidrogéniontöménységeének rendes állapota azonnal helyreáll. Ilyen kiegyenlítő (puffer) szerepük van a hemoglobinnak, a vérfehérjéknek, foszfátoknak, de főleg a bikarbonátoknak. Ezek őröködnék azon, hogy a vér hidrogéniontöménysége állandóan egyforma maradjon.

Ha a vérben széndioxid halmozódik fel, akkor hidrogéniontöménysége, nyomban megváltozik, mire működésbe lépnek a kiegyensúlyozó vegyi hatások: igyekeznek lekötni a széndioxidot, de közben megindul — amint előbb láttuk — a lélekzés ütemének és mélységének, tehát az átszellőztetésnek fokozódása is. Ez addig tart, amíg az egyensúly (a vér sav-bázis egyensúlya) ismét helyre nem áll.

Az egyensúly helyreállítására való törekvés — amint újabban kimutatták — megvan a vérrel rendelkező gerinctelen állatokban is. A legszebben látható ez azokban a gerinctelenekben, amelyek bizonyos ideig az életükhöz annyira példküldözhetetlen oxigén nélkül kénytelenek élni (anaerobiosis). Ilyenek pl. a földigiliszták és azok a tengeri kagylók, melyek a tengerpartokon élnek és apály idején több órán keresztül szárazra kerülnek, amíg a dagály újból vissza nem hozza éltető elemüket.

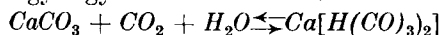
Mind a földigiliszta, mind az említett tengeri kagylók vérében bizonyos ideig azok a sók tartják fenn a pontos vegyi egyensúlyt, melyek a test nedveiben és a vérben oldva vannak. Ha azonban a széndioxidtartalom annyira növekszik, hogy ezek már nem elegendők az egyensúly fenntartásához, akkor a szervezet a benne lévő szilárd mézhez (kalciumkarbonát) folyamodik, melyet önműködően kalciumbikarbonáttá alakítva a vérbe juttat és vele a vér széndioxidját azonnal megköti.

Honnan szerzik a földigiliszta ezt a meszet? Az előbelük két oldalán mézmirigyek vannak, melyek mindkét oldalukon 3-3 zacskóból állanak. A két hátulsó zacskópár az igazi mirigyek: falukat dúsán véreerek hálózják be s mézszemcsék keletkeznek bennük, melyek az elülső tömlőcskében kristályos alakban gombostüfejnagyságú szemcsévé egyesülnek. Ez a szemcsé a bélesatornába jut, s innen az ürülékkel

eltávolítható. Így gyarapítja a földigilisztá a talaj mésztartalmát is.

A földigilisztáknak ez a mirigy, melyet mészmirigynek, vagy Morrenféle mirigynek neveznek, már régóta ismeretes. A földigilisztákról írott munkájában már DARWIN is foglalkozott velük, s azt hitte, hogy a táplálékban lévő fölösleges mész eltávolítása a feladatuk. COMBAULT ezzel szemben azt hangoztatja, hogy a mészmirigy a lélekzéssel kapcsolatos, amennyiben megköti az égésterméként keletkezett széndioxidot, mely a földigilisztá nagyon szűk járataiban a bőrön keresztül nem képes eltávozni.

Újabban DOTTERWEICH és FRANKE kimutatták,¹ hogy a földigiliszták mészmirigye a legkedvezőbb viszonyok között a vér fölösleges és mérgező mésztartalmát választja és kűszöböli ki. A mészben gazdag talajokból ugyanis a táplálékkal sok mész kerül a bélbe, s innen a vérbe. Ezt a fölösleges meszet a mészmirigyek nehezen oldható kristálykák alakjában kiválasztják, újból a bélesatornába juttatják (l. az ábrát), s innen a szabadba kerül vissza. Ha azonban kedvezőtlen külső viszonyok között a vérben felhalmozódik a széndioxid, akkor a mész mint kalciumkarbonát feloldódik és megköti a széndioxidot, helyreállítva a vér kémhatásának fontos egyensúlyát, a következő vegyi egyenlet értelmében:



Ilyenkor a mészmirigyekben nem lehet mészkristálykákat találni, mert a mész a vérben marad. Ha azonban a földigilisztá ismét kedvező körülmények közé jut, például éjjel a szabadba mászik s ott nyugodtan pihen, akkor a szervezetben keletkezett széndioxid a bőrön keresztül történő lélekzéssel eltávozhatik. Ilyenkor a mészmirigyek ismét kiválasztják a vér fölösleges mésztartalmát és esomókba alakítva a szabadba juttatják.

A kagylók héjának mésztartalma hasonló módon szerepel a vér, illetőleg a

¹ DOTTERWEICH H. és FRANKE H.: Die Ausscheidung von Kalziumkarbonat, Strontiumkarbonat und Kalziumphosphat in den Kalkdrüsen von *Lumbricus terrestris*. — Zeitschr. für. vergl. Physiologie, 23. köt. 1936.

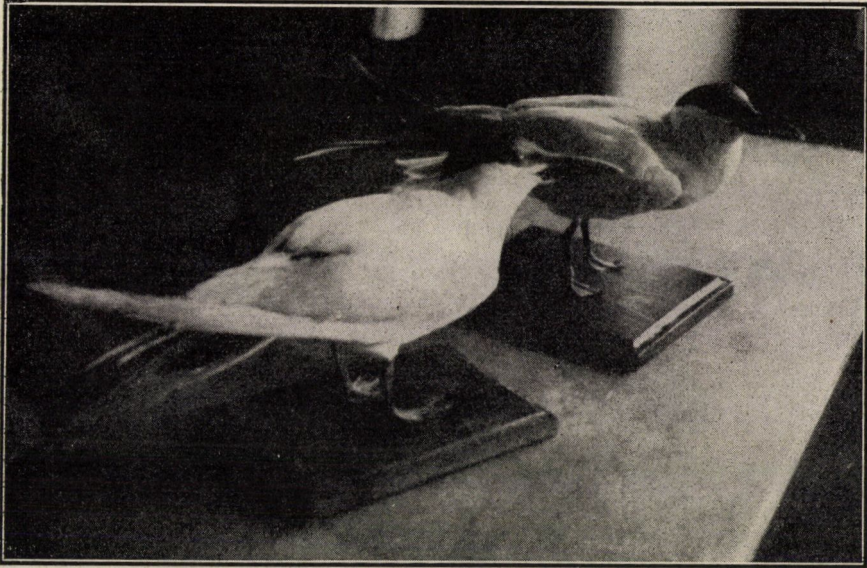
testnedvek kémhatásának egyensúlyfenntartásában. A tengerpartokon élő kagylók apály idején ugyanis szabad levegőre kerülnek és a kiszáradás veszedelme fenyegeti őket. Ennek megakadályozására kagylóhéjaikat szorosan összezárják. Am életműködéseik nem szűnnek meg, az égés továbbfolyik testükben, miáltal széndioxid keletkezik, mely a lélekzéssel el nem távozhatik, s így a vérben és a test nedveiben halmozódik fel. COLLIP kísérlettel kimutatta, hogy a napokig paraffinban, nitrogén-gázban, levegőn tartott tengeri kagylók (*Mya arenaria*, *Venus*) vérének hidrogéniontöménysége állandó (7.8—7.9) maradt, vagyis teljesen olyan volt, mint rendes életkörülmények között, pedig a lélekzés útján nem távolíthatták el a széndioxidot. Tehát a kagylók is képesek vérük állandó kémhatását szabályozni éppen úgy, mint a magasabbrendű gerinces állatok. A szabályozó anyag pedig nem egyéb, mint a héjakban felhalmozott nagytömegű mész. Ha ugyanis a vér széndioxidtartalma növekedik, akkor a héj mésztartalmából megfelelő mennyiség a széndioxid hatására kalciumbikarbonáttá oldva a vérbe jut, ott megköti a széndioxidot, mely a lélekzéssel nem távozhatott el.

Erre nemcsak a tengeri, hanem az édesvízi kagylók is képesek. DOTTERWEICH és ELSSNER nemrégén kimutatták,² hogy a héjától megfosztott édesvízi kagylók oxigéntől elzárva, testnedveik vegyi egyensúlyát nem képesek szabályozni és helyreállítani. Ezzel egyúttal azt is bebizonyították, hogy valóban a kagylóhéj mésztartalma az a forrás, melyet a kagylók kedvezőtlen életkörülmények között testnedveik vegyi egyensúlyának szabályozására felhasználnak, ha a lélekzéssel a fölösleges széndioxidot eltávolítani nem képesek. • Dr. vitéz Varga Lajos.

² DOTTERWEICH H. és ELSSNER E.: Die Mobilisierung des Schalenkalkes für die Reaktionsregulierung der Muscheln (*Anodonta cygnea*). — Biologisches Zentralblatt, 55. köt., 1935. — DOTTERWEICH H.: Das Biologische Gleichgewicht und seine Bedeutung für die Hauptprobleme der Biologie. — Jena, 1940., Fischer.

Lócsérek Ung megyében. Madárvilágunk ritkaságairól ismereteink örvendetesen gyarapszanak. Egyszer új fészkelőkről hallunk hírt, máskor az őszi vagy tavaszi vonulás hoz meglepetést. Az idei tavasz meglepetése az a

elárulja, hogy téli szállásukról valahová a Keleti-tenger partvidékére, költőterületükre igyekeztek vissza. Tekintve, hogy e ritka madárfajt gyűjteményeinkben eddig csak három példány képviseli, méreteiket is közlöm.



Az ungmegyei Polyánka határában elejtett lócsérek (*Hydroprogne t. tschegrava* LEP.) 1941. május 5. DR. SÁTORI JÓZSEF felvétele.

két lócsér (*Hydroprogne t. tschegrava* LEP.) volt, amelyet Gróf WENGERSKY IMRE az ungmegyei Polyánka határában május 5-én ejtett el. A madarak kikészítésre a debreceni egyetem állattani intézetébe kerültek, s így alkalmas volt azokat megvizsgálni. Mindkét példány jól fejlett, nászruhás tojó. Az egyiknek a lábán a helsinki állattani múzeum 7933-as számú gyűrűje

Gyűrűs példány: hossza 565, szárnya 440, kiterjesztve 1320, farka 180, ebből a farkvilla 43, csőre 69, csüdje 48 mm. Másik példány: hossza 545, szárnya 430, kiterjesztve 1260, farka 180, ebből a farkvilla 54, csőre 69, csüdje 48 mm. A gyűrűs példány a debreceni Déri Múzeum, a másik pedig a debreceni egyetem állattani intézetének gyűjteményébe került. Dr. Sátori. József.

II. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

Izotop indikátorok alkalmazása a permeabilitás vizsgálatánál. A vérben található molekulák a vérhajszálerek falazatán áthatolva jutnak a sejtköztéri folyadékba valamint a sejtekbe. A hajszálerek falazata áthatolhatóságának valamint egyéb, az állati és növényi szervezetben előforduló hártályak permeabilitásának tanulmányozásában az izotop indikátorok széles körben alkalmazhatók.

Vizsgáljuk például, hogy milyen sebességgel hagyják el a vérplazmában lévő nátrium-ionok a vérkeringést és jutnak el az egyes szervekbe. E célból pl. 1 cm³ élettani töménységű konyhasó oldatot fecskendezünk házi nyúl ereibe, mely konyhasó radioaktív nátrium ionokat (²⁴Na) tartalmaz indikátorképen. Tegyük fel, hogy a fecskendezett oldatnak olyan a radioaktív nátrium tartalma, hogy a mérő-

eszközként használt Geiger-számoló-csővet percenként 1 milliószor süti ki és hogy a házinyul vérplazmájának térfogata 100 cm^3 . Ha a befecskendezés után (mely csak néhány másodpercet igényel) egy perccel 1 cm^3 vérplazma radioaktivitása percenként csupán 1000 kisülést létesít, úgy ebből azt következtethetjük, hogy a befecskendezett ^{24}Na -ionok 10 százalékára ez alatt a rövid idő alatt elhagyta a vérplazmát. Minthogy ilyen rövid idő alatt a vértestecskék csupán elenyésző törtrészét veszik fel a vérben található ^{24}Na -ionoknak, a vérpályából eltávozott ^{24}Na -ionok jóformán kivétel nélkül a hajszálerek falán keresztül hatolva távoztak el a vérkeringésből. Nincs okunk feltenni, hogy a vérkeringésben található „közönséges“ nátrium-ionok (^{23}Na) más viselkedést mutatnak mint a radioaktív nátrium-ionok (^{24}Na) és így a fenti eredményből azt a következtetést kell vonnunk, hogy a vérplazmában bármely pillanatban található 100 nátrium-ionból egy perc leforgása után csupán 90 van jelen, viszont az eltávozott 10 ion helyét olyan nátrium-ionok foglalják el, melyek előzőleg a különböző szervekben tartózkodtak. A szervezetben található nátrium-ionok felváltva átlagosan kb. 1 percet töltenek a vérben és 7 percet a különböző szervek sejtközi folyadékában. A sejtek többnyire csak kevés nátriumot tartalmaznak. A sebességet, mellyel a radioaktív nátrium-ionok a vérplazmát elhagyják a következő táblázat mutatja :

A befecskendezést követő percek száma	A befecskendezett ^{24}Na százalékára, mely 1 cm^3 vérplazmában található
0-2	0-80
0-9	0-41
2-2	0-30
5-2	0-22
11	0-19

Mint a fenti számok mutatják, a radioaktív nátrium-ionok lényeges sebességgel hagyják el a vérpályát.

Mint már említettük, nincs okunk feltenni, hogy radioaktív nátrium-ionok másképpen viselkednek a szervezetben mint a nem radioaktív nátrium-ionok. A radioaktivitás csupán indi-

kátorképpen szerepel és épp oly kevésbé befolyásolja a nátrium viselkedését, mint a világító zinkszulfid réteg jelenléte az óra járását. De amint óránkat is csak akkor tudjuk leolvasni sötétben, ha el van látva világító réteggel, úgy a nátrium-ionok pályáját is csak akkor tudjuk követni a szervezetben, ha radioaktívak.

Radioaktív klór-ionokkal (^{38}Cl) végzett kísérletek arra az eredményre vezettek, hogy a klór-ionok hasonló sebességgel cserélnek helyet a vér- és a sejtközi folyadék között, mint a nátrium-ionok. A táplálékban található konyhasó ionjai tehát felszívásuk után nagy sebességgel változtatják helyüket a szervezetben, melyet csak lassanként hagynak el. Az emberi vizelet például, melyet radioaktív konyhasó bevétele után egy napig gyűjtünk, a bevett radioaktív nátriumnak kb. csak a 4 százalékát tartalmazza.

A nátrium- és klór-ionoknál még lényegesen gyorsabban cserélnek helyet a kálium-ionok a vérpálya és a szervek között és még ezeknél is gyorsabban a víz molekulák, mint a következő táblázat mutatja :

A befecskendezést követő percek száma	A befecskendezett ^{42}K százalékára, mely 1 cm^3 vérplazmában található	A befecskendezett nehéz víz százalékára, mely 1 cm^3 vérplazmában található
0-26	0-35	0-20
0-50	0-22	0-18
1-05	0-13	0-17
3-05	0-06	0-14

A víz molekulák indikátoraképpen hígított nehéz víz (DHO) szerepel. Pl. 1 cm^3 nehéz vizet, mely 10 százalékkal sűrűbb a „normális“ víznél, fecskendezünk házi nyúl ereibe, melyek 100 cm^3 vért tartalmaznak. Egy perc lefolyása után vérpróbát veszünk, melyből vizet állítunk elő. Ha ennek a víznek sűrűsége $\frac{1}{100}$ százalékkal magasabb a normális víz sűrűségénél, úgy azt a következtetést vonhatjuk, hogy egy perc lefolyása után 1000, eredetileg a vérben található víz molekula közül csak 100 található a vérben, míg a hiányzó 900 a különböző szervekben tartózkodik. A befecskendezett nehéz víz hígításában tehát 1000 cm^3 víz vett részt. Minthogy 2-5 kg súlívű

házi nyúl víztartalma kb. 1-7 kg, a fenti eredményből a következők, hogy a házi nyúl öszsvíztartalmának kb. 60 százaléka keveredett össze egy perc alatt a befecskendezett nehéz vízzel. A hígított nehéz víz viselkedése alig különbözik a normális víztől és így a fenti következtetést általánosíthatjuk mindennemű, a házi nyúlban található vízre. A helyett, hogy a radioaktív-ionok vagy a nehézvíz molekulák a vérkeringésből való eltűnését észlelnők, megfigyelhetjük felgyülemlésüket az egyes szervekben. Ebből a célból összehasonlítjuk pl. 1 mg az izomzatból és 1 mg a vérplazmából kivont nátrium radioaktivitását, egy perccel a radioaktív nátrium befecskendezése után. Ha a vérplazma nátrium-ionjai teljesen elkeveredtek egy perc leforgása alatt az izomzat nátrium-ionjaival, úgy a két kivont nátrium próba ugyanolyan radioaktivitást fog mutatni. A tapasztalat azt mutatja, hogy teljes elkeveredés az izomzat és a plazma nátrium-ionjai között csupán kb. 20 perc lefolyása után áll be; egyéb szervek vizsgálata az agyvelő kivételével hasonló eredményhez vezet. Az agyvelő hajszálerein a nátrium- és kálium-ionok sokkal lassabban haladnak át, mint az egyéb szervek hajszálerein; a vízmolekulák viszont ellenértés viselkedést mutatnak.

Hevesy György.

A foszfatidok áthatolása a hajszálerek falán. Az izotop indikátorok segítségével nemcsak egyszerűbb felépítésű ionok és molekulák viselkedését vizsgálhatjuk, de bonyolult szerkezetűekét is. Így felmerült a kérdés, vajjon a vérplazmában található foszfatidok (lecitin, kefalin és hasonló szerkezetű vegyületek) molekulái át tudnak-e hatolni a hajszálerek falán és milyen sebességgel. E célra szolgál a következő eljárás. Radioaktív foszfátot, nátriumfoszfát oldat alakjában, fecskendezünk házi nyúl bőré alá. A házi nyúl egyes szerveiben, különösen a májban és a vékonybél nyálkahártyájában állandóan folyik a foszfatid-molekulák lebontása, illetőleg felépítése. Ha ezen szervek radioaktív fosz-

fátot tartalmaznak, a foszfatid-molekulák felépítésében a radioaktív foszfát egy része is részt vesz és így radioaktív foszfatid-molekulák keletkeznek. Az ily módon a májban és egyéb szervekben felépített foszfatid-molekulák egy része elég gyorsan a vérkeringésbe jut és ezáltal a házi nyúl plazmája radioaktív foszfatid-molekulákat tartalmaz. A következő lépés abból áll, hogy egy másik (nem radioaktív) házi nyúl vérplazmájának egy részét helyettesítjük a radioaktív házi nyúl plazmájával. Időnként a második házi nyúl vérplazmájából kivont foszfatidok radioaktivitását vizsgáljuk. Azt találjuk, hogy bár a radioaktív foszfatid-molekulák lényegesebben lassabban tűnnek el, illetőleg hatolnak keresztül a hajszálerek falán, mint a nátrium ionjai, foszfát vagy hasznló ionok, de a foszfatidok eltűnési sebessége korántsem jelentéktelen. Egy óra folyamán a házi nyúl plazmájában lévő foszfatid-molekuláknak kb. fele hagyja el a vérkeringését és kb. ugyanannyi foszfatid-molekula lép át a májból és egyéb szervekből a vérkeringésbe. Nincs okunk feltenni, hogy a radioaktív foszfatid-molekulák más viselkedést mutatnak, mint a nem radioaktív foszfatid-molekulák és így a fenti eredményt általánosíthatjuk: a házi nyúl plazmájában bármely percben található 100 foszfatid-molekula közül kb. 50 lesz csak jelen 1 óra lefolyása után. Ez a folyamat gyorsabban folyik le a csirke szervezetében.

Az egyes szervek radioaktív foszfatid tartalmának vizsgálata a fent leírt kísérletek folyamán arra az eredményre vezetett, hogy a vérplazmát elhagyó radioaktív foszfatid-molekulák igen lényeges része a májba vándorol, viszont az izomzat és az agyvelő hajszálerein a foszfatidok molekulái csak lassan hatolnak át.

Hasonló eljárás segítségével azt is megállapíthatnánk, hogy pl. milyen sebességgel hagyják el a vérplazmát az abban foglalt fehérje molekulái. Ezekben a kísérletekben radioaktív kén, vagy radioaktív szén szolgálna megfelelő indikátorul.

Hevesy György.

III. AZ ÖRÖKLÉSTAN KÖRÉBŐL.

Fehérvirágú paradicsom. A paradicsomra (*Solanum lycopersicum*) jellemző, hogy pártájának színe sárga. A Texasi Mezőgazdasági Kísérleti Állomáson, Jacksonvilleben, 1938-ban észleltek egy fehérvirágú paradicsom változatot.¹ Ennek pártája tiszta fehér, vagy esetleg gyengén sárgán csíkozott. A fehér változat úgy keletkezett, hogy a rendes sárgavirágú Marglobe-paradicsom magvait Röntgen-sugarak hatásának tették ki. Ezekből a magvakból csupa sárgavirágú növény fejlődött, a fehérvirágú alak csak a későbbi nemzedékekben lépett fel. A besugárzás után fejlődött sárgavirágú növények közül egyesek továbbra is csupa sárgavirágú utódokat hoztak létre, némelyekből azonban $\frac{3}{4}$ részben sárgavirágú és $\frac{1}{4}$ részben fehérvirágú ivadékok származtak. Nyilvánvaló, hogy az előbbi növények homozigóták, az utóbbiak pedig heterozigóták voltak a virág színe tekintetében. Az elkülönített fehérvirágú paradicsom utódai mind fehérvirágúak voltak. Sárgavirágú és fehérvirágú paradicsom keresztezése az első nemzedékben csupa sárgavirágú növényt eredményezett, ami azt jelenti, hogy a „sárga“ bélyeg domináns a „fehér“ bélyeg felett.

Meg kell említenünk, hogy a kísérletek közben kivételes, a szabályos folyamattól eltérő, jelenség is előfordult. Így a különválasztott homozigóta sárgavirágú paradicsom leszármazottai közt egyetlen fehérvirágú is akadt. Minden valószínűség szerint, itt mutációs folyamatról van szó, amely esetleg nem is függ össze a régebbi besugárzó kezeléssel. A másik eltérés az volt, hogy az elkülönített fehérvirágú növény utódai közt néhány sárgavirágú is akadt. Ezt az eltérést sárgavirágú egyénről véletlenül oda-került virágporszem okozhatta.

Még megjegyezzük, hogy a fehérvirágú paradicsom bizonyos gombabetegségekkel szemben ellentállóbbrak bizonyult.

Regős József.

¹ YOUNG P. A.: White-flower character from X-ray treatment of tomato seed. (The Journal of Heredity 1940. 2. 78—79.)

A rák örökölhetőségének vizsgálata egerekben. A rákbetegség (carcinoma) felé egyre növekvő figyelem irányul. Szakemberek serege tanulmányozza, és az emberek kíváncsian várják az eredményeket. Köztudomású, hogy a rák a rosszindulatú daganatok (tumorkok) közé tartozik. Pontosabban meghatározva: a hámsejtek korlátlan szaporodásáról van szó. A rák okát, benső lényegét ma még nem ismerjük. Egyesek baktériumos eredetűnek vélik, mások ellenben külső fizikai vagy kémiai behatásoknak tulajdonítják a keletkezését. Az újabb kutatások szerint nagyon valószínű, hogy egyes szervezetek hajlamosabbak a rákra, mások ellentállóbbrak vele szemben. A rákra való hajlamosság egyesek szerint örökös tulajdonság, vagyis a szervezet sejtjeinek genetikai szerkezete okozza a fogékonyságot. Mindamellett lehetséges, hogy bár adva van a veleszületett hajlam, mégsem fejlődik ki a rák, mert hiányzik a — részben ismert, részben ismeretlen — kedvezőtlen külső körülmények.

Ezen általános megjegyzések után, ismertetjük a rák örökölhetőségére vonatkozó égerkísérleteket. BITTNER és LITTLE¹ beltenyésztés útján két különböző egértörzset állítottak elő. A beltenyésztés több mint 20 nemzedéken át folyt, mindig a testvéreket párosítva egymással. Ennek eredményeképpen az egyik egértörzsre a rák gyakorisága (58.7—78%), míg a másik törzsre a rák esetek ritkasága (0—13.5%) volt jellemző. Megjegyezzük, hogy szülő nőtény egerek emlőrákjáról van szó. Az első (hajlamos) csoportban fiatalabb életkorban (10.6—12.7 hónap), a másik (nem hajlamos) csoportban később (16.8—21 hónapos korban) jelent meg az emlőrák.

Érdekes eredményt mutattak a keresztezési kísérletek. Ha rákra hajlamos nőtényt keresztezünk nem-hajlamos

¹ BITTNER I. and LITTLE C.: The transmission of breast and lung cancer in mice. (The Journal of Heredity 1937. 3., 117—121. old.) — BITTNER I.: Breast cancer and mother's milk. (The Journal of Heredity 1937. 363—365. old.)

csoportból származó hímmel, a hibrid-nemzedékben a rákesetek százaléka jóval magasabb lesz (90–98%), mint a reciprok keresztezőskor, vagyis ha a nőstény a rákra nem-hajlamos törshöz tartozik, a hím pedig a hajlamos csoportból való. Utóbbi keresztezés esetén a hibrid nőstényei közt az emlőrák gyakorisága csak 13–31%. A kétféle keresztezés eredményében mutatkozó különbség, vagyis az anyai szervezet döntő hatása az ivadékra, érthető, ha meggondoljuk, hogy nemcsak a sejtmagnak, illetőleg a mag kromoszómáinak, hanem a plazmának is lehet átörökítő szerepe; továbbá tudnunk kell azt is, hogy míg a pete magot és sok plazmát, addig a hím ivarsejtét úgyszólván csak magot visz át az utód testébe. Tehát az egerek emlőrákjának átvitelében kromoszómán kívüli (plazmatikus) öröklési elemeknek is nagy szerepük van.

Itt említjük meg, hogy ugyanilyen anyai hatást észlelt MAC DOWELL az egerek fehérvérűségének átöröklésében.² Tudvalévő, hogy a fehérvérűség (leukémia) a fehér vérsejtek féktelen — rákra emlékeztető — sejtszaporodásában nyilvánul meg.

Különös módon megváltoztatta a kísérleti eredményt az a körülmény, hogy melyik egértörzsbe tartozott a szoptató nőstény! Ha például rákra hajlamos csoportbeli egereket a nem-hajlamos törshöz tartozó nőstények szoptattak, a betegség a szokottnál jóval kisebb százalékban (csak 5–23%) fejlődött ki. Megfordítva: a nem-hajlamos törshöz tartozó egerekben gyakoribb lett a betegség, ha rákos csoportú nőstény szoptatta őket. A különös jelenség azt a látszatot kelti, mintha a rákot kifejlesztő hatás elsősorban a tej által vitetnék át az utódokba. E szerint a fentebb említett „plazmatikus öröklés” csak látszólagos öröklés, mert nem az anya petesejtje, hanem a teje viszi át a betegséget az ivadékbá.

Ha az első hibrid-nemzedékből, amelyben a fentebbiek szerint 90–98% a rák gyakorisága, előállítjuk a

második nemzedéket, itt sem lesz kevesebb a rákesetek száma. Ez ellenkezik az örökléstan szabályaival; ugyanis az első hibrid-nemzedék leszármazottaiiban — a legegyszerűbb esetben — az egyének 25%-a rákmentes kellene legyen.

A kísérletezők az emlőrák mellett a tüdőrákra is kiterjesztették figyelmüket. Abban az egértörzsben, amelyre a szoptató anyák magas emlőrákszázála léka volt jellemző, a tüdőrák a szoptató anyákban igen ritkán, ellenben a szűzekben és a hímekben 70–80% gyakorisággal fejlődött ki. A másik egértörzssel végzett keresztezési kísérletek azt mutatták, hogy a keresztezés iránya, vagyis hogy melyik törshöz való az anya, nem befolyásolja a tüdőrák gyakoriságát. Az első hibrid-nemzedékben — bármelyik irányú keresztezés mellett — a szűzeknek és hímeknek körülbelül 60%-a betegszik meg tüdőrákban. A tüdőrák iránti fogékonyságot tehát nem módosítja kromoszómán kívüli tényező, hanem egy vagy több domináns faktor irányítja az öröklés menetét. Érdekes, hogy a tüdőráknál is mutatkozott az emlőráknál említett „tejeffektus”, vagyis az egyik törshöz tartozó anyák alacsony tüdőrákszázála léka erősen felemelkedett, ha a másik törshöz tartozó anyák szoptatták őket.

LEONELL STRONG³ újabb vizsgálatokat végzett az egerek emlőrákjának természetéről. Kiderült, hogy a betegség megjelenése könnyen befolyásolható az étrenddel. Olyan nőstény egértörshöz tartozó egerekben, amelyben a tumor előfordulása csak 5%, az étrend megváltoztatásával ez a szám felszökhet 75%-ra. E szerint nem hihető, hogy a rák iránti hajlamoság egyszerű módon öröklődne.

Összefoglalva kimondhatjuk, hogy az egerek emlőrákja nem tisztán örökléstan jelenség, sem nem csupán szerzett baj. A rák különböző fizikai, kémiai és élettani tényezők hatásaképpen fejlődik ki az arra fogékony egyénekben. Maga a fogékonyság szervezeti sajátosság és ennek alkati különbségei öröklődnek. Az öröklés mechanizmusa

² REGŐS I.: A fehérvérűség örökléstan vizsgálata egerekben. (Pótfüzetek 1940., 244. old.)

³ STROG L.: Cancer of the mammary gland in mice. (The Journal of Heredity 1940., 1., 9–12. old.)

azonban nem olyan egyszerű, ahogyan egyes kutatók — kevés kísérleti adatra támaszkodva — feltételezik.

Regős József.

Összenőtt ikrek. Egyetlen petéből fejlődő, úgynevezett azonos ikrek nemcsak az ember, hanem az állatvilág legkülönbözőbb csoportjaiból ismeretesek. Az ikrek legnagyobbbrészt, különösen az állatvilág körében, különböző petékből származnak, vagyis nem-azonos ikrek. A háziállatok közt azonos ikrek ritkábban fordulnak elő, mint az embernél. Meglepő, hogy az armadillo (*Dasypus novemcinctus*) nevű foghijas emlős állat csaknem mindig négy ivadékot szül egyszerre; ezek egynemű azonos ikrek. Elég gyakran észlelhető a madarak kettős embriója, bár az ilyen tojások ritkán kelnek ki. A halak petéjében is többízben találtak már kettős embriókat.

Az emberi ikrek azonosságát a nagyfokú hasonlóságon és az egyneműségeen kívül különböző vizsgálatokkal is ellenőrzik. Az állati ikrek azonosságának eldöntése nehezebb feladat. Kétségtelen az ikrek azonossága, ha kiköltetlen tojásban találják együtt az embriókat, vagy pedig összenőtt ikrek fejlődnek. Az azonos ikrek megfigyelése világosságot derít arra a kérdésre, hogy minő szerepe van a tulajdonságok kifejlődésében egyrészt az öröklött adottságnak, másrészt a környezetnek.

HILDEBRAND S. F.¹ a teknősök köréből ismertet összenőtt ikreket. Egy *Chrysemys pictana* két egyenlő nagy normális feje volt, és két teljesen szabad nyaka. A két fej különállóan mozgott, egymástól függetlenül látott, hallott, lélekzett, evett, ivott és aludt. A jobb- és baloldali végtagjai csak a megfelelő fejhez tartoztak, függetleneknek látszóttak, bár többször egyidejűleg is végeztek mozgásokat. Ha ezt a kétféjű teknőst a hátára fektették, a két fej ellenkező irányú segítő mozdulatokkal igyekezett a rendes helyzetet visszaállítani, így persze eredménytelenül. Érdekes, hogy a két fej viselkedése

ellenkező vérmérsékletre vallott: a jobb félénk és ingerlékeny, a bal bátor és erélyes volt.

Más esetekben a test elülső felének a teljes megkettőződését lehetett észlelni, úgyhogy az ikerképződésnek a két fejen és két nyakon kívül négy elülső lába, két hátsó lába és egy farka volt. A hát- és mellpáncél nagyobb részben két példányban fejlődött ki. Találtak olyan ikerpárt, melynek két kifejlett egyéne a mellpáncélnál nőtt össze, egymás felé fordulva, sziámi ikrek módjára. Az összes esetekben az ikeregyének függetlenségét az is mutatta, hogy a két fejlődött egymás ellen egy falat ételért.

A rendellenes ikerképződéseket, sőt általában az ikerképződést, sokan a petebarázdálódáskor fellépő véletlen külső behatásoknak tulajdonítják. Így STOCKARD egy pontyfajtaival végzett kísérleteiben megfigyelte, hogy ha a petét a petebarázdálódás kezdeti szakaszában lehűtötte, vagy ha a peték nem jutottak elegendő oxigénhez, a petéknek mintegy negyed részéből rendellenes embriók fejlődtek, amelyek között sok iker is akadt.

Hasonló kísérleteket végzett NEWMAN a tengeri csillaggal, és észrevette, hogy gyakran megtermékenyítés nélkül (parthenogenesissel) fejlődnek az embriók. Ezeknek fejlődése sokkal lassabban ment végbe, mint a rendes, megtermékenyített petékből fejlődő embrióké. A megtermékenyítetlen petékből fejlődő embriók közt számos ikeregyén akadt. Ugyancsak megnőtt az ikeresetek százaléka, ha a peték zsúfolva voltak a tengervízben, ami végeredményben oxigénhiányt jelent. Tehát az ikerképződés fokozódását a fejlődés rendes menetének a meglassulása vagy gátlása okozza. NEWMAN a teknősök között észlelt rendellenes ikerképződéseket a megtermékenyített petét érő külső behatásoknak, mint például hirtelen hőmérsékletváltozásnak, túlsok vagy túlkeves nedvességnek, oxigénelégtlenségnek tulajdonítja. Az armadillonak fentebb említett rendszeres ikerképződését egyesek hiányos oxigénellátásból eredő fejlődésgátlással, mások ellenben genetikai tényezők-

¹ HILDEBRAND S. F.: Twinning in turtles. (The Journal of Heredity 1938. 243—253. old.)

kel, vagyis öröklött adottságokkal magyarázzák.

Úgyanitt említjük meg BLACK H.¹ ismertetését egy összenőtt emberi ikerpárról. GALYA és IRA nevű összenőtt ikrek 1937-ben élve születtek, és a moszkvai orvostani intézetben megfigyelés alatt voltak egyéves korukban bekövetkezett halálukig. Az ikerpárnak két feje volt és négy karja. Az összenövés a vállaknál kezdődött, úgyhogy tovább már csak egy has és két láb alakult ki. A belső szervek tekintetében a helyzet a következő volt: két emlőmirigy, két szív közös burokban, négy tüdő, egy köldök, két gyomor, egy hatalmas máj, két bélcsatorna közös ki-

vezető járattal és négy vese egyetlen hólyaggal.

A két fej folytatásaképpen két külön gerincoszlopuk is volt, tehát két külön idegrendszerrel rendelkeztek, minek folytán külön reagáltak nevük szólítására, vagy a fájdalomra, és egymástól függetlenül aludtak, bár vérkeringésük közös volt.

Először GALYA betegedett meg tüdőgyulladásban és egy ideig IRA szíve és tüdeje dolgozott mindkettőjük számára, úgyhogy a gyengébb GALYA tovább maradt életben, mint kórállapota szerint várható lett volna.

Az összenőtt emberi ikrek ritka rendellenességek. A tudományos ikervizsgálatokat az össze-nem-nőtt azonos ikreken végzik, ezek eléggé gyakoriak és hosszúéletűek is lehetnek.

Regős József.

¹ BLACK H.: Coalescent twins. (The Journal of Heredity 1940. 16—18. old.)

IV. A FÖLDTAN ÉS ÁSVÁNYTAN KÖRÉBŐL.

A Riss—Wülm jégközi korszak éghajlat-váltakozása. A szó szoros értelmében alig egy-két esztendő választ el bennünket attól az alig mult időtől, amikor a diluvium éghajlati viszonyairól jóformán csak olyan általánosságban mozgó megállapításokat mertünk kockáztatni, mint aminőket például a felső-kréta vagy a miocén éghajlatáról. De hiszen maga MILANKOVICS M., a diluvium éghajlata ingadozásainak első csillagász-kutatója is meglegedett azzal, hogy a földtani és földrajzi módszerekkel meggyőzően megállapított 9 diluviumi jeges szakaszt (glaciális) minél élesebben kidomborítsa; ezzel szemben a jégközi (interglaciális) korszakokról jóformán csak annyit mondott, hogy éghajlatuk változatos volt.¹

Csakhogy túlságosan mélyen gyökeresedett volt meg az a korábbi fölfogás, hogy a jégközi szakaszok éppen ellentétjei a jeges szakaszoknak. Más szóval tehát úgy vélték: ha az eljegesedések sarkköri éghajlatot jeleznek, az interglaciálisok viszont jó meleg idő-

szakok voltak. Különösen a Mindel-Riss, vagyis a nagy jégközi időszak volt az, amelyet a szakirodalom mint „nagyon meleg“-et tartott nyilván. Holott a valóságban csak az történt, hogy valahány lelőhelyen nagyobb számban találtak melegkedvelő növény- meg állatfajokat, az illető lelőhelyeket tüstént a Mindel-Riss szakaszba osztották be. Természetes, hogy ilyenén módon a melegkedvelő jelleg mind szembetűnőbbé vált.

Az általános tájékoztatás szemszögéből még csupán annyit óhajtanék előrebocsátani, hogy az utóbbi időben mind több kedvező jel szerint a diluvium éghajlat-ingadozásairól előbb utóbb megfelelően tiszta képet alkotunk magunknak. Kivált, amikor a SOERGEL, EBERL, ZEUNER és mások által földtani módszerekkel kimutatott diluviumi éghajlat-ingadozásokat MILANKOVICS csillagászati számításai is igazolták, — remélhettük a sikert. Mert hiszen elég egy futó pillantást vetnünk az alábbi táblázatra, azonnal szemünkbe ötlük a jeges és nem jeges (nevezük egyelőre csak így!) szakaszok váltakozásának mindkét módszerrel történt pontos fölismerése. S valóban nevezetes, hogy még az iker-

¹ MILANKOVICS M.: Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen. Berlin, 1930.

Csillagászati számítással nyert időszakok kikerekített ezerévekben (Milankovics)	Földtörténeti megfigyelések útján megállapított időszakok (Soergel, Eberl.)
20 (enyhe)	jelenkor
10 (jeges)	3. jeges (glaciális) szakasz } fölmelegedett (interstadiális) szakasz } WÜRM 2. jeges szakasz } jeges kor 30 (jégmentes)
10 (jeges)	
30 (jégmentes)	
10 (jeges)	
30 (jégmentes)	
10 (jeges)	1. jeges szakasz
70 (vegyes, enyhe)	jégközi (interglaciális) időszak
10 (jeges)	2. jeges szakasz } fölmelegedett szakasz } RISS 1. jeges szakasz } jeges kor
30 (jégmentes)	
10 (jeges)	
200 (vegyes, enyhe)	„nagy“ jégközi időszak
10 (jeges)	2. jeges szakasz } fölmelegedett szakasz } MINDEL 1. jeges szakasz } jeges kor
30 (jégmentes)	
10 (jeges)	
70 (vegyes, enyhe)	jégközi időszak
10 (jeges)	2. jeges szakasz } fölmelegedett szakasz } GÜNZ 1. jeges szakasz } jeges kor
30 (jégmentes)	
10 (jeges)	

eljegesedések köze (interstadiális), valamint a jégközi szakaszok (interglaciális) tartamának arányai is igazolást nyertek.

A kutató munka azonban itt sem állapodott meg. BACSÁK GYÖRGY¹ gondolt először arra, hogy a föld- és élet-tani vizsgálódások terepe sokkal inkább az interglaciális, mint a jeges szakasz, mert hiszen magán az eljegesedett területen voltaképpen minden növényi- és állati élet szünetelt.² Igen nagy szolgálatot tett tehát BACSÁK Gy. a tudománynak azzal, hogy a MILANKOVICSTÓL jórészt elhanyagolt

jégközi szakaszok éghajlati viszonyaira irányította a figyelmet. Leghatásosabban ezt az ő „Diluvium Naptára“-val érte el.

Ezúttal nem célok a diluvium valamennyi jégközi szakaszának éghajlati viszonyait vázolni. Rövidség kedvéért elégedjünk meg a legutóbbi, vagyis Riss-Würm jégközi szakasz éghajlat-változásainak bemutatásával. Erre a példára azért eshetik választásunk, mert üledékekben és ősmaradványokban leggazdagabb, legváltozatosabb és egyúttal legjobban átkutatott barlangjainkban ennek a jégközi szakasznak tanulmányozására nyílott legtöbb alkalmunk.

Eddig valamennyi hazai barlangunk között a bánhidai Szelim-barlang a legalkalmasabb példája annak, hogy a csillagászati módszerrel kimutatott

¹ BACSÁK Gy.: Az interglaciális korszakok értelmezése. (Az Időjárás 1940. 1—6. füz.)

² A mikroorganizmusok ugyanis itt nem vehetők figyelembe.

Kor	Az éghajlati szakasz			A Kárpátok ivén belül eddig ismert fontosabb lelőhelyek					Kultúra	
	ideje	tartama évek- ben	megjelölése	Krapina (Gorjanovic—Kram- berger)	Tata (Kormos T.)	Ohába—Ponor (Gaál I.)	Mussolini-barlang (Mettl M.)	Szelim-barlang (Gaál I.)		
	Bacsák György szerint*)									
D i l i u v i u m korszak (Interglaciális)	„Würm	110,600—122,000	11,400	jeges (glaciális)					Pinus montana Rangifer arcticus (Folyóvízi homok) D-réteg	Moustérien (71,400 év) Tulnyomóan lombos fák
		122,000—122,600	600	átmeneti						
		122,600—133,800	11,200	meleg (antiglaciális)	Ursus spelaeus, Crocotta spelaea Cervus elaphus Felis spelaea Sús scrofa, Dic. antiquit. Elephas primigenius Megaceros giganteus Spalax, Ochotona Citellus, Microtus		I. réteg Ursus spelaeus Lutra lutra Meles meles Felis silvestris Cervus canad. Equus ferus	Felső szint Pinus cembra P. montana, Homo primigenius Ursus spel. Cervus elaphus Meles, Lutra Felis spelaea Capra ibex Spalax, Lepus Ochotona, Citellus	E ₁ -réteg Ursus spelaeus Elephas prim. trogontherii	
		133,800—140,500	6,700	enyhe (szubtrópusi)					E ₂ Humusz	
		140,500—146,000	5,500	(Praewürm)						
		146,000—158,300	12,300	hűvös (szubarktus)			II. réteg Ursus spelaeus Ovis, Rangifer Equus	Középső szint Ursus spel. Larix, Pinus silvestris	E ₃ ?	
		158,300—160,000	1,700	átmeneti						
		160,000—170,200	10,200	enyhe (szubtrópusi)			III. réteg Homo primigenius Ursus spelaeus Canis lupus Crocotta spelaea Bos primigenius Ovis, Rangifer	Alsó szint Ursus spel C. lupus Croc. spelaea Capra ibex Rhus, Quercus	E ₄ ?	
		170,200—180,000	0,800	meleg (antiglaciális)	Homo primigenius. Ursus spel., Dic. Mercki, Felis silvestris, Lutra vulg. Dic. antiquit.				E ₅ Ursus spelaeus	
		180,000—182,000	2,000	átmeneti						

*) Ennek a hármas rovatnak vízszintes tagozásában a lehetőségig az évek aránya is kifejezésre jut.

Acheuléen

éghajlat-változások rétegtani és öslényntani bizonyítékokkal is igazolhatók. Mert míg a nevezetes krapinai megatatai lelőhelyek rétegtani viszonyai további részletezésre nem nyújtanak alkalmat, továbbá Ohába-Ponor és ismeretői szerint² a Mussolini-barlang is csak hármias tagozatot tüntet föl, addig a Szelim-barlangban a jégközi szakasz éghajlat-ingadozásait öt réteg (E_1-E_5) teszi valósággal kézzelfoghatóvá. És még talán ennél is többet mond az, hogy a Szelimben még az erre következő Würm I. jéges szakasz üledéke is megvan, s így a moustiéri kultúra teljes rétegsora képviselve van.

Mindenesetre nagy kár, hogy a Szelim E_1-E_5 rétegsora annyira szegény emlősmaradványokban. Igaz, nem jelentéktelen körülmény, hogy a barlangi medve éppen azokban a szintekben fordul elő, amelyek enyhe éghajlathoz semmi kétség sem férhet; ennél fogva éghajlatjelző szerepe tisztázódik. Remélhetjük tehát, hogy ezentúl nem kísért majd az az elavult fölfogás, hogy az *Ursus spelaeus* nemcsak hidegtűrő, hanem valósággal hidegkedvelő volt.

Megjegyzendő, a Szelim E_1-E_5 rétegeiből előkerült faszénmaradványok sok tekintetben pótolják majd az emlős maradványok gyér előfordulását.

Megvallom, amikor „BACSÁK „Diluvium Naptára“-val megismerkedtem, földtörténelmi szempontból értett gyakorlati hasznát kétségbe vontam. Annál inkább, mert hiszen BACSÁK maga is hangsúlyozta, hogy jóformán csak az antiglaciális éghajlatú szakaszok üledékei révén várhatók kézzel fogható bizonyító adatok.

Annál öröndetesebb, hogy a bányahidai Szelim-barlangban öt különböző-

réteg jelzi a Riss-Würm interglaciális éghajlatának ingadozását. S hozzátehetem: a cserépfalusi Mussolini-barlang-rétegsora, amennyire szelvényéből megítélhető — még több, illetőleg talán valamennyi változás nyomait megőrizte. Természetes azonban, hogy a barlangok rétegsorát elfogulatlanul kell értelmeznünk.

Mindennél fontosabb az, hogy ma már a diluviumi rétegsorokról, s ezek között elsősorban a barlangi üledékekről kiderült, hogy nem csupán időszakos, hanem egyúttal éghajlat-változások jelzői. Ha tehát a kutatók minden életnyomot megfelelő figyelemben részesítenek, a diluvium természeti viszonyairól csakhamar minden részletre kiterjedő, hű képet főtünk. *Dr. Gaál István.*

A szerbiai azbeszt. Ó-Szerbia bányakincsei sorában eléggé jelentéktelen szerepet játszik az azbeszt. Ám a mai viszonyok indokoltá teszik, hogy minden fölhasználható nyersanyagot számon tartsunk. A Dinarák néhány pontján már régebb idő óta ismeretes — eddig egészen jelentéktelennek minősített — azbesztre is ráterelődött a figyelem.

Amint egy német szaklapban közölték, a Belgrádban székelő Azbeszt Bányaművek a Josavicka-hegység lejtőin kibukkanó azbesztészkek lefejtéséhez már minden előmunkálattal előkészített. Megjegyzendő ugyanis, hogy ez az azbeszt, jóllehet rövidszálú, de mégis jóval jobb minőségű a többi szerb azbesztnél. Főleg azért, mert szótható és fonható.

Ezzel kapcsolatban megemlíthetem, hogy ilyen gyöngébb minőségű, de esetleg mégis fölhasználható azbeszt nyomai a Székelyföldön, Udvarhely vármegye déli határán, a Rika s a Baróti hegység nyúlványaiban is fölismerhetők. Az annyi ásványkincsben bővelkedő Székelyföldön valóban nem lepethet meg egy kiadósabb azbeszt előfordulás sem. *Dr. Gaál István.*

² MOTTE MÁRIA: A bükki moustérien európai vonatkozásban. (A cserépfalusi Mussolini barlang monografiája. 181—203.) Budapest, 1938.

KADIC O.: Cserépfalu vidékének barlangjai. (Barlangkutató XVI. köt. 141—203. old.) Budapest, 1940.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrés
típusi tartalommal;
időnkint szövegközti
ábrákkal illusztrálva.

KÖZLÖNYHÖZ

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a Társu-
lat tagjai évi 2 P rá-
fizetéssel kapják: elő-
fizetési ára a Termé-
szettudományi Köz-
lönyvel együtt 12 P.

73. KÖTETHEZ

1941. OKTÓBER—DECEMBER

224. FÜZET

A növényi festékek.¹

Kinek nem gyönyörködik a szeme, amikor a virágzó rét tarka, de mégis harmonikus színpompáját látja? Kinek nem nyugszik meg lelke, amikor a hegytetőről szétnéz a zöldelő erdők felé? Kora tavasszal még hó takarja az avart, amikor a hóvirág kedves harangocskái fehérteni kezdenek. Azután a kökörösibolyaszínű kelyhei jelennek meg a természetjáró szeme előtt, hogy egyre gyorsabb iramban átadják a helyet a késő tavaszi és nyári vadvirágok sárga, piros, fehér és kék szirmainak. A nyári hegyoldalon széttekintve azt hinné az ember, csupa egyhangú zöldet lát. Zöld a túlevelű fenyő, zöld a boróka, zöld a bükk és ugyancsak zöld a tölgy és mégis csodálatosan változatos árnyalatban mutatják meg a vándornak, milyen különbség lehet zöld és zöld között. A nyári séták után egyre rövidebbek a napok, kevesebb a színpompa a virágos réten. Az erdő megnyugtató, szemet pihentető zöldje is megváltozik, fakulni kezd a lomb. Kimondhatatlanul sok színárnyalatban sárga, barna, rótt és ibolyás foltok jelennek meg a jólismert hegyoldalokon. A változhatatlanságot csupán a fenyőerdők szinte fájdalmasan elsötétülő zöld pásztái jelzik. Ez az az őszi színpompa, amely annyiszor ihlette meg a mélabú költőit. Kis vártatva a tél következik. Szelíd hótakarójával eltakarja a tájat. Egyformán szép és egyaránt fehérre válik minden, az is, ami azelőtt színpompás, tarka, bájos képet nyújtott, de az is, ami talán egyhangú vagy sivár volt előbb. Néhány hónap múltán jön a várvavárt tavasz, s újból kezdődik a bámulatos színjáték.

Az egyszerű vándor meglepszik azzal, hogy gyönyörködik a növények színpompájában és élvezi a természet csodás harmóniáját. A természettudós persze ilyenkor is okozati összefüggést, magyarázatokat kutat, különösen akkor, ha ráadásul vegyész.

Hogy mi a végső célja a természetnek azzal, hogy ezt a szemünknek annyira tetsző színpompát évről-évre elénk tárja, bizony nem teljesen tisztázott kérdés. Fizika, élettan, biokémia, állattan és örökléstan össze kell hogy fogjon ennek a bonyolult természeti titoknak megfejtésére. Hagyjuk tehát el ezúttal ezt a bonyolult feladatot és lássunk hozzá a közvetlen okok kikutatásához, nézzük meg közelebbről a természetadta növények, a színes virágok, a zöldelő erdő, meg a csábító pompájú gombák színét, vizsgáljuk meg ezt a tarka világot a vegyész szemével és a szerves kémia fegyvereivel.

¹ Az 1940. évi Rauer-pályázaton jutalmat nyert pályamű.



Mindenki tudja, hogy a növények legapróbb alkotórészeitől, a sejtektől függ, hogy milyen színt sugároznak felénk. Ahol a sejtekben levegőbuborékok úszkálnak, ott a növény (vagyis sok ezernyi sejtnek szemünk előtt egybefolyó tömege) fehérnek látszik. Ahol viszont különféle szerves vegyületek kerülnek a sejtekbe, ott a szírvány valamelyik színe fog szemünkbe tűnni. Hogy melyik, azt a szerves vegyület (mondhatjuk úgy is, hogy a természetes festék) minősége szabja meg. Aszerint, hogy a szerves anyag a fehér fénysugárnak melyik alkotórészét nyeli el, ibolyaszínűnek, zöldnek vagy vörösnek fog látszani, vagyis a fehér fényből megmaradó színeket fogja kisugározni. Ezt a következő táblázatból könnyen megérthetjük.

1. TÁBLÁZAT.

Hullámhosszúság ezredmikronokban :	Elnyelt sugarak :	Megmaradt sugarak : (a tárgy színe)
400	ibolyaszín	zöldessárga
425	kék	sárga
450	búzavirágkék	narancsszín
490	kékeszöld	vörös
510	zöld	bíborszín
530	sárgászöld	ibolyaszín
550	sárga	kék
590	narancsszín	búzavirágkék
640	vörös	kékeszöld
730	bíborszín	zöld

Hogy azután az egyes vegyületek miért éppen a reájuk jellemző színt mutatják (azaz miért éppen bizonyos hullámhosszúságú sugarakat nyelnek csak el), arra általános szabályt ma még nem tudunk. Annyi bizonyos, hogy a kémiai szerkezet és a vegyület színe között szabályszerű összefüggések vannak. A természetes festőanyagok kivétel nélkül mind szerves vegyületek és érdekes, hogy a szerves vegyületek színének a szerkezettel összefüggését ma is nagyjából a Witt-féle, 1876-ból származó elmélettel lehet megmagyarázni.

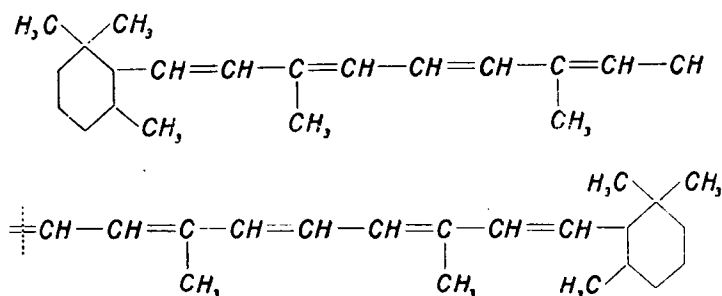
WITT szerint ugyanis két feltétele van annak, hogy valamely szerves vegyület színes, illetőleg festék lehessen : a molekulájában legyen úgynevezett $chrom$ (magyarul : színhordozó) csoport és ehhez úgynevezett $auxochrom$ (magyarul : színkifejlesztő) gyök kapcsolódjék hozzá. Ha csupán az előbbi feltétel teljesül, akkor $chromogén$ csoportról van szó. Ez magában véve lehet színtelen vagy esetleg színes is, de mégsem igazi festék. Szüksége van a kiegészítő auxochrom gyökre. Az auxochrom gyökök sorában az aminogyökök (NH_2 -) és a hidroxil-gyökök (OH) a legfontosabb és leggyakrabban.

A Witt-féle elmélettel nem lehet a szerves festékek igazi festőanyag voltát és a színnek a szerkezetét kielégítően megmagyarázni ; egész sereg újabb elmélet próbálta hibáit kiküszöbölni. Általános érvényű szabályokat azonban egyik utód sem hozott, s ezért a természetes festőanyagok rövid áttekintésénél a legcélszerűbb WITT elméletéhez ragaszkodnunk.

Mivel WITT elmélete szerint az auxochrom gyökök nem fajlagos megkülönböztetői, hanem közös alkotórészei a szerves festékeknek, világos, hogy a csoportosításnak csakis a chromophor-csoport lehet az alapja. A rendszerbefoglalást kissé megnehezíti azután, hogy egy-egy festékben több chromophor-csoport is lehet, igen változatos variációkra nyílik e szerint lehetőség.

A chromophor-csoportok szerint elsőnek a szerves festőanyagoknak azt a családját vehetjük szemügyre, amely etilén-kettőskötéseknek $>C=C<$ köszönheti színezőanyag jellegét.

KUHN és WINTERSTEIN kutatásai alapján tudjuk, hogy a kettős kötések tartalmazó (telítetlen) szénhidrogének általában hosszabb hullámú sugarakat nyelnek el, mint a megfelelő telített vegyületek. Ahhoz továbbá, hogy észrevehetően színes legyen a vegyület, legalább 5–6 rendszeresen ismétlődő kettős kötésre



I. ábra. Az α -karotin ($C_{40}H_{56}$) szerkezeti képlete.

van szükség. E festékcsoportot szerkezete miatt poliénfestékeknek, vagy legismertebb tagjáról *karotinoidok*nak hívják.

A vitaminok megismerése óta fokozott figyelmet szenteltek a kutatók a karotinnak, ennek a $C_{40}H_{56}$ összetételű szénhidrogénnek. A karotin ugyanis elővitaminja az A-vitaminnak, egy-egy molekulája kettéhasadva két-két molekula A-vitaminná alakulhat át az élő szervezetekben. Ez az élettani fontosság indokoltá teszi, hogy a karotin legalább egyik fajta módosulatának, az α -karotinnak a szerkezetét is bemutassuk.

Amint a szerkezeti képletből látjuk, az α -karotin hosszú szénatomláncú vegyülete nem teljesen szimmetrikus, a két vége egymástól elütő, s ez magyarázza meg, miért téríti el útjából a fénysugarat (optikailag aktív). Képzeljük el már most, hogy a szénláncnak mindkét végén az előbb a jobboldalon látt szerkezet szerepel, s akkor tisztában vagyunk a β -karotinnal is. Ha ez utóbbit a középvonalon elhasítjuk, két egymással teljesen megegyező darabot kapunk. Folytatva a karctin váltzatainak sorozatát, a γ -karctin következik. Ennél elmarad az egyik lánc végén a zárt szerkezet, kinyílik a kör. Ha végül ez a nyitott szerkezet a láncnak mindkét végén megjelenik, a paradicsom festőanyaga, a *likopin* áll előttünk. Érdekes egyébként, hogy a karotinnak, ennek a közismert sárga festőanyagnak mindhárom módosulata egészen tiszta, kristályos alakban, ibolyaszínű prizmák képében jelentkezik. A növényvilágban nagyon elterjedt ez a festékcsoport, a természet festőpalettájának kedvenc színei a karotinoidok sorából

kerülnek ki. Az előbb említettek közül a karotin nemcsak a sárgarépanak a fő festőanyaga, hanem kisebb-nagyobb mennyiségben előfordul a fűfélékben, a csalánban, sok gyümölcsben és néhány virágban (pl. sárga nárcisz). Hasonlóképpen a likopin elterjedése sincsen csupán a paradicsomra korlátozva, hanem más növényi terméskben és gyümölcsben is megtalálható. Az érett görögdinnye húsában pl. a paradicsom és a sárgarépa festékének, azaz a likopinnak és a karotinnak a keveréke a festőanyag. Aszerint, hogy a piros likopinból, avagy a sárga karotinból van több, a dinnye színe is a sötétvöröstől a halványsárgáig változni szokott. A vadrózsa jólismert terméseinek is a likopin adja meg piros színiket. A paprikában ugyancsak megtalálható a karotin és a likopin egész sereg más festőanyag kíséretében.

Meg kell ugyanis jegyeznünk, hogy a természetben távolról sincsenek meg az elméletileg elképzelt teljes elkülönítések. Amint az anyagcsere sem egyszerű oxidáció, hanem rendkívül bonyolult, lépcsőzetesen lejátszódó reakciókból összetett és a szervezet pillanatnyi szükséglete szerint változó módon lejátszódó folyamat, úgy a növények világának színeit sem egészen egységes, egyetlen festőanyagból álló vegyületek okozzák. Jóformán minden növény levelében, virágjában és termésében összetett festékrendszerből, rendszerint egy-két főalkotórészből és számtalan kis mennyiségben jelenlévő kísérő festékanyagból áll a színt adó vegyületes csoport. Valahogy úgy képzelhetnők a dolgot, mintha csak az általános utasítás volna nagy vonalakban meghatározva a növényfaj szerint. Hogy azután az egyed a sok reakciólehetőség közül melyiket használja ki és a növény „nyersanyagaiból“, a vízből, levegőből és a napfényből a bonyolult katalitikus reakciók eredményeként milyen arányban állítja elő a főfestékeket és milyenben a kísérőanyagokat, az az egyedi tulajdonságoktól, a körülményektől és az átöröklött hajlamoktól függ.

A festékrendszer bonyolultságát legjobban egy minden magyar embert érdeklő példával, a paprika festőanyagaival mutathatjuk be. ZECHMEISTER és CHOLNOKY kutatásai kiderítették, hogy az érett paprikának poliénoszterekből áll a festőanyaga, ez azonban távolról sem tekinthető egységes anyagnak, hanem színes viaszok keveréke. Az előbb felsorolt poliénfestékek közül β -karotin és nyomokban α -karotin van ebben a viaszkeverékben, a poliénnalkoholok sorából pedig a capsanthin, capsorubin, zeaxanthin, lutein, kryptoxanthin és néhány eddig ismeretlen szerkezetű poliénfesték található benne. Ez utóbbi festékek különféle szerves savakhoz kapcsolódva, természetesen igen sok változatban szerepelhetnek. Ugyanaz a poliénnalkohol hol palmitinsavval, hol stearinsavval, miristinsavval, carnaubasavval, vagy olajsavval alkothat esztereket, esetleg két-két savval is képezhet vegyületeket. Egyáltalán nem túlzás tehát a kutatóknak az a meglepően ható állítása, hogy az érett paprika terméshúsában legálábbis az egymástól különböző festőanyag szokott jelen lenni. Mennyiségileg az összes többi festéket a capsanthin szárnyalja túl, ez tehát a fő festékanyag, amely mellett a többiek aránya természetesen a paprika fajtája és egyedei szerint elég tág határok között változik.

Okunk van feltenni, hogy ez a részletesen megvizsgált eset nem egyedülálló, hanem jóformán áll a természet minden színes anyagára. Mindenütt kísérőanyagok szerepelnek a fő hatóanyagok mellett. Hasonló természetűek a növények

zamat- és illatanyagai is. A jellegzetes főalkctórészét finom érzékkel összeválogatott és az igazi zamatot tökéletes biztonsággal megadó mellékanyagok kísérik. Ez teszi annyira nehézé a természetadta zamatnak, íznek és illatnak a tökéletes utánzását. Ezért bonyolult és ezért kerülne sokba ezeket a természetes vegyületkeverékeket a laboratóriumban előállítani. Rendesen megelégszenek a főalkctórészek elcgyítésével, ami felületes szemléltőten, avagy gyári tömegcikkekben megközelíti a természetes anyagnak érzékeinkre gyakorolt hatását.

Térjünk azonban vissza a $>C = C <$ kötésű chromophor-csoport többi festőanyagához. Eddig a tisztán szénből és hidrogénből álló poliéneket ismertük csak meg, van azonban sok olyan polién is, amelyben már oxigén is van. Ezeket a poliénnalkoholokat gyűjtőnéven *xanthophyll*oknak hívják. Szerkezetükben a hosszú szénláncokat a jellegzetes kettős kötések tarkítják és a láncok végén megjelennek a karotinoknál ismertetett különleges atomcsoportok. Említésre méltók e sorozatban a következő festőanyagok.

A *kryptoxanthin*, $C_{40}H_{56}O$, a kukoricának és a paprikának sárgászöld festőanyaga, sok bogyóban is megtalálható. A kristályalakban vöröses *lutein*, $C_{40}H_{56}O_2$, a növényvilágban igen elterjedt sárga festék. Sok van belőle a csalámban. Rendszerint a levelek zöld festőanyagának, a klorofillnak a kísérője. Ugyanilyen az összetétele, csak más a térbeli elrendeződése a kukorica jellegzetes halványsárga festőanyagának, a *zeaxanthin*nak.

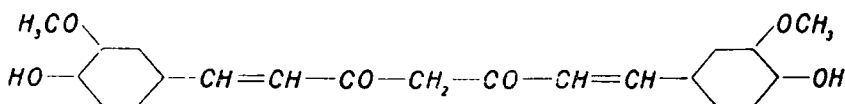
A sorban most egy oxigamma-karotin, a *rubixanthin* következik. Ez színezi rézvörössé a csipkerózsa bogyóit. Három *OH*-csoport van a szironták élénksárga szirmainak festőanyagában, a *flavoxanthin*ban. Az ibolya szirmaiból egy barnászöld oszlopkákban kristályosodó festőanyagot különítették el. Ennek a *violaxanthin*nek négy *OH*-csoport szerepel a molekulájában. Ugyancsak négy hidroxilt találtak a pitypang szirmait élénksárgára festő *taraxanthin* molekuláiban. Végül valóságos *OH*-halmczást látunk a barna moszatok festékjérek a szerkezetében. Ez a *fucoxanthin*nek elnevezett poliénnalkohol ugyanis hat hidroxilcsoporttal dicsekedhetik.

Ha azután az alkoholok savakkal kombinálnának, újabb színváltozatok jönnek létre. Ezek közül a természetadta eszterek közül „látásból“ mindnyájan ismerjük a *helienin*t. A luteinnek ez a dipalmitinsavas esztere festi narancsszínűre a Peruból hozzánk került kerti virágnak, a sarkantyúkának szirmait. A *zeaxanthin*nek ugyanilyen eszterét, a *physalient*, a kukoricában és sok bogyós gyümölcsben találták meg a kutatók. A *caricaxanthin* pedig a *kryptoxanthin*nek az esztere a *Carica Papaya*ban, ebben a trópusi gyümölcsben szerepel színezőanyagként. A sorozat végére illeszthetjük a tiszafa termésének vörös festékanyagát, a *rhodoxanthin*t. Ez nem alkohol, nem is eszter, hanem kettős keton. A hosszú, negyven szénatomos lánc mindkét végén ugyanis egy-egy keton-csoport ($>C = O$) szerepel.

A negyven szénatomos karotincidok lebontása révén képződhetnek olyan kisebb szénláncú vegyületek, amelyek közt ugyancsak akadnak szép színárnyalatú festékanyagok. Említésreméltó ezek sorában a sáfrány élénksárga színezőanyaga, a narancsszínű oszlopkákban kristályosodó *zafrin* ($C_{27}H_{38}O_4$). Ennek a szerkezetében érdekes, hogy a rendszeresen ismétlődő kettős kötések mutatós szénlánc egyik végén a karotinnál található hasonló atomcsoport foglal helyet,

megában foglalva két OH-csoportot. A lánc másik végződése nyitott: egy COOH-gyök zárja le. Az azafrin szakszerű meghatározása tehát: dioxi-karbonsav. Van a sáfrányban egy másik karbonsav-festék is, a *c r o c e t i n* ($C_{20}H_{24}O_4$). Ez azonban glukózhoz kapcsolódva fordul elő a növényben. A szénatomok láncának mindkét végén karbonsav szerepel a *Bixa orellana* nevű délamerikai növény festékanyagában, a *b i x i n*ben ($C_{25}H_{30}O_4$). Vegytiszta, kristályos állapotban barnászörös ez a vegyület, a természetben pedig nagy hígításban fordul elő és tetszetős élénksárgára festi a termést.

A vegyészek és gyógyszerészek jó ismerősével, a *k u r k u m* ával zárhatjuk le a chromophorcsoportok e sorát. A kurkumapapiros igen elterjedt indikátor, savanyú közegben sárgászörös a színe, lúgos oldatban pedig vörösesbarnává sötétül. Színezőanyagát, a *k u r k u m i n*t, a természet évezredek óta előállítja, a vegyészek azonban csak 1918 óta tudják a felépítést a laboratóriumokban utánozni. Teljesen szimmetrikus a szerkezete:

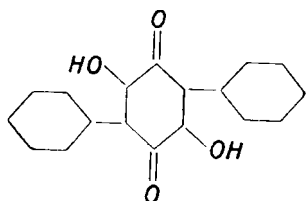


2. ábra. A kurkumin szerkezeti képlete.

Festőanyag jellegét kétféle chromophor-csoport adja meg, a $>C=C<$ gyökök mellett ugyanis két $>C=O$ gyök is szerepel benne. Kristályos állapotban élénk narancsszínű.

$>C=O$ és $>C=C<$ csoportok a chromophorok a következő csoportban is, itt azonban már nem találunk hosszú, nyílt szénláncot (alifás vegyületeket), hanem C_6H_5 -csoportok (benzolgyűrűk) alkotják a festőanyag szerkezetét.

Néhány gomba színezőanyagával kezdhetjük a felsorolást. A zsemlyegomba-fajták (*Polyporus*) ibolyástól barnáig váltakozó színárnyalatait a *p o l y p o r s a v* jelenléte okozza. Ennek szerkezete egyszerű, de szépen szimmetrikus. Vegytiszta állapotban haragos ibolyaszínűek a kristályai. E festékcsoport szerkezetének felderítését KÖGLnek köszönhetjük. 1928-ban sikerült tisztázni, hogy cinkporral lepárolva, három benzolgyűrűből álló vegyület, a terphenyl képződik belőlük. Ez igazolta tehát, hogy az eredeti festékekben is három egymáshoz kapcsolódó benzolgyűrűnek kell lennie, miként a polyporsav alábbi szerkezeti képlete mutatja.



3. ábra. A polyporsav (3. 6 — dioxy — 2. 5 — diphenyl, 4 — benzochinon) szerkezeti képlete.

Ha azután a polyporsav két szélső benzolgyűrűjébe egy-egy OH-csoport lép be szimmetrikusan, a bársonyostönkű cölöpgombának (*Paxillus atrotomentosus*) sárgásbarna, bronzszínű festőanyaga alakul belőle. A cölöpgomba latin nevére a *t r o m e n t i n* nek nevezték el ezt a festőanyagot.

A mérges gombák királyának, a légyölő galócának egyik színezőanyaga, a narancsszínű *m u s c a r u f i n* is ebbe a csoportba tartozik,

A hármás benzolgyűrűre ebben az esetben a két oxigénatomon felül egy OH-, két COOH- és egy telítetlen CH=CH—CH=CH—COOH lánc akaszkdik reá. Nincs még teljesen igazolva, de valószínű, hogy a gombában nemcsak ebben az oxitrikarbonsavas alakban, hanem glukózhoz kötötten is jelen van ez a festőanyag.

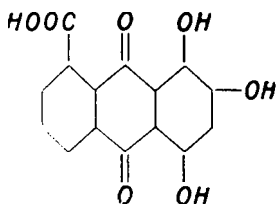
Három benzolgyűrű található a sátságomba (*Boletus satanas*) festőanyagának, a sárgaszínű boletolnak a szerkezetében is. Egyúttal azonban nem a polyporsavnál látott módon kapcsolódik egymáshoz a három benzolmag, hanem anthrachinon-kötésben.

Ismeretes, hogy ennek a gombának élénksárgaszínű húsa a felmetzés után a levegőn hamarosan megpirosodik majd megkékül. KÖGL szerint ez a színváltozás egyszerű oxidáció eredménye. Egy gyors hatású erjesztő lép működésbe s a levegő oxigénjével egyesíti a

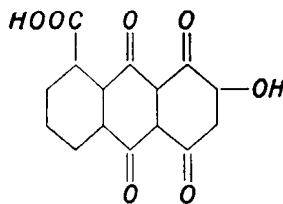
boletol jobboldali benzolgyűrűjére kapcsolt OH-csoportok hidrogénjeit. Az ekként képződő dichinonnak kék a színe. Ez a rövid idő alatt lejátszódó vegyi folyamat természetesen nincs összefüggésben a sátságomba mérgező hatásával, de elegendő ahhoz, hogy elijessze az embert. Az ijedségből azután bámulat lesz, ha megértjük, milyen bonyolult reakció ez az enyhe oxidálódás. Szégyenszemre be kell vallanunk, hogy bizony a vegyészeknek különleges vegyszerekre, óvatos hevítésre és nagy tudásra van szükségük, hogy „lekapcsolják“ a hidroxilcsoportok hidrogénjeit anélkül, hogy egyéb változás történjék a vegyülettel. A vadon termő erdei gomba parányi „vegyi gyára“-ban a saját maga termelte erjesztő pillanatok alatt biztos eredménnyel elintézi az enyhe oxidálást, mégpedig pompás kitermeléssel.

Anthrachinonos a szerkezete a festőbuzér színezőanyagának, az alizarinnak is. Az anthrachinonban csupán a középső benzolgyűrűhöz van két O-atom chinonkötésben hozzákapcsolva, az alizarinban, ebben a szép vörös festőanyagban pedig a jobboldali benzolmagon még két OH-csoport is függ. Évszázadokig igen nagy volt a természetes alizarin ipari jelentősége. GRAEBE és LIEBERMANN 1868-ban fedezte fel az alizarin vegyi szerkezetét s ettől már csak egy lépés volt a laboratóriumi felépítés megvalósulása. A vegyi gyárak versenyét nem bírta el a természetes buzérfesték, úgyhogy ma már nem is termesztik. Van a buzérban az alizarinon felül is egy másik anthrachinon-szerkezetű festőanyag, a purpurin. Szakszerű elnevezése 1, 2, 4-trioxianthrachinon, ami annyit jelent, hogy az egyik benzolgyűrűjén nem két, hanem három OH-csoport függ. Érdekes, hogy ennek az egyetlen OH-csoportnak a hozzákapcsolódása a vörösből a bíborszín felé tolja el a vegyület színét.

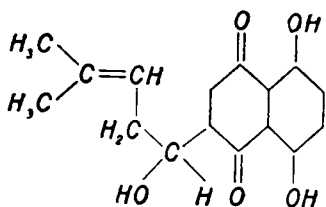
A baloldali benzolgyűrűt kibontva látjuk egy másik festőgyökér a színezőanyagának a szerkezetében. Az alkanna festőanyagának, az alkanninnak ugyanis a következőképpen ábrázolhatjuk az összetételét.



4. ábra. A boletol (trioxy-anthra—chinon—karbonsav) szerkezeti képlete.



5. ábra. A boletol kékszínű oxidációs terméke (dichinonja).



6. ábra. Az alkannin szerkezeti képlete.

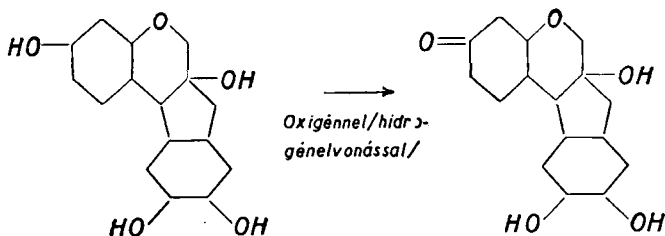
Érdemes megemlíteni, hogy ez a vörös festőanyag optikailag aktív, aránylag igen erősen balra téríti a fénysugarakat. Szimmetriátlan szerkezete magyarázza ezt a viselkedését. Ritka azonban az az eset, hogy a természetes festékek sorában optikai ellenlábását, a fénysugarat jobbra forgató vegyületet is megtalálhassuk. 1922-ben fedezték fel ugyanis MAJIMA és KURODA japán vegyészek a *shikon* nevű

japán növény gyökerében a $C_{16}H_{16}O_5$ összetételű és az alkanninnal megegyező szerkezetű vegyületet, amely optikailag ellentétes hatású. Az előfordulás megjelölésére *shikoninnak* nevezték el ezt az ugyancsak vörösszínű festékanyagot.

A természetes növényi festőanyagok következő csoportjának közös jellegzetessége az úgynevezett *chromon-szerű szerkezet*, amelyben egy benzolgyűrűhöz egy különleges második gyűrű kapcsolódik. Ez az utóbbi gyűrű egy $-C=O-CH=CH-O-$ láncból áll a benzolgyűrű két szomszédos szénatomját köti egymással össze.

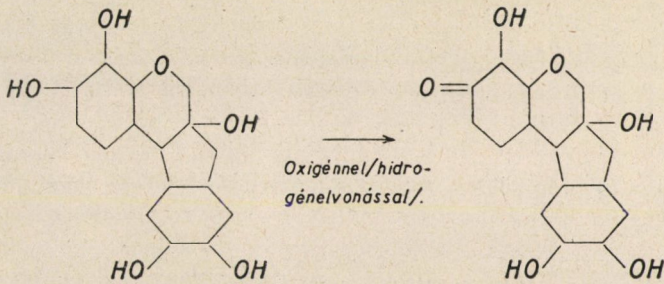
Az exotikus trópusi fák színezőanyagai a legfontosabb képviselői ennek a csoportnak. Ezeket a fákat, illetőleg a belőlük készült kivonatokat régen igen elterjedten használták a festőiparban. A kátrányfestékek nagyipari előállítására és olcsósága erősen visszaszorította őket, de sok esetben ma is alkalmazhatók maradtak. Érdekes, hogy a festőfakivonatok eredeti anyagában csak színtelen, úgynevezett leukovegyületeket találunk. A levegő oxigénjének hatására válik le a leukovegyület két-két hidrogénatomjából ez a csekély változás elegendő ahhoz, hogy erőteljesen színező festőanyaggá alakítsa a színtelen vegyületet.

A vörös festőfakivonatot amerikai fafélékből (pernambuco-, brazil-, bahia-, limafából) készítik. Gyapotáruk festésére néha az ipar is használja ezt a természetes festéket. PFEIFFER szerint a vörös festőfakivonatot leukovegyületének festékké alakulása a következőképpen megy végbe :



7. ábra. Brazilein keletkezése brazilinból. (Színtelen leukovegyületből oxidáció révén festék keletkezik.)

A baloldali, színtelen vegyületből két hidrogénatomjának oxidációja révén a jobboldali, vörös-vörösbarna festőanyag képződik. Egészen hasonló a festékképződés a kampés-fából készülő úgynevezett kék festőfakivonat esetében. Itt a természetes anyag haematoxylinjéből oxidáció útján színes *haematein* keletkezik. Az utóbbi vegytiszta állapotban zöldessárga fényű vörösbarna kristályokból áll.

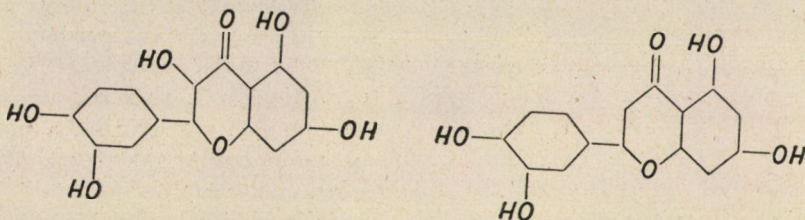


8. ábra. Színes haematein keletkezése a színtelen haematoxylinból.

A kampséfa kivonatának ipari használata ma sem szűnt meg.

Pácfestékeknek főleg azért szeretik használni, mert különböző pácolással egészen különféle színeket tudnak a segítségével elérni. Krómos pácolással például a sötétkéktől a feketéig terjedő színárnyalatokat, vasas páccal tiszta feketét, ónos páccal ibolyásvörösét és alumíniumos páccal szürkés ibolyát mutat. Vegyi szempontból az ipari festésnek ez a módja azért érdekes, mert három különálló tényező játszik közre, amíg véglegesen használható festőanyag képződik. Először a természet állítja elő a haematoxylint, ezt a színtelen leukovegyületet. Azután a levegő oxigéne lép közbe s haematein alakításával segít egy fokkal előbbre. Végül a vegyész kezdi meg munkáját s a fémsókat tartalmazó páccal irányítja a természet erőit az általa kívánt cél érdekében.

A chromon-csoporthoz ugyancsak phenolgyűrű kapcsolódik a flavon-festékekben, de csupán egyszerű s nem kettős kötéssel. Ezek sorában igen elterjedt növényi festőanyag az amerikai tölgy kérgében glukozyd alakjában előforduló *quercetin*. Selymet és gyapjút ma is sokszor ilyen tölgykéreggel festenek sárgaszínűre. Vegytiszta állapotban arany-sárgák a kristályai. A tölgykérgen kívül megtalálható a sárga quercetin sok sárga virág szirmában, pl. az aranyesőben, árvácskában, szőlő-, tea- és komlóvirágban. Majdnem megegyező a vegyi szerkezete a rezedavirág sárga festékanyagának, a *lutolin*nak.

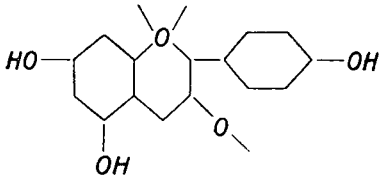


9. ábra. Quercetin (balról), luteolin (jobbról).

A különbség csupán annyi, hogy a quercetinben a chromon-csoporton nem H-atom függ, hanem egy OH-csoport kapcsolódik hozzá. A rezedavirág luteolinja előfordul azután a gyűszűvirágban és a nyulrektyében is. Ha pedig a luteolin jobb oldali szélső OH-csoportjához egy $-O \cdot CH_3$ -csoport kapcsolódik, akkor a petrezselyem egyik mellékfestéke áll előtünk. Ebbe a csoportba tartozik még a sárga festőfa festékanyaga, a *morin* is. Ez a quercetinnek izomer vegyülete.

WILLSTÄTTER, ROBINSON és KARRER érdeme, hogy a vegyi szempontból az előbbiekhöz közelálló következő festékesoportnak, az *antociánoknak* a szerkezetével ma már többé-kevésbé tisztában vagyunk. KEEBLE és ARMSTRONG viszont arra nézve jutottak értékes eredményekhez, hogy a növények virágzatában hogyan képződnek a különböző színű vegyületek, miként áll elő ugyanabban a virágsziromban a tarkaság, a fehér színek és más színeknek az a bámulatos sok változata, amelyet oly gyönyörködve szemlél az emberi szem.

Az antociánok tulajdonképpen nem tisztán fordulnak elő a természetben, hanem a növényi szervezet cukrokhoz, mégpedig vagy szőlőcukorhoz (glukóz), vagy ramnózhoz szokta őket kapcsolni. Aszerint azután, hogy melyik alapvegyület milyen cukorral párosul és a benzolgyökök hidrogénatomjai helyébe milyen módon és hány metil- vagy hidroxil-csoport lép, a színek számtalanul sok árnyalata állhat elő. Az antociánfestékek színpompájának változatosságát még az is növeli, hogy ugyanaz a festőanyag a közeg hidrogénionkoncentrációja



10. ábra. A pelargonidin (vöröszínű változatának) szerkezeti képlete.

szerint más és más színű lehet. Ennek kémiai magyarázatára később még visszatérünk. Vegyi szempontból különlegesség az antociánok szerkezetében az úgynevezett oxoniumkötés alakjában előforduló négy vegyértékű oxigénatom. Alapvegyületként a természetben ilyen alakban elő nem forduló pelargonidin szerkezetét mutatjuk be:

A pelargonidinnak különféle glukozidvegyületei adják a muskátli, az őszirózsa, a gladiolusz és a zsálya piros színeit, ezek festik az erdei epret olyan hivatkozóan pirosasra s ilyet találunk a narancsszínű dáliaikban is.

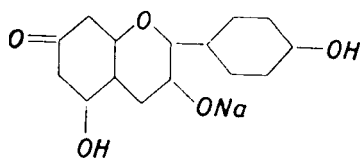
Ha mármint a pelargonidin jobboldali benzolgyűrűjén függő OH-csoport fölötti szénatomon megkapaszkodik még egy OH-csoport, a *cianidin* t kapjuk. Aki nem szakember, bizony nehezen hiszi el, hogy a cianidinnak ugyanaz a kettős glukozidja színezi pirosra a rózsa szirmai t és festi kékszínűvé a búzavirágot! Ilyen glukozid fordul továbbá elő a piros mákvirágb an és a kaktuszdáliákban is. A cianidinnak egyszerű glukozidja a *chrysanthem in*, az őszirózsa n a k egyik fontos színezőanyaga. A gyümölcsfák festőanyagainak sorában is sok a cianidin-glukozid. A kökényben, a piros és fekete áfonyában, a szilvában, a piros és fekete cseresznyében a cianidinnak glukózzal, ramnózzal és galaktózzal képzett kombinációi a színezőanyagok. Cianidin-származék végül a pünkösdi rózsa bíborvörös színezőanyaga is, ebben a cianidin jobboldali benzolgyűrűjének egyik OH-csoportját O-CH₃-csoport helyettesíti.

Az antociánok harmadik alapvegyülete a *delfinidin*. Ha ismét a pelargonidin szerkezeti képletét nézzük és elképz eljük, hogy a jobboldali benzolgyűrű három szomszédos szénatomján függ egy-egy OH-csoport, tisztában vagyunk a delfinidin szerkezetével is. A delfinidinnak a természetben előforduló glukozidjai közül az árvácska és a szarkaláb kék színezőanyagát, a mályva kék-piros festékjét, a búkköny virágjainak és a szőlőnek festékanyagát említhetjük meg.

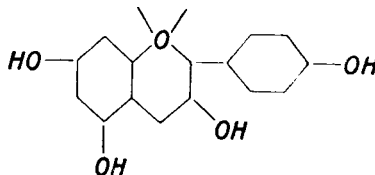
Érdekeség kedvéért közölhetjük, milyen különös összefüggéseket derítettek fel a kutatók az utóbbi időben a növényvilág különféle rendeltetésű vegyület-sorozatai között. A tölgyfakéreg előbb említett festékanyagát, a quercetint például a laboratóriumban át tudják alakítani cianidinkloriddá, ezt pedig tovább építhették epikatechiné. A három vegyület közül az első, a quercetin, a növény anyagcseréjében fontos szerepet játszó, könnyen oxidálódó, belső rendeltetésű anyag, a második, a cianidin a virág szirmait színező, elsősorban a külvilág felé fontos jelzőanyag és a harmadik, az epikatechin pedig cseersavszármazék, amelynek a növény testének felépítésében és mechanikai védelmében van különleges megbízatása. Három egészen eltérő célú vegyületet tehát a vegyi szerkezet közös szálai fűznek egymáshoz, a három csoportot az egyetlen cél, a növény életének fenntartása érdekében teszi a természet egymás mellé, valószínűleg azért, hogy szükség esetében átalakíthatók legyenek és pótolhassák egymást ott, ahol éppen sürgősen kellene.

Hosszas kutatás volt szükséges ahhoz, hogy kiderítsék, mi a magyarázata annak, hogy ugyanaz az antocián az egyik virágot pirosra, a másikat kékre, a harmadikat pedig ibolyaszínűre tudja festeni. A természet talán egyszerűsíteni akarta a festékképzést azzal, hogy indikátorszerű anyagokat állít elő a növényekben. Az ilyen virágokban tehát a festőanyagképzés teljesen megegyező, a növény azonban a sejtnedv lúgosítása vagy savanyítása révén állít elő piros, ibolyaszínű, vagy kék virágszirmokat.

Ennek az érdekes színváltozásnak a vegyi magyarázata valószínűleg az, hogy a savanyú közegben a pelargonidin szerkezeti képletében az előbb ábrázolt négyvegyértékű oxigénhez a savnak megfelelő savmaradék kapcsolódik hozzá. Lúgos közegben több a változás, amint a következő képletből látjuk.



11. ábra. Pelargonidin (k⁴kszínű változatának) szerkezeti képlete.



12. ábra. Pelargonidin (ibolyaszínű változatának) szerkezeti képlete.

Ilyenkor az oxoniumos szerkezet eltűnik, a baloldali benzolgyűrű egyik hidroxiljából csak az oxigén marad meg, a középső gyűrűn függő OH-csoportba pedig a lúg kationja lép be. A harmadik esetben anhidrobázisok vagy úgynevezett „belső oxoniumsók“ keletkeznek.

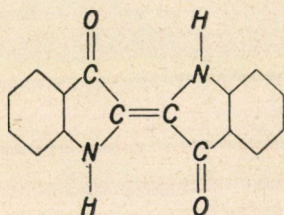
A középső gyűrűben megjelenik tehát ismét a négy vegyértékű oxigénatom és kettős kötéssel kapcsolódik a szomszédos szénatomhoz. A pelargonidin példáján bemutatott változatok természetesen bármelyik más antociánon is hasonlóképpen előfordulhatnak és még sokasodnak azáltal, hogy nemcsak a középső gyűrű oxigénjével, hanem a baloldali gyűrű OH-csoportjainak oxigénatomjával is megeshetik a közeg savanyúsága vagy lúgossága szerint az előbb leírt változás.

Ha végül hozzátesszük, hogy az antociánok még egymással is kombinálódhatnak és a glukózon s más cukrokon kívül cseersavszármazékokkal ugyancsak

összekapcsolódhatnak, beláthatatlan sokaságú vegyületlehetőségeket láthatunk az antociánszármazékok világában. Ezzel a festőkészlettel lehet azután színpompás mezőket, virágos réteket és jól ápolt kerteket bámulatosan változatos színárnyalatokkal ellátni.

A tarka virágszirmok képződésére KEEBLE és ARMSTRONG azt az elméletet állította fel, hogy a szín kialakulásához a növénynek különleges erjesztők tevékenységére is van szükség. Azokban a sejtekben azonban, amelyekben előttünk ismeretlen okokból nincs jelen ez az erjesztő, elmarad a festőanyagképződés, az alapanyag nem változik át színes vegyületté, a virág szirma vagy pártája tehát fehér marad. A petúniák és kankalinok fehérrel tarkított virágjaira áll is ez a magyarázat, de nagy általánosságban nem válik be. Vannak tudniillik olyan virágok is, amelyekben a kutatók mindenütt megtalálták a színeképződéshez szükséges alapanyagot és az erjesztőt, mégsem alakult ezekben a sejtekben semmiféle festék sem. Az erjesztő-elméletet tehát meg kellett toldani azzal, hogy bizonyos esetekben olyan anyagok is jelen lehetnek a növény sejtjeiben, amelyek meg tudják akadályozni a festékképződést akkor is, amidőn minden alapanyag rendelkezésre áll. A virágszirmok tarkaságát tehát a természet olyan különleges eszközökkel is elő tudja idézni, amelyeket festőink bizony nem használhatnak.

A kutatók egész sora munkálkodott azon, hogy az évszázadok óta használt fontos kék festéknek, a természetes indigónak vegyi szerkezetét felderítse.



13. ábra. Az indigó szerkezeti képlete.

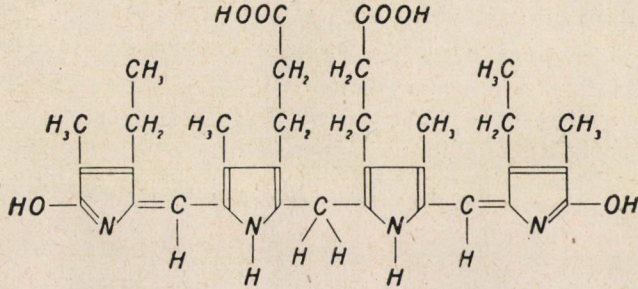
Magában az indigónövényben glukozid alakjában fordul elő az alapanyag. Színezőanyagjellegét $>C=O$ -csoportjai adják meg. Vegytiszta állapotban sötétkék és igen erős festőképességű. KUHN szerint az indigó úgynevezett négypólusú vegyület, ami a szerkezeti képlete alapján érthető is.

A két NH-csoport és a két O-atom az indigó-molekula négy pólusa. Ha a térben elrendeződve képzeljük az indigómolekulát, a kettős kötések rendszeresen ismétlődő sorát látjuk s ezzel megokoltnak tarthatjuk erős színezőképességét.

Az indigó vegyi összetételének és szerkezetének felfedezése után megindult a munka a természetes vegyület laboratóriumi felépítésére. Az indigó nagy ipari jelentősége magyarázza, hogy mai napig harmincnél több eljárást ismerünk az indigó mesterséges előállítására. Hogy az indigógyártással milyen termelési és kereskedelmi válság állhatott elő, azt megérthetjük abból, hogy 1895-ben Indiából mintegy 100 millió pengő értékű természetes indigót vittek ki az angolok a világ minden tája felé, 1911-ben pedig csak körülbelül 6 millió pengő értékűt. A különbségnek oroszlánrészét a német vegyi ipar mesterséges indigója vitte el az angolok elől.

Elértünk végül a növényi festékanyagoknak az előbbieknél sokkal bonyolultabb szerkezetű csoportjához, a klorofill- és haeminszármazékokhoz. Ezek igen érdekes összefüggéseket mutatnak a növény- és állatvilág között. A felsorolást a vörös moszatok két festőanyagával, a *phycocerythrobilin* nel (ez vörösszínű) és a kék *phycocyanobilin* nel kezdhetjük. Laboratóriumi

kezelésnél katalizises redukció útján mezobilirubin képződik mindkét festőanyagból. A moszatfestékek vegyi szerkezetének bonyolultságát ennek az átalakulási terméknek, a mezobilirubinnak szerkezeti képletével igyekszünk igazolni.



14. ábra. A mezobilirubin szerkezeti képlete.

Akármilyen különösen hangzik, ennek az előbb bemutatott szerkezetű mezobilirubinnak a révén bizony rokonságot tarthatunk mi is a vörös moszatokkal. A biokémiából tudjuk ugyanis, hogy az emlős állatok s így az ember májában a vérfestékből a bilirubin nevű epefesték keletkezik. Ebből a bilirubinból pedig katalizises redukcióval ugyanazt a mezobilirubint lehet előállítani, mint amilyent a moszatfestékekből. Ebből világos, hogy a moszatfesték kémiailag közeláll az epefestékhez, illetőleg a vérfestékhez.


Nemcsak a vörös moszatokat, hanem minden zöld növényt is be kell fogadnunk rokonságunk körébe, ha felismertük a klorofillnak (a növények zöld festőanyagának) és a haeminnek (a vörös vértestecskék festőanyagának) vegyi rokonságát.

Az eddig ismertett növényi festőanyagok életvegytani jelentősége és mennyisége teljesen eltérő, a klorofill mellett. A virágszirmokban, fakérgében és gyökereiben természetesen nem is lehet annyi festőanyag, mint amennyi a tömör zöld levélben és szárrészben előfordul. Tavasszal a zöld szín jelenik meg elsőnek a növényvilágban, ami már magábanvéve szembetűnően jelzi, hogy ezúttal nemcsak színezőanyagról van szó, hanem fontos élettani feladatok teszik szükségessé a zöld színezőanyagnak, a klorofillnak képződését.

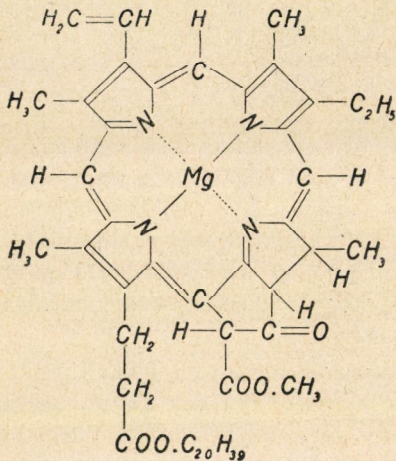
Érdekes azonban, hogy ez az annyira nélkülözhetetlen anyag egyáltalában nem egységes vegyület. Rendesen három rész *a*-klorofillból és egy rész *b*-klorofillból áll a növények zöld festőanyagja. Amennyire WILLSTÄTTER, STOLL és FISCHER H. legfrissebb kutatási eredményei alapján megállapítható, a két klorofillmódosulat között csupán egy oxigénmolekula a különbség. Az *a*-klorofill összetétele ugyanis $C_{55}H_{72(+2)}O_5N_4Mg$, a *b*-klorofillé pedig $C_{55}H_{72(+2)}O_6N_4Mg$. Ami a klorofillmolekula szerkezetét illeti, FISCHER szerint igen valószínű, hogy a következőképpen épül fel ez a hatalmas molekula.

A klorofillmolekula közepében helyetfoglaló magnézium-atom ugyanolyan különleges kötéssel fűződik a középső nitrogénatomokhoz, mint a vértestecskék vörös festőanyagának, a haeminnek molekulájában a vas-atom. Ha egy pillantást vetünk az összehasonlítás kedvéért alább bemutatott szerkezeti képletre, tüstént

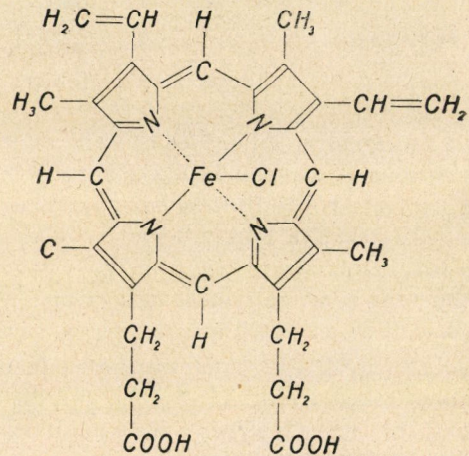
felismerjük a $C_{34}H_{30}O_4N_4FeCl$ összetételű haeminmolekula felépítésének és a klorofillmolekula szerkezetének feltűnő hasonlóságát.

Mindkét molekulának a pirrolgyűrűnek elnevezett:  (CH—CH=CH—N

—CH) csoport a fő alkotórésze, rendszeresen ismétlődő kettős kötések szerepelnek bennük s a középpontjukban az élettani folyamatokban katalitikus hatású különleges fématom (magnézium, illetőleg vas) kap helyet. A vérben az oxigénnek a levegőből elnyelése s a sejtekhez továbbjuttatása a fontos cél, a növényi sejtrendszerben pedig a klorofillra az a szerep hárul, hogy a napfény hatására fel tudja venni a levegőből a rendszeren igen csekély mennyiségben jelenlevő szén-



15. ábra. A klorofill szerkezeti képlete.



16. ábra. A haemin—molekula szerkezeti képlete.

dioxidot. Ezzel kezdődik tulajdonképen a növényi szervezetnek szerves vegyületeket elemeiből felépítő tevékenysége. Részleteiben azonban még nem ismerjük a szén-sav-át-hasonításnak mechanizmusát.

Rövid áttekintésünk során a szírvány minden színárnyalatát magában foglaló növényi színezőanyagok jelentősebb képviselőit vegyi szempontból megismertük. Az aránylag egyszerű szerkezetű, nyitott szénláncból álló karotintól eljutottunk a bonyolult összetételű, szövevényes szerkezetű klorofillig. Közben szemügyre vettünk egy sereg virágszín, gyümölcsfestéket és levélszínezőanyagot. Felsorolásunk távolról sem teljes, nem merítettük ki vele a természet pompás palettájának bámulatosan gazdag színskáláját. Ez a színpompa mind vízből, levegőből, szén-savból és napfényből képződik a szemünk láttára abban a sok ezernyi vegyi műhelyben, amelynek növényi sejt a neve.

Meg kell említenünk azonban azt is, hogy ezeket a színeket szemünk nem teljesen úgy érzékeli, amint a hullámhosszúságokban mutatkozó különbségek alapján hihetnők. Az emberi szem ugyanis nem fizikai, hanem elsősorban élettani műszer, vagyis nem objektív, hanem relatív értelemben tájékoztatja agyunkat megfigyeléseiről. Amint MIALL könyvében igen szemléltetően jegyzi meg, ugyan-

azt a zöld színt az emberi szem másnak látja, ha egyszer kék szín mellett, másszor meg sárga környezetben látja. Szerepe van továbbá a színárnyalatok érzékelésében a világosságnak s a szervezet hangoltságának is. Lehetséges tehát, hogy a természet színeinek világa még gazdagabb árnyalatokban, mint aminőnek mi látjuk.

Felsorolásunkban általában festőanyagoknak neveztük a növényvilág színezőanyagait. Ezt természetesen nem úgy kell értenünk, hogy ezek az anyagok ipari értelemben vett festékek, habár igen jelentős részben ekként is használhatók. A növény szempontjából mindenesetre színező- és festőanyagok, emberi szempontból azonban nem elegendő az, hogy színes a vegyület, festéknek csak akkor alkalmas, ha könnyen és maradandóan át lehet vinni a festőanyagot gyapjúra, selyemre, gyapotra, papírosra, stb. A háziipar talán még ma, a mesterséges festőanyagok korában is használni tudna sok vadon termő növényt és bogyót, sőt különféle zuzmókat és moszatfajokat is.

Ha már most nem vegyi összetétel és szerkezet, hanem szín szerint állítjuk össze az előbb ismertetett növényi színezőanyagokat, a következő jegyzékhez jutunk :

Piros színű festőanyagok : likopin, rubixanthin, rhodoxanthin, alizarin, purpurin, alkannin, shikonin, brazilein, cianidin, delfinidin, phycoerythrobilin, stb.

Narancsszínű festőanyagok : helerién, azafrin, muscarufin, stb.

Sárgaszínű festőanyagok : karotin, kriptoxanthin, lutein, zeaxanthin, flavoxanthin, taraxanthin, physalien, crocetin, bixin, kurkumin, boletol, quercetin, luteolin, morin, stb.

Zöld festőanyag : klorofill.

Kék festőanyagok : cianidin, delfinidin, indigó, phycoecianobilin, stb.

Ibolyaszínű festőanyagok : violaxanthin, polyporsav, stb.

Barnaszínű festőanyagok : fucoxanthin, atromentin, haematein, stb.

Fekete festőanyagok : cianidin és más antociánok, stb.

Tömérdék színezőanyaggal bővül még ez a természetes festőanyagsorozat, ha hozzávesszük az állati szervezet nagyszámú, többé-kevésbé élettani szerepet betöltő színezőanyagát, valamint az ásványok nem kevésbé színes világának többnyire szervesen színes vegyületeit, ezekkel azonban itt nem célunk foglalkozni.

Nem akarunk végül adósk maradni a növényzet őszi szín pompájának vegyi magyarázatával, ha már ezzel kezdtük sorainkat.

A bokrok és fák, a virágok és cserjék leveleiben nemcsak klorofill található, hanem sokféle fajta glukozida is. Ezeknek színét tavasztól őszi természetesen nem láthatjuk, mert a klorofill erőteljes zöld színe elfedi őket. A klorofill vegyület-építő munkájának azonban ősszel vége szakad. A növényi szervezet úgy bánik a már használhatatlanná vált klorofillal, mint a méh-állam a feladatukat elvégzett herékkel, eltávolítja a sejtekből. Ez természetesen nem olyan egyszerű és gyors megölés, vagy kidobás, miként a méheknél, hanem vegyi eltakarítás. A növény sejtjei a klorofillmolekulákat lebontják, könnyen szállítható és elégethető alkotórészekre szedik szét őket. Ami még értékes lehet a növény szerveze-

tében, azt a növényi test erre alkalmas részeiben elraktározza, a többi széndioxid és víz alakjában távozzhat, mint oxidációs termék.

A klorofill eltüntével azután egyre jobban előtűnnek a növényi sejtek egyéb színezőanyagai. Ezek között vezetőszerp jut a különféle glukozidáknak, bár bizonyos mértékben lebontás az ő sorsuk is ősszel. A lebontás után a glukozidákhoz kötött vegyületek szabaddá válnak s ez újból alkalom arra, hogy színes anyagok képződjenek. A növényi testben igen elterjedt csersavas vegyületeknek köszönhetjük például MIALL szerint az őszi lombzot fájdalmasan vöröslő és vágyakozóan narancsszínű árnyalatait. Ha már most elképzeljük, hogy ezek a színek rendkívül sokféle kombinációba léphetnek a fokozatosan eltűnő klorofill zöldjével és felléphet mellettük a karotinoidok és antociánok bámulatosán változatos színskálája is, igazán nem csodálkozhatunk az őszi lomberdők festői képén. Azon már inkább csodálkozni lehet, hogy ez a szemet gyönyörködtető színpompa olyan játszi könnyedséggel, olyan harmonikus rendben alakul ki évezredek óta minden ősszel, pedig éppen ez az, amiről magától értetődő fölényességgel azt szoktuk mondani, hogy „természetes“. A falevelek nagyszerűen rendezett „divina commediá“-ja csupán néhány hétig tart. Utána a tél komor időszaka hozza meg a növényzet évi pihenőjét. Magvak és cserjék, gyökerek és fák magukba húzódva szinte erőt gyűjtenek, hogy a tavasz kezdetén újult frissességgel kezdjék az örök színjátékot. A természet milliányi apró vegyi műhelye munkába fog és néhány hét alatt ismét szemünkbe tűnik a bámulatosán sokféle növényi színezőanyaggal töltött sejt. Levelek és fakérgék, virágok és gyökerek színes ruhát öltének magukra s ez a pár sor talán világot tud vetni arra, miért is színes ez az öltözet.

Kendi Finály István.

A hegyi fehér-lepke. (*Pieris Bryoniae* O.)

A „fehér pillangók“ (*Pieridae*) az avatatlanok szemében nemcsak közönségesek s általában semmi figyelemre sem érdemesek, hanem rendszerint a „kártékony rovar“ fogalmának feltűnő megtestesítői. Nem tagadhatjuk: bizonyos alapja van ennek a fölfogásnak. Való ugyanis, hogy a közelmúltban országszerte jelentős károkat okozott káposzta pillangó (*Pieris Brassicae*), valamint a közeli rokon galagonya lepke (*Aporia Crataegi*) is a fehér pillangók csoportjába tartozik. Kivált ez a két faj az, amelyik nálunk óriási tömegekre szaporodva és termesztett növényeinket megrongálva, pusztítva, csakugyan nem alkalmas a lepkék iránt rokonszenvet kelteni. S talán az az általánosan elterjedt babona, hogyha tavasszal elsőtül fehér — s nem színes — lepkét pillantunk meg, az év folyamára betegeskedést jelent, — szintén a fehér lepkékkel szemben általában fönnálló ellenszenvben gyökerezik.

Am a rovaratan, s közelebbről: a lepkészet művelőit az említett két faj kárt okozó szerep nem befolyásolja. S ez annál érthetőbb, mert hiszen a földkerekség összes fehér lepkéihez viszonyítottan a kártékony fajok száma elenyészően csekély. Másfelől pedig való az, hogy a nagy lepkék (*Macrolepidoptera*) seregében alig van érdekesebb csoport a fehér lepkéknél. Hiszen maga az a körülmény, hogy még az Európában élő fajok között is akadt olyan, amelyet csak néhány

év előtt ismertek föl, vagy pedig olyan, amelyiknek életmódját és elterjedési körét csak mostanában kezdik kinyomozni, eléggé megokolhatja a szakemberek érdeklődését. Ezekon kívül azonban nem egy olyan fajt ismerünk, amelyik valami oknál fogva ugyan már több évtizeddel ezelőtt a kutatók érdeklődésének körébe került, de még máig sem sikerült a vele összefüggő minden kérdést tisztázni.

Ez utóbbiak sorában nagyon kiváló helyet foglal el a hegyi fehér-lepke (*Pieris Bryoniae*), amely több mint 160 esztendeje foglalkoztatja a tudományos kutatókat. S hogy ennek a lepkének életmódjával, valamint a lepkészeti kutatások történetében játszott szerepével folyóiratunk lapjain kissé bővebben foglalkozunk, kettős oka van. Az egyik, hogy azt az 1777 táján kézre került, svájci származású *P. Bryoniae* példányt, amely a faji hovátartozás vitáját a szakirodalomban annak idején elindította s amelyre hosszabb-rövidebb tanulmányok szerzői oly gyakran hivatkoznak, a Magyar Nemzeti Múzeum őrzi. A másik ok pedig az, hogy míg hazánk trianoni földaraboltatása óta idegen uralom alá került Kárpátjainkon kívül útlevel nélkül, a hegyi fehér lepkéhez sem férhettünk hozzá — ez a hazatért hegyvidéken, elsősorban az Erdős-Kárpátok, meg a Keleti-Kárpátok területén számunkra újfent hozzáférhetővé vált.

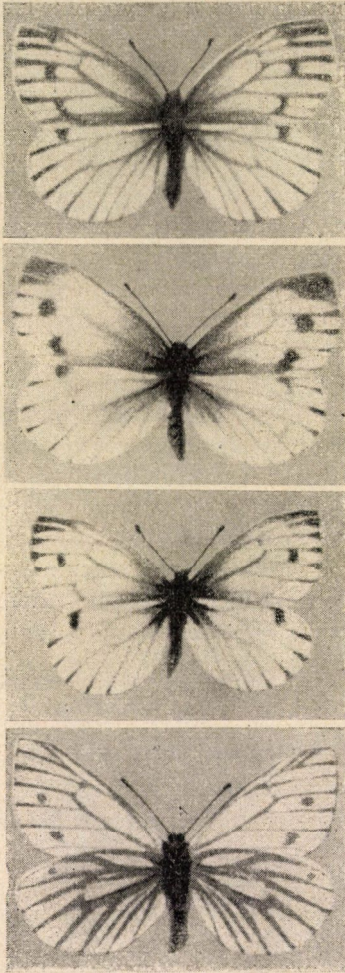
Futó pillantás is tájékoztathat bennünket abban a tekintetben, hogy a *P. Bryoniae* a repce pillangónak (*P. Napi*) legközelebbi rokonsági körébe tartozik. Ezt kivált ez utóbbi faj tavaszi nemzedékével való összehasonlítás révén könnyű megállapítanunk. (1—2. kép.) Hiszen, hogy csak egyetlen közös jellemző vonásra hivatkozunk, elég csupán — kivált a szárnyak fonákján — az erezet lefutása mentén szembetűnő és az erezetet mintegy kiemelő sötétszürke behintésre utalunk. Igaz, ez a bélyeg a repce-pillangó nyári nemzedéke példányain már nagyon elmosódó lehet, míg a hegyi fehér-lepke nőtényének egész szárnyfelületére kiterjed. (2. és 3. kép.) Ez az utóbbi sajátság viszont azért érdekes, mert az alapszín elsötétedése — ami sokféle állatfaj hegyvidéki alakjaira jellemző — ime még a voltaképp fehér alapszín esetében is érvényre jut!

Az elmondottakból kitűnik, hogy a szóban forgó két lepkefaj egyes — kivált hím — példányai annyira „átmenetesek“ lehetnek, hogy faji elkülönítésük néha bizonyos nehézséggel járhat. Így az sem csoda, ha szakemberek egész sora kísérletezett ilyen vagy amolyan megoldással, de az ötletszerű megoldások időállóak nem lehettek.

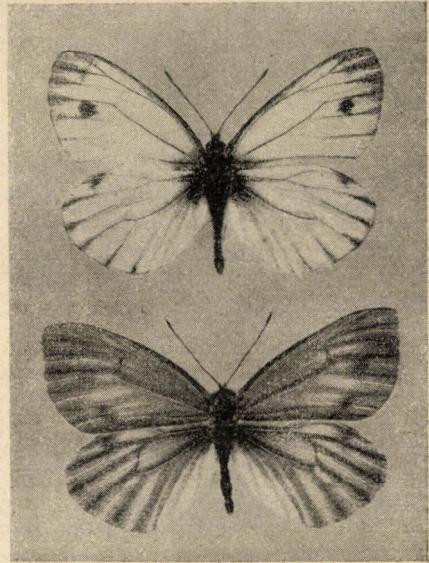
Mint előbb érintettük, több mint másfél század óta volt vita tárgya, hogy a már Bécs közelében, Mödling, Rodaun stb. környékén is gyűjthető, feltűnően sötéten erezett, vagy sötét behintésű *P. Napi*-féle (!) fehér-lepke csupán egyszerű módosulata-e a repce-pillangónak, vagy pedig önálló faj? Az akkori lepkészek egyik legszorgalmasabb, legélesebb szemű vezéregyénisége, ESPER volt az első, aki a sötét behintésű nőtényeket külön fajhoz tartozóknak ismerte föl. De az általánosabban vallott fölfogással még sem akart szembehelyezkedni, ennél fogva azokat a repce-pillangó változatának (varietas) nevezte; (1777-ben!) Ugyanebben az időtájtban egy másik lepkész-híresség, HÜBNER, Genf környékéről kapott egy példányt. HÜBNER a lepke küldőjének, WALLNERnek azt írta volt, hogy a hegyi fehér-lepke rokona ugyan a repce-pillangónak, de különálló faj. Levelében egyfűst alatt el is nevezte *P. Bryoniae*-nek. Most csak arra mutatunk

rá, hogy ez a tudományos elnevezés magán viseli az ötletszerűség minden bélyegét; mert hiszen akkoriban szó sem volt arról, hogy a lepke hernyója a földi tökön vagy gönyén (*Bryonia dioica*), esetleg a *Bryonia alban* él.

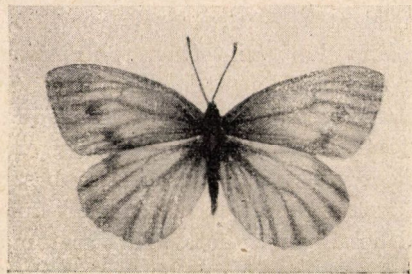
Ezekután mindenesetre meglepő, hogy HÜBNER egy másik, OCHSENHEIMER-hez jutott Wallner-féle példánynak rajzát 1800-ban ugyancsak — *P. Napi* var.



1. kép. A repce-pillangó (*Pieris Napi*) tavaszi (I.) nemzedéke. A és B nőstény, C hím. (MÜLLER és KAUTZ nyomán.)



2. kép. A A repce-pillangó alulról nézve. (MÜLLER és KAUTZ nyomán.) B A hegyi fehér-lepke (*Pieris Bryoniae* ssp. *neobryoniae*) hímje az Erdős-Kárpátokból. C Ugyanonnan származó nőstény. Mindkettő a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből. (KOVÁCS ISTVÁN felvétele. 1940.)



3. kép. A hegyi fehér-lepke (*Pieris Bryoniae* O.) a genfi legyvidékről. A Magyar Nemzeti Múzeum birtokában lévő törzspéldány (típus). KOVÁCS ISTVÁN felv. 1940.

néven közölte! Vagy megfeledezett tehát a *P. Bryoniae* névről, amely tőle eredt, vagy talán úgy, mint előbb ESPER, szintén jobbnak látta az általános fölfogásnak behódolni. Pedig előbb már azt is fölismerete volt, hogy egy — ugyancsak a genfi hegyvidéken fogott — hím a szóban lévő nőstény párja. De még ennél is jobban meglephet, hogy OCHSENHEIMER utóbb a WALLNER-től kapott nőstény példányt — HÜBNER-rel bátran szembehelyezkedve — *Pieris Bryoniae* néven írta le (1808)! Leírásában említést sem tesz arról, hogy ezt a nevet (már előbb) HÜBNER alkalmazta. A nevezéstan szabályai értelmében tehát a *Bryoniae* elnevezést OCHSENHEIMER-től származónak kell elismernünk.

Nos, ez az OCHSENHEIMER leírásának alapjául szolgáló nőstény példány ma a Magyar Nemzeti Múzeum lepkegyűjteményének egyik érdekes darabja. (3. kép.) De nem csupán egymagában, hanem úgy jutott birtokunkba, hogy az 1822-ben elhalt OCHSENHEIMER özvegyétől a bécsi színész-lepkész egész gyűjteményét a Magyar Nemzeti Múzeum vásárolta meg. Mint kortörténeti adatot SCHMIDT ANTAL „100 éves lepkegyűjtemény a Magyar Nemzeti Múzeumban“ címen közölt cikkéből (Rovartani Lapok 26. köt.) érdemes kijegyeznünk, hogy az 1351 fajta — 4070 példányban — tartalmazott híres pillangógyűjteményt 1300 ezüstforintért vette meg a múzeum, vagyis jóformán minden egyes fajért 1 forintot fizetett. Olyan feltűnően nagy ár ez, hogy mindjárt külön mecénást gyaníthatunk a háttérben. Igaz ugyan, hogy múzeumunknak ez volt a legelső, tudományosan rendszerezett s úgy látszik, megfelelően preparált gyűjteménye. Értéke tehát a maga korában is nagy volt; s úgy látszik, JÓZSEF nádort ez birta rá az akkorigiban nagyon „borsos“ vételár kiegyenlítésére.

Ha nem tévesztjük szemünk elől a tényt, hogy abban az időben még nem épült föl a Magyar Nemzeti Múzeum pompás palotája, s így a gyűjtemények a mai múzeum közelében levő apró, rozszant házakban voltak beraktározva, a törékeny lepke-gyűjtemény sorsát máris bizonytalannak minősíthetjük. De kivált az 1838-ik pesti árvíz idején szenvedett — némely tekintetben alig pótolható — károkat a múzeumi anyag. MÁTRAI GÁBOR egykorú följegyzései szerint 1838 március 14-én a kiáradt Duna vize a múzeum kis bérházaiba is benyomult. A vezetőség idejében gondoskodott ugyan a veszélyeztetett gyűjteményeknek magasabb polcokra, illetőleg az emeleti helyiségekbe való átviteléről, s a lepkegyűjtemény sem szenvedett az árvíz tartama alatt nagyobb kárt, de mégis ezzel az eseménnyel volt kapcsolatos, hogy az átnevésedet, dohos helyiségekben utóbb mégis úrrá lett a penész. Az Ochsenheimer-féle gyűjtemény nagy része is ekkor ment tönkre.

Valóban szerencsés véletlennek minősíthető tehát, hogy az a hegyi fehér-lepke példány, amelyet OCHSENHEIMER WALLNERTŐL kapott volt, véletlenül azok egyike, amelyek épségben vészelték át az elpenészesedés veszedelmét, valamint a múzeumunk életében — sajnos, túlságosan gyakorta — előfordult, s mindig kockázatos hurcolódásokat. Amint képünk alapján megítélhető, a XVIII. sz. 70-es éveiben fogott lepke kifogástalan állapotban van. Valóban tekintélyesnek mondható, mert hiszen 160 esztendőnél is többre terjedő multja van tehát a Genf környéki hegyekről a Magyar Nemzeti Múzeumba került hegyi fehér-lepkének; de ez a nagy mult egyáltalán nem látszik meg rajta. Minden tekintetben hiánytalan és sértetlen. Csupán annak nyomait látjuk a lepkén, hogy ezt WALLNER

a hírneves színész-lepkésznek (akinek színpadi alakítását még a nagy német költő, SCHILLER is megtapsolta) annak idején levélben küldte volt. Ennek következménye, hogy tora és potroha kissé összenyomott. Hogy eredetileg milyen formában, s minő gondossággal feszítette ki OCHSENHEIMER, ma már alig állapítható meg, mert a 100 esztendő előtti nedves raktárhelyiségekben a szárnyak állása kissé eltorzult. Igaz ma is könnyű szerrel fölpuhíthatnók és újra feszítéssel tetszetősebbé alakíthatnók, de az ilyen másfél százados és mint a *P. Bryoniae*-faj leírásakor mintául szolgált törzspéldányt eredeti mivoltában, minden utólagos átalakítástól menten őrizzük meg és adjuk át az utókornak.

*

OCHSENHEIMER tehát látszólag megoldotta a hegyi fehér-lepke körül kavargó vitát, mert hiszen helyesen fogta föl a *P. Bryoniae* faji önállóságát, s így a további észleletek csak megerősíthették álláspontját. Igen ám, de viszont határozott gyöngéje volt a megoldásnak az, hogy OCHSENHEIMER az akkoriban *P. Napaeae* néven szereplő hímét nem ismerte föl, sőt határozottan kimondta, hogy a *P. Bryoniae* hímje ismeretlen. Ez a megoldás tehát nem tett pontot a kavargó vita végére. A zűrzavar idők folyamán mindinkább csak nagyobbodott. Lepkészkörökben utóbb is az a fölfogás kapott lábra, hogy az alacsonyabb vidékeken (250—280 m t. sz. f.), mint például Mödling környékén repülő nőtényalak — mert hiszen csak ezt tartották nyilván — a repce-pillangó i d ő l e g e s m ó d o s u l a t a (*aberratio*), ezzel szemben pedig az alpesi tájakon repülő alak a repce-lepke h e g y i v á l f a j a (*varietas*). Ez a fölfogás aztán olyan mély gyökeret vert, hogy magyar lepkészkörökben máig általánosnak mondható. S mindez annál különösebb, mert 1884-ben GUMPPENBERG szintén határozottan fölismerte a *P. Bryoniae* hímjét is és kimutatta, hogy a *P. Napi* hímjétől több bélyegben különbözik. Igaz — tette hozzá — ,hogy egy-egy jellemző bélyeg a repce-pillangó hímjén is jelentkezhetik, de azért elég ritka az eset, hogy a megkülönböztetés nehézsége ütközzék.

Meg kell jegyeznünk, hogy ABAFI—AIGNER „Magyarország lepkéi“ címen, Társulatunk kiadásában (1907) megjelent, közkézen forgó munkájában némi nyomát láthatjuk a helyes álláspontnak. ABAFI ugyan szintén a repce-pille időleges módosulatának véli az általa Háromszék vármegyében, a Berecki hegység Gór-havas nevű területén gyűjtött *P. Bryoniae*-t, de hozzáfűzi, hogy egy nemzedéke van — és nem mondja, hogy hímje nincs, vagy ismeretlen. De mit mondjunk ezekután SEITZ fölfogásáról, akinek „Die Grosz-Schmetterlinge der Erde“ (Stuttgart, 1906) címen megjelent nagy művében részben egészen téves, részben nagyon homályos ismertetést olvashatunk a hegyi fehér-lepkéről. SEITZ-nak, mint egy alapvető munka szerzőjének jogosan vethetjük szemére, hogy OCHSENHEIMER után 100 esztendővel is visszaesett a 150 év előtti szintre, amikor még senki sem tudott a *P. Bryoniae* faji önállóságáról. Ezt könyvében újra csak a *P. Napi* hegyi alakjának minősíti, amely szerinte „az Alpokban, Észak-Skandináviában, valamint Kis-Ázsia hegyes vidékein él“. (A Kárpátokról tehát meg sem emlékezik.) Téves SEITZ-nak a hegyi fehér-lepke szárnyszabására, alapszínére és mustrázatára vonatkozó több megállapítása is. Mindebből kitéjük, hogy lepkénk

lényegéről voltakép mit sem tud. Röviden még csak annyit jegyzünk meg, hogy a *P. Bryoniae*-val 1930-ig foglalkozó mintegy 115 kisebb-nagyobb tanulmányból is csupán az imént vázolt zűrzavar csendül ki; mert hiszen többek közt olyan speciális gyűjtő, mint GORNIK, 1924-ben még szintén SEITZ álláspontját osztotta.

Így állott a kérdés, amikor egy osztrák posta-főtiszt, MÜLLER LIPÓT a gordiusi csomó kibogozásához hozzá látott. Jóllehet hivatalos elfoglaltságán kívül szemés szervi szívbjaja is gátolta munkájában, sem fáradságtól, sem pénzáldozattól nem riadt vissza, hogy minél bővebb anyag alapján világíthassa meg a *Bryoniae*—*Napi* kérdést. Gyűjtése főként Alsó-, Felső-Ausztria, meg Karinthia területére szorítkozott, de csere útján német, csehszlovák és angol területekről is sok példányt szerzett. Mint tenyésztő rendszerint balsikerrel működött ugyan, de voltak lelkes segítői. Végül is saját magának sikerült mintegy 1000 példányt (*P. Bryoniae*-t és *P. Napi*-t vegyesen) összegyűjtenie.

MÜLLER kutatási eredményeivel 1932-ben lépett először a nyilvánosság elé. Ezt az értekezését 1933-ban és 1935-ben egy-egy újabb nagyobb tanulmány követte. További két értekezése — valamennyi a *P. Bryoniae* és *P. Napi* változatairól szóló — a kutató 1936 augusztusában bekövetkezett halála előtt teljesen elkészült. De amikor közzétételük módosítási kerületek szőnyegre, leglelkesebb munkatársa, KAUTZ JÁNOS mérnök indítványára az Osztrák Rovartani Társaság elhatározta, hogy MÜLLER posthumus értekezéseit a már megjelentek újraj nyomásával kiegészítve, egységes kiadványba foglalja. Ennek szerkesztője, KAUTZ, utóbb szükségesnek látta a kötetet további négy fejezettel kibővíteni. Így jött létre a 13 ívre terjedő, 16 pompásan színezett táblával kiegészített, „*Pieris Bryoniae* O. und *Pieris Napi* L.“ címet viselő, 1939-ben megjelent kötet, amelynek társszerzője KAUTZ J. mérnök. A kötet összefoglaló jellemzésére elég annyit mondanunk, hogy a KAUTZ tollából folyt kiegészítő fejezetek: az időközben megjelent idevágó tanulmányok adatainak ismertetése, újabb keresztezési kísérletek eredményeinek közzélése, s végül egy gyakorlati meghatározó kulcs valóban szerencsésen egészítik ki a művet. Mindehhez hozzáfűzhetjük, hogy a csatolt 16 táblán 200-nál több példány képe látható. A szereplő példányokat a szerkesztő saját, valamint MÜLLER és GORNIK — együttesen 5000 példánynál többet számláló — idevágó gyűjteményeiből válogatta össze. A munka alaposága különben a társszerzőnek abból a megjegyzéséből is kiviláglik, hogy ő maga 40 év óta gyűjtő és tenyésztő, s ez idő alatt mintegy 50.000 ilyen lepkét gyűjtött és figyelt meg.

Ime, ilyen szakemberek évtizedes munkájának gyümölcse az a kötet, amely ha nem is meríti ki a fölbukkanható összes kérdéseket, de a hegyi fehér-lepke, valamint a repce-pillangó mivoltát, élete folyását és faji bélyegeit való világításban mutatja be. Jó minde, mint követendő példára a magyar kutatók figyelmét fölhívni azért is, mert — kivált Magyarország történelmi határai között — nagyon sok olyan lepkefaj él, amelynek életviszonyairól a semminél alig tudunk többet. Nem vetne kedvező fényt a számban különben örvendetesen gyarapodó magyar kutató gárdára, ha ezeknek a megoldásra váró kérdéseknek megfejtésében idegenek közreműködésére szorulna.

Az előrebocsátottak szerint minden tekintetben megbízható útmutató nyomán tekintsük meg most már közelebbről is a tudományos körökben a multban annyi fejtörést okozott hegyi fehér-lepkét.

*

A nálunk országszerte gyakori, tavasztól késő őszig — legalább három nemzedékben — repülő repce-pillangót (*P. Napi*) alig kell bővebben ismertetnünk. (1. kép.) Legfőljebb talán annyit mondjunk róla, hogy a hozzá közel álló, de még közönségesebb répa-lepkétől (*P. Rapae*) főként az erek nyomatékos kirajzolódása révén különbözik. Áll ez kivált az első (tavaszi) nemzedékre. Azt is megjegyezhetjük, hogy míg a kis káposzta lepkéhez hasonlítható répa-lepke a megművelt, s kivált alacsonyabban fekvő területeken otthonos, a repce-pillangóval leggyakrabban magasabb fekvésű, erdős, ligetes terepen találkozunk.

Ehhez a két, közel-rokon fehér-lepke fajhoz az alpesi tartományokban harmadikul egy észrevehetően színezettebb társul. Erről első pillanatra megállapítható, hogy mind főbb bélyegeiben, mind pedig életmódjában a repce-pillangóhoz áll közelebb. A bécsi lepkészeknek csak Mödling környékéig kellett kirándulniok, hogy ezt az utóbbi fajt is gyűjthessék. A bevezetésben elmondottak révén tudjuk, hogy ez az a sokáig félreismert lepke, amelyet a legújabb időig a repce-pillangó módosulatának vélték. Hozzá kell mindjárt tennünk azt is, hogy épp ez az alacsonyabban fekvő hegyvidékeken is előforduló hegyi fehér-lepke alak volt az oka a faji elkülönítés nehézségeinek. Mert, mint már érintettük, ennek az alaknak csakugyan vannak a repce-lepkéére emlékeztető bélyegei (2. és 3. kép). MÜLLER legnagyobb érdeme éppen az, hogy beható megfigyelés, sorozatos gyűjtés és tenyésztés révén rájött az 1000 m-en fölül élő és ott csak egy nemzedékben repülő, mindig erőteljesebben színezett havasi alaknak az előbb érintett (mödlingi, stb.) alakkal való faji azonosságára. Ez utóbbiról újra ki kell emelnünk, hogy két (esetleg három) nemzedékben repül, ami — érthetően — megnehezítette volt az azonosítást.

Lehető rövidre fogott ismertetésünkben nem kívánunk a fehér-lepkék (*Pieridae*) csoportjának egész fejlődéstörténetére kitérni. Az idevágó kutatások eredményeiből azonban annyit el kell mondanunk: több, mint valószínű, hogy a földtörténeti újkor (Neozoikum) dereka táján — tehát mintegy 20—30 millió évvel ezelőtt — a *Napi* és a *Bryoniae* alak még nem vált ki a közös törzsből. Ennek az ősi törzsalaknak alapszíne határozott sárga volt. A törzsnek, mint általában a fehér-lepkéknek Mongólia, illetőleg az Amur-vidék területe volt a bölcsője. Az újkor végső harmadában (Neogén) — 5—6 millió év előtt — a törzs két irányban terjeszkedett: nyugat, azaz Európa, valamint kelet, vagyis Alaszka felé. A mai repce-pillangó ősének alapszínében még közvetlenül a jeges korszak (diluvium) előtt, tehát 1,000.000 évvel ezelőtt is erősen kiütözött a sárga szín. Hogy erről ilyen részleteket tudunk, a brit szigeteken élő, máig sok ősi bélyeget megőrzött repce-lepkének köszönhetjük. A diluvium elejéig ugyanis Anglia földje összefüggött Európa törzsével, a keletázsiai lepke-törzs tehát akadálytalanul juthatott el oda. A *Bryoniae*-alak viszont — MÜLLER szerint — Észak-Európában, illetőleg az Alpésekben fejlődött ki a diluvium folyamán.

A jeges korszakban aztán nagy kavarodást okozott egyfelől az észak felől egyre délebbre sikló belföldi jégpáncél, másfelől a magasabb hegyvidékeken (Alpesek!) külön is kialakult több jégár-góc. Nagyjelentőségű földrajzi változás volt továbbá Nagy-Britannia ősföldjének szigetté alakulása. Nyilvánvaló, hogy a megindult eljegesedés jóval végzetesebb hatású volt a havasi fehér-lepke ősi törzseire, mint a délibb vidéken élő ős repce-lepkére. A nagy kavarodás pedig abból keletkezett, hogy az előrenyomuló jégpáncélt Dél-Németországban és Ausztriában csak nagyon keskeny öv választotta el az Alpesek lejtőin észak felé nyomuló jégár-tömegtől. A két jégár között maradt keskeny jégmentes övben aztán nagyon kevert növény- és állattársaság zsúfolódott össze.

Az utolsó jeges szakasz után — 20.000 évvel ezelőtt — a visszahúzódó jégpáncélt nemcsak észak felé, a Skandináv félszigetre, hanem dél felé, az Alpesek gerinceire is követték a hegyi fehér-lepkék közben már kialakult egyes törzsei. Mert hiszen ez a hidegkedvelő lepkefaj 1400—1600 m magasságban, ietóllleg ennek megfelelő földrajzi tényezők közepette érzi magát legotthonosabban. Ezekben a változatlan törzseken kívül azonban MÜLLER szerint olyan csoportok is akadtak, amelyek a fölmelegedések idején a helyi viszonyokhoz alkalmazkodtak, s már 170—250 m t. sz. f. magasságban is szívesen megmaradtak.

Ime az elszigetelten alacsonyabb területeken élő hegyi lepkék előfordulásának egyik magyarázata. És ehhez sietünk azt is hozzátenni, hogy ezek az elterjedési adatok magukban is elegendő bizonyítékát szolgáltatják a *P. Bryoniae* faji önállóságának. Mert ha a hegyi fehér-lepke csupán a repce-pillangó módosulata lenne, mindenütt előfordulna, ahol ez utóbbi él.

A *P. Bryoniae* történelmi kialakulásának további kiegészítését végső összefoglalásnak szánva, soroljuk föl most az életmódjára vonatkozó adatokat.

Az itt fölvetődő legelső kérdés: vajjon párosodik-e a *P. Bryoniae* a *P. Napi*-val? (Az életbúvárok egy része ugyanis a kereszteződés lehetősége alapján ítéli meg valamely faj önálló mivoltát.) Az idevágó megfigyelések szerint a tenyésztőknek itt is, ott is sikerült ugyan az eredményes pároztatás, de arra a kérdésre, vajjon ez a szabadban is rendszerint vagy legalább gyakran történik-e — kétségekívül azt kell válaszolnunk: nem többször, mint más közelrokon fajok közt. Hiszen a szabadban *P. Napi*, *P. Brassicae*, *P. Napi*, *P. Rapae* párzáson kívül *P. Napi* × *Antocharis Cardamines* párzást is megfigyeltek már! És minden esetre figyelemre méltó egy hamburgi neves tenyésztő, SELZER tapasztalata, akinek a Lappföldről származó hegyi fehér-lepkéket semmiféle módszerrel sem sikerült párzásra bírnia északnémet repce-lepkékkel, holott az egy fajbeliek ugyanakkor párosodtak.

A hegyi lepke peterakását a szabadban nem sokan figyelhették meg. De általában mondhatjuk, hogy a dajkanövények a keresztes virágúak kisebb, sovány természetű fajaiból telnek ki. Egy nőstény többféle növényre is lerakja petéit. Ausztriában legtöbbször *Biscutella* fajok (*Biscutella laevigata*), meg *Thlaspi alpinum*, a Lappföldön *Arabis albida* volt a megfigyelt, kiválasztott dajkanövény. Ezzel szemben a repce-pillangó sokkal kevésbé válogatós; keresztes virágúakon kívül rezedára és áron vesszejére (*Arum*) is rábízta ivadéka táplálását. A tenyésztők különben tavasszal a szegecs (*Alliaria*), retek vagy

kerti rezeda leveleivel is föl tudták nevelni a hegyi fehér-lepke hernyóit. Nyáron azonban ügyelni kell arra, hogy a pótnövények ne legyenek túlságosan nedvdúsak, mert a hernyók könnyen megbetegsznek és elpusztulnak.

Itt újra rámutathatunk tehát arra, milyen ötletszerű és mennyire alaptalan eljárás volt mind HÜBNER, mind OCHSENHEIMER részéről lepkénket a földi tők, vagy gönye (*Bryonia*) nevével kapcsolatba hozni. Hiszen látjuk, hogy ennek neve még a pótnövények közt sem szerepel. Sőt nem is szerepelhet, mert lepkénk valódi otthonában, az 1000 m-en felüli magas hegységben *Bryonia* egyáltalán nem nő. Az itt először szereplő „hegyi fehér-lepke“ magyar elnevezés a faj hegyvidékhez kötött mivoltát kívánja kifejezni.

A petéből 8 nap múlva kél ki a hernyó; ennek fejlődési ideje 3–5 hét. A két, esetleg több nemzedékű hegyi lepke II. nemzedéke 10–14 napos bábból feslik ki. A magashegyi alak bábja áttelel. (Fokozottabb fűtéssel azonban már januárban is lepkéhez juthat a tenyésztő.) A bábbal kapcsolatban ki kell emelnünk, hogy míg a *P. Napi* szárnytokja világos szalmasárga, addig a hegyi lepkéé vörös — narancsvörös. Ez magában is elég fejlődéstani bizonyíték arra, hogy ez a két faj már jó régen elvált egymástól, további kialakulásában külön utakra tért, s ennél fogva minden kétséget kizáróan megkülönböztetendő.

FAJOK	ÁPRÍLUS	MÁJUS	JÚNIUS	JÚLIUS	AUGUSZTUS	SZEPTEMB.
<i>Bryoniae</i> (MÖDLING)			VI-2 →		VIII-9 →	
<i>Napi</i> (MÖDLING)	■ ■		VI-16 →	■ ■	■ ■ ■	← VII-28

4. rajz. A hegyi fehér-lepke és a repce-pillangó megállapított repülési ideje. Mödlingben az 1932. évben. (MÜLLER és KAUTZ nyomán.) A hegyi lepke ebben az esztendőben három nemzedékben repült. A szembeszökő eltérés a két faj különbözőségét igazolja.

KAUTZ szemléltető módon mutatta be, mennyire eltérő a Mödlingben együttesen előforduló repce-pillangó s a havasi fehér-lepke repülési ideje (4. rajz). Természetes, hogy az alpesi *P. Bryoniae* alak évenként egy nemzedéket szaporító életmódja még élesebben elüt az Európában úgyszólván kivétel nélkül legalább két nemzedékben megjelenő repce-pillangóétól. Ez utóbbiról csak kivételesen, s leginkább angol tenyésztők állapítottak meg évi egy nemzedékben való megjelenést.

Mínthogy a hegyi fehér-lepke életmódja lényegében hegyvidékhez kötött, s ezenkívül élethelyéhez minden törzs szívósan ragaszkodik, természetes, hogy egyes vidékek példányain egy-egy jellemző helyi vonás is kialakulhat. Nagyon helyes ebben a tekintetben a Müller-féle megkülönböztetés; az egyes körzetekre jellemző, bizonyos fokig állandósult eltérő vonás alapján jogosan beszélünk helyi változatról, esetleg alfajról. Ezek között az összefüggést így szemléltetjük:

Pieris Bryoniae O.

(Ez a név — mint fajnév — az egész típusra vonatkozik.)

Alpesi-magas hegyi-a'faja: <i>P. Bryoniae</i> ssp. <i>Brioniae</i> O. (Egy nemzedékes).	Az Alpesek északi lejtőin élő alfaja: <i>P. Bryoniae</i> ssp. <i>flavescens</i> WAGN. (Több nemzedékes).	Az Alpesek déli lejtőin, va'amins Kárpátjainkon élő a faja: <i>P. Bryoniae</i> ssp. <i>neobryoniae</i> SHELJ. (Több [és egy] nemzedékes).
---	---	---

Ezek a csoportokon belül aztán megkülönböztethetünk rendszeresen, meg rendszertelenül föllépő időleges módosulatokat. Az előbbiek közé tartoznak például a több nemzedékes alfajok tavaszi (I. nemz.) alakjai. A rendszertelenül mutatkozó módosulatok az aberrációk. Ezeknek részletezésébe ezúttal nem kívánunk bevilágítani, mivelhogy túlságosan messze vezetne. De ezenkívül úgy látjuk, hogy a mellékes jellegek alapján történő megkülönböztetés terén túlságos aprólékosságig jutottak a lepkészek. Sok esetben valósággal a szőrszálhasogatásig. Elég tehát annyit megjegyeznünk, hogy az egyes változatok (minő alfaj, melyik nemzedékének, milyen vidéken előforduló alakja?) elbírálásához valósággal a hegyi fehér-lepke speciálistájává kellene magunkat kiképeznünk.

Ezekután térjünk reá Magyarország hegyvidékeinek a hegyi fehér-lepke szemszögéből való áttekintésére.

*

Mint hogy a törzsfaj a hegyvidékek 1400—1600 m magaslatain (a Déli Alpesekben 2000 m-ig) szeret legjobban tenyészni, eleve elvárható, hogy a Kárpátok hegylánca alkalmas tanyahely számára. Sőt az sem lephet meg túlságosan, hogy MÜLLER az akkoriban még nagyon kevés számban ismert kárpáti példányokat újabb, jellegzetes alfajba (*P. Bryoniae carpathica* MÜLLER) sorozandóknak vélte. Hing súlyoznunk kell, hogy MÜLLER csupán az Erdős-Kárpátokban gyűjtött néhány példányt vizsgálhatott. Ezzel szemben KAUTZ, aki többet tanulmányozott, határozottan azt vallja: semmi alapja sincs új alfaj elkülönítésének, mert való, hogy a hegyi fehér-lepke kelet-kárpáti alakja minden főbb bélyegét — nősténye nagyobb termetét, sárgás alapszínét, erős, sötét rajzát — illetőleg a dél-alpesi fajjal (*P. Bryoniae* ssp. *neobryoniae*) azonosítandó. A vizsgált példányokat NIESIOŁOWSKI a Czarnahorán, 1800 m körüli magasságban, június végén — július elején gyűjtötte. Feltűnő azonban, hogy ezen az aránylag magas fekvésű területen élő fajváltozatot az Alpesek déli lejtőin előforduló alakkal egyeztetni össze KAUTZ; hozzáteszi ugyan, hogy a Kárpátok néhány magaslatán bizonyára a magas hegyi, egy nemzedékű alak is él. Hiszen másutt azt írja, hogy az északi (mödlingi) alfaj ritkán nyomul föl 1000 m-ig, s a déli is csak kivételesen 1400 m-ig!

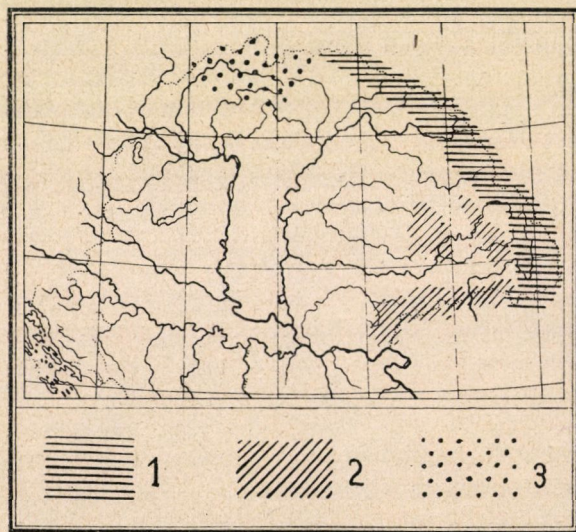
Nagyon érdekesek ezenkívül a Munkáctól 70 km-re északra, de mindössze 170 m magasságban fekvő Osán gyűjtött, erőteljesen színezett hegyi fehér-lepke példányok. Kivált a lelőhely rendkívül alacsony fekvésű mivolta mondható feltűnőnek. Az innen származó példányok különben KAUTZ szerint szintén a *neobryoniae* alfaj körébe sorozandók.

Ezek alapján arra gondolhatunk, hogy az Erdős-Kárpátok klasszikus területe az egy-, s a több-nemzedékű alakok átmeneti, illetőleg közös törzsének. Azon

a területen nemcsak a szárnyszabás, termet és rajz, hanem az élettani sajátosságok is egymásba folyók. Magam Tisza-Borkúton (kb. 500 m a t. sz. f.) június 24-én nagyon kopott, esetleg már több hét óta repülő nőstényt fogtam; míg 900 m magasságban, a Fehér-Tisza forrásvidékén egy héttel később két egészen friss nőstény és — ami még többet mond: — még 2—3 nappal utóbb is több, egészen friss hím került a hálómába.

A czarnahorai hím példányokról KAUTZ megjegyezte, hogy feltűnően színezettek. Magam is ezt tapasztaltam a Tisza forrásvidékén. És hozzátehetem: a Keleti-Kárpátokban alig fordulhat elő, hogy a hegyi fehér-lepke elég gyakori hímjeit biztosan el ne lehetne különíteni az ugyanott — különben elég gyéren — repülő repce-pillangó hímjétől. Ez a most hazatért hegyvidékünk tehát ebben a tekintetben is fokozott figyelmünkre érdemes, mert valószínű, hogy ottani beható kutatások meglepő eredményre vezetnének.

Hogy ez a „jóslat”-om mennyire megalapozott, a Tátra havasi fehér-lepkéinek eddigi vizsgálatai is megvilágítják. KAUTZ bevallja, hogy „a Tátrából származó havasi fehér-lepke ez idő szerint — megoldatlan probléma!” Egészen különös már az, hogy ott csak 1000—1300 m között fekvő lejtőkön fordul elő, s ennél magasabb övben csupán a — repce-pillangó hegyi alakja repül! Feltűnő az is, hogy a tátrai *P. Bryoniae* nőstényein a sárga színeződésnek nyoma sincs. Ez KAUTZ szerint arra vall, hogy a tátrai törzs már régen kialakult, mintegy kijegecesedett, úgyhogy az ősi sárga szín visszaütéskép sem ütközik ki az egyedeken. KAUTZ különben azt sem tartja lehetetlennek, hogy NIESIALOWSKINAK van igaza, aki szerint ez a tátrai törzs nem *P. Bryoniae*, hanem voltakép — *Napi*, vagyis a repce-pillangónak nagyon különleges hegyvidéki módosulata.



5. rajz. A hegyi fehér-lepke elterjedése a Kárpátok láncán. 1 = a már megállapított lelőhelyek; 2 = valószínű előfordulási helyek; 3 = vitás terület, amelyen eddigi adatok szerint a repce-pillangó magas-hegyi alakja repül.

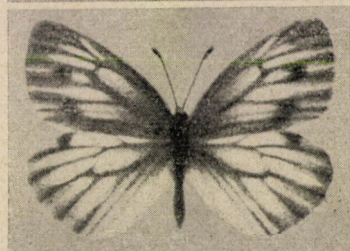
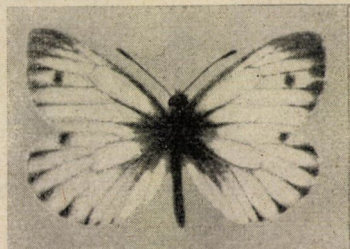
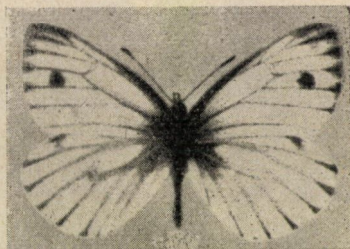
Ime, ismét olyan probléma, amelynek végleges megoldása magyar kutatóknak teremhetne babért. Ebben az irányban azonban most ideiglenesen arra az álláspontra kell helyezkednünk, hogy az első pillanatra minden nehézség nélkül és kétségtelenül fölismerhető kelet-kárpáti *P. Bryoniae* nyugat, illetőleg északnyugat felé terjedésének határa a Tátra; ezen a magas hegységen repülő alak pedig — akár a *P. Bryoniae*-hez, akár pedig a *P. Napi*-hoz tartozónak bizonyul majd — valaminő, bizonyos mértékig különálló törzs.

További tájékozódást

szerzendő, áttekintettem a Magyar Nemzeti Múzeum idevágó gyűjteményének összes példányait.

Hogy mindjárt a Tátrából származókat kerítsük sorra, múzeumi példányaink alapján mind erősebbé válik a meggyőződésem, hogy ott csakugyan nem a hegyi fehér-lepke havasi alfaja (*P. Bryoniae* ssp. *Bryoniae*), hanem a repce-pillangó valaminő magas hegyi alakja repül. Fölfogásom szerint tehát NIESIOLOWSKINAK van igaza. Ennek bizonyítékát egyfelől abban látom, hogy a tátrai alak mustrázata nagyon közel áll Ausztria, meg Csehország hegyvidékein repülő, az erek mentén feltűnően színezett repce-pillangókhoz; kivált a MÜLLER—KAUTZ II. színes tábláján bemutatott *nigrovenosa* és *pseudoradiata* névvel ellátott *Napi*-aberrációk hasonlítanak feltűnően a tátraiakhoz. Ilyenféle erősen sötét behintésű repce-pillangó a Nemzeti Múzeum gyűjteményében a Mátrából, BARTHA VIKTOR ezredes gyűjteményében pedig a Bükkből, Eger vidékéről szerepel. Magam a Vértesben figyeltem meg, hogy a *P. Napi* tavaszi nemzedéke nagyon hajlamos a feltűnő színeződésre. Mindehhez hozzáfűzhetem, hogy a Kis-Fátrában, Kralován mellett gyűjtött múzeumi példány csaknem azonos a tátrai *P. Bryoniae* jelzésű alakkal. S ez az adat még inkább megerősít abban a fölfogásban, hogy az Északi-Kárpátok hegyvidékén, illetőleg az egész északnyugati Felvidéken mind máig ismeretlen a kétségtelenül fölismerhető hegyi fehér-lepke. Ezzel szemben az Erdős-Kárpátokban, valamint a Keleti-Kárpátok láncán egész a Brassó melletti Bucsecsig (5. rajz) mindenütt repül a *P. Bryoniae*, amint ezt a Nemzeti Múzeum gyűjteménye igazolja (2. rajz).

Abból a körülményből, hogy a Kárpátokban előforduló hegyi fehér-lepke a *neobryoniae* alfaj körébe tartozik és a Kaukázus, valamint az Erdős-Kárpátok hegyi fehér-lepkéi meg szinte azonos rajzúak (2. és 6. kép) az következnek, hogy a *neobryoniae* alaknak a Krassó-Szörényi hegyvidéken, Pojana Ruszkán, Retyezáton, az Erdélyi Havasokon kívül meg kellene lennie a Balkán hegyvidékén is. Sajnos, ebben az irányban még nagyon hézagosa a kutatások. Mert ha Erdély fölsorolt hegyvidékén csak idő kérdésének tekintjük is a *P. Bryoniae* valamelyik alakjának kimutatását, REBEL és DRENOWSKI határozottan kimondják, hogy az egész Balkán hegyláncban hiába keressük a hegyi fehér-lepkét, mert ott írmagja sem található. Igen ám, de az így három — egymástól elszigetelt — területen: az Alpések déli lejtőin, a Kárpátok keleti vonulatain, valamint



6. kép. A hegyi fehér-lepke (*P. Bryoniae*) Kaukázusban élő alakja, amely ugyancsak a *neobryoniae* alfaj körébe tartozik. (MÜLLER és KAUTZ nyomán.)

a Kaukázusban pontosan megegyező alakban repülő hegyi fehér-lepke fejlődés-története nem vázolható úgy, mint azt CARADJA C. tanulmánya alapján MÜLLER elgondolta. Semmikép sem tehetjük föl, hogy a jeges korszakban az Alpések területére beszorult *Bryoniae*-törzsek a mai — bárhol élő — hegyi fehér-lepkék közvetlen ősei, azaz hogy még a kaukázusiak is alpesi származásúak lennének. Nem láthatjuk be ugyanis, hogy az Alpesektől a Kaukázusig terjeszkedés útvonalán: a Balkánon ne maradtak volna fenn egyes törzsek máig a diluvium közepe óta, mint ahogyan Kis-Ázsiában csakugyan fennmaradtak. Míg ha a terjedést fordítottan, azaz keletről nyugat felé irányultnak tesszük föl és abból indulunk ki, hogy a *P. Bryoniae* ősi alakja még a diluvium előtt és épp úgy két ágban sugárzott ki őshonából, mint az ős-repce-pillangóé, — könnyebb megértenünk egyfelől a déli (*neobryoniae*) törzs feltűnő elhelyezkedését, másfelől azt, hogy az eljegesedések idején a balkáni törzsek elpusztultak, s ezzel a kaukázusi, kárpáti, valamint alpesi törzsek egymástól elszigetelődtek.

Tárgyilagosan ugyan azt is el kell ismernünk, hogy a hegyi fehér-lepke európai, sőt közelebből: kárpáti előfordulási viszonyai sok tekintetben még ma is rejtélyes vonásokat árulnak el. A Felvidék több, mint kétszáz *P. Bryoniae*-ja. továbbá az Osán 170 m, valamint a Czarnahorán 1800 m magasságban egyforma alakban repülő *neobryoniae*, az egy- és több-nemzedékű alfaj keveredése, a kaukázusival való feltűnő egyezése, illetőleg az elszigetelt előfordulás, továbbá a Pojana-Ruszka, Pareng, még a Retyezát *P. Bryoniae*-mentessége (?), nemkülönben a hím feltűnő bélyegei mind arra figyelmeztetnek, hogy ezeknek a rejtélyeknek megfejtése a magyar kutatógárda számára a leghálásabb feladatok egyike.

Gaál István dr.

A folyadék- és légellenállás elmélete.¹

Ha valamely szilárd testet folyadékban, vagy gázban (levegőben) állandó sebességgel mozgatunk, a test minden egyes kis felületelemén erők ébrednek, amelyeknek együttes hatása legáltalánosabb esetben ugyanaz, mintha a testre csak egy erő, az ú. n. eredőerő és egy, a testet elforgatni törekvő nyomaték hatna.

Ezek az erőhatások csak a test és a folyadék egymáshoz viszonyított sebességétől függnék, rájuk nézve tehát teljesen közömbös, hogy a testet mozgatjuk a folyadékban, vagy áramló folyadék: folyóvíz, szél éri a nyugalomban levő testet.

Ha a test szimmetrikus és az áramlási sebesség a szimmetria síkkal párhuzamos, forgató nyomaték nem keletkezik, csak egy szintén a szimmetria síkba eső erő. Ezt az erőt általában két összetevőre szokás felbontani: az áramlás irányára merőleges, ú. n. felhajtóerőre és az áramlás irányába eső erőre. Ezt az utóbbi összetevőt, amelyet a test vontatásakor le kell győznünk, ellenállásnak nevezük. (I. ábra). A továbbiakban azzal a legegyszerűbb esettel akarunk foglalkozni, amikor a testre ható erőhatások eredője teljes egészében beleesik az áramlás irányába, azaz csak ellenállás keletkezik, felhajtóerő és nyomaték nem.

¹ Az 1940. évi Rauer-pályázaton dicséretet nyert pályamű.

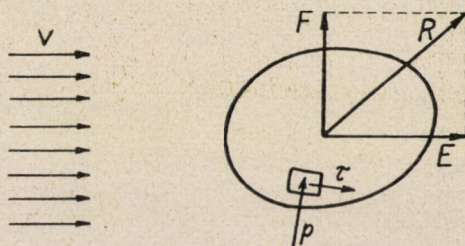
Áramló folyadékban levő test ellenállásának vizsgálata pusztán elméleti szempontból is érdekes és fontos probléma, nem kevésbé jelentős azonban ez a kérdés gyakorlati szempontból sem. Számtalan műszaki feladatban fontos szerepet játszik a közegellenállás, így pl. hidakra, épületekre ható szélnyomás az illető tárgyak légellenállásával azonos; valamely hajó vontatásakor a hajótest vízellenállását kell legyőznie a beépített erőforrásnak: gőz- vagy gázgépnek. De különösen a repülőtechnika rohamos fejlődése szempontjából volt rendkívül fontos a légellenállás lényegének és törvényszerűségének mélyreható vizsgálata.

A repülőgépek fejlődése az utolsó évtizedben a mindig nagyobb és nagyobb sebességek jegyében zajlott le. Első gondolatunk talán az lehetne a sebesség fokozására, hogy erősebb motort építsünk a gépbe. A motorteljesítmény és sebesség közti összefüggések közelebbi vizsgálata azonban rögtön rámutat ennek az eljárásnak a célszerűtlenségére. A kettő között ugyanis köbös összefüggés érvényes, tehát ahhoz, hogy kétszeresére fokozzuk repülőgépünk sebességét, egyéb körülmények változatlanul hagyása mellett nyolcszor olyan erős motorra lenne szükségünk. Sokkal eredményesebb módszer a repülőgép légellenállásának csökkentése és valóban, a fejlődés ezen az úton jutott rövid három évtized alatt a mai, bámulatosan magas, szinte tökéletesnek mondható fokra. Természetesen nem hagyható itt említés nélkül a motorteknika rohamos fejlődése sem, de aerodinamikai szempontból feltétlenül az ellenállás csökkentése járult legnagyobb mértékben hozzá a repülőgépek tökéletesedéséhez. A rengeteg feszítő huzal és merevítő rúd elhagyása, a futószerkezetnek a törzsbe vagy szárnyba való behúzása, az egész repülőgép felületének lehető síma, kiszögellések nélküli kialakítása mind a légellenállás csökkentését célozzák.

Bátran elmondhatjuk, hogy a repülőgépek nagyszabású fejlődése főképen annak köszönhető, hogy az ellenállás fizikai sajátosságait felderítve, a legcélravezetőbb és leghatásosabb módon tudták azt csökkenteni.

A repülőtechnikában elért eredményeket utóbb földi járművekre is alkalmazták, így jöttek létre a mai áramvonalas autók és mozdonyok, bár ezeknek jóval kisebb sebessége miatt nem olyan rendkívüli jelentőségű a légellenállás csökkentése.

A folyadékok és gázok (levegő) között egyik legjellegzetesebb különbség, hogy míg az előbbieket gyakorlatilag összenyomhatatlanok, a gázok könnyen változtatják térfogatukat és ezzel sűrűségüket. A repülőtechnikában manapság elért legnagyobb repülési sebességek mellett is azonban oly kis mértékűek a levegő nyomás és sűrűség változásai, hogy ezeket teljes mértékben figyelmen kívül hagyhatjuk és a levegőt összenyomhatatlan közegnek tekinthetjük. Ezzel a folyadék és gáz közti legnagyobb különbséget eltüntettük, s ez az oka annak,



1. ábra. v sebesség, R eredő erő, F felhajtó erő, E ellenállás, p nyomás, τ elemi surlódó erő.

A motorteljesítmény és sebesség közti

azonban rögtön rámutat ennek az eljárásnak a célszerűtlenségére. A kettő között ugyanis köbös összefüggés érvényes, tehát ahhoz, hogy kétszeresére fokozzuk repülőgépünk sebességét, egyéb körülmények változatlanul hagyása mellett nyolcszor olyan erős motorra lenne szükségünk. Sokkal eredményesebb módszer a repülőgép légellenállásának csökkentése és valóban, a fejlődés ezen az úton jutott rövid három évtized alatt a mai, bámulatosan magas, szinte tökéletesnek mondható fokra. Természetesen nem hagyható itt említés nélkül a motorteknika rohamos fejlődése sem, de aerodinamikai szempontból feltétlenül az ellenállás csökkentése járult legnagyobb mértékben hozzá a repülőgépek tökéletesedéséhez. A rengeteg feszítő huzal és merevítő rúd elhagyása, a futószerkezetnek a törzsbe vagy szárnyba való behúzása, az egész repülőgép felületének lehető síma, kiszögellések nélküli kialakítása mind a légellenállás csökkentését célozzák.

Bátran elmondhatjuk, hogy a repülőgépek nagyszabású fejlődése főképen annak köszönhető, hogy az ellenállás fizikai sajátosságait felderítve, a legcélravezetőbb és leghatásosabb módon tudták azt csökkenteni.

A repülőtechnikában elért eredményeket utóbb földi járművekre is alkalmazták, így jöttek létre a mai áramvonalas autók és mozdonyok, bár ezeknek jóval kisebb sebessége miatt nem olyan rendkívüli jelentőségű a légellenállás csökkentése.

A folyadékok és gázok (levegő) között egyik legjellegzetesebb különbség, hogy míg az előbbieket gyakorlatilag összenyomhatatlanok, a gázok könnyen változtatják térfogatukat és ezzel sűrűségüket. A repülőtechnikában manapság elért legnagyobb repülési sebességek mellett is azonban oly kis mértékűek a levegő nyomás és sűrűség változásai, hogy ezeket teljes mértékben figyelmen kívül hagyhatjuk és a levegőt összenyomhatatlan közegnek tekinthetjük. Ezzel a folyadék és gáz közti legnagyobb különbséget eltüntettük, s ez az oka annak,

hogy a folyadék és légellenállás, sőt az egész hidro- és aerodinamika teljesen azonos alapon tárgyalható.

A következőkben tehát egyszerűen ellenállásról fogunk beszélni, anélkül, hogy megemlékeznénk folyadékban vagy levegőben való keletkezéséről.

Az ellenállás kérdésével már NEWTON, a mechanika megalapozója is foglalkozott. Ő a levegőt nagyszámú, igen kicsi anyagi részecskék halmazának tekintette, amelyek egyenletesen el vannak osztva a térben és egymástól függetlenek. Ha ilyen szerkezetű áramló közegben szilárd testet helyezünk el, a levegőrészecskék neki ütköznek a test felületének, ellenállásra találnak, amely az ütközés ismert törvényszerűségei szerint kiszámítható. Aszerint, amint az ütközést rugalmasnak, vagy rugalmatlannak tekintjük, különböző értékeket kapunk az ellenállásra.

Az így kiszámított ellenállás azonban sajnálatos módon távolról sem egyezik az ellenállásnak tapasztalati úton: laboratóriumi mérések által megállapított értékével.

Mindenesetre, ha számszerűleg így nem jutott is helyes eredményre, NEWTON érdeme, hogy felismerte az ellenállás változásának lényegében még ma is érvényben levő törvényszerűségét. Arra az eredményre jutott, hogy az ellenállás arányos az áramló közeg sűrűségével, a testnek az áramlás irányára merőleges legnagyobb keresztmetszetével és a sebesség négyzetével, ami gyakorlatilag pl. azt jelenti, hogy kétszeres sebesség esetén négyszer akkora szélnyomás fog hatni valamely falsík, vagy hídszerkezet egy négyzetméternyi felületére. Természetesen, ha számszerűen is meg akarjuk határozni az ellenállást, egy arányossági tényező, ú. n. „ellenállási tényező“ is belekerül a számításba.¹ Ha az ellenállási tényező állandó szám, ebben az esetben szigorúan érvényes a NEWTONtól származó ú. n. „négyzetes ellenállási törvény“, ellenkező esetben csak alakilag áll fenn az ellenállás és sebesség között a négyzetes összefüggés. Mint később látni fogjuk, mindkét eset előfordul a valóságban: vannak olyan testek, — mégpedig az alak a lényeges ebből a szempontból, — amelyeknek az ellenállási tényezője állandó, más testeké viszont változik.

Fentiek alapján az ellenállás egész problémája az ellenállási tényező számértékének, vagy változása törvényszerűségének a meghatározására egyszerűsödik. NEWTON szerint számítva pl. egy az áramlás irányára merőlegesen álló négyzet alakú síklap ellenállási tényezője rugalmas ütközést feltételezve: 4, rugalmatlan ütközésre: 2, viszont a laboratóriumi mérések 1·1-t adnak, vagyis a síklap valóságos ellenállása csak körülbelül a fele a NEWTON szerint számított legkisebb értéknek. E nagy eltérésnek egyik legfőbb oka abban rejlik, hogy Newtonnak a levegő szerkezetére vonatkozó, már említett feltevése, amely szerint a levegő egymástól független igen kicsi anyagi részecskék halmazából áll, áramlási jelenségekkel kapcsolatban nem egészen helytálló.

¹ Az ellenállás képletének mai szokásos, a NEWTONÉVAL lényegében megegyező alakja:

$$E = \frac{\rho}{2} v^2 \cdot F \cdot c_e \text{ ahol}$$

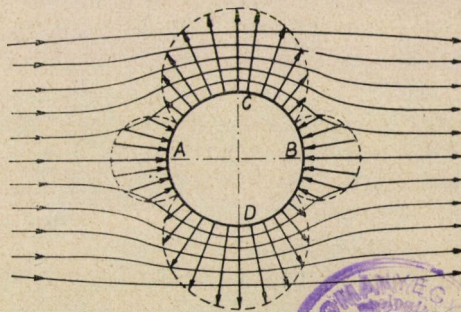
ρ a levegő sűrűsége, v a sebesség, F a keresztmetszeti terület vagy más alkalmasan választott felület területe és C_e az ellenállási tényező.

Az elmélet és valóság között tapasztalt eme nagy eltérés további munkára ösztönözte a kutatókat. Az elméleti hidrodinamika nagyobb arányú fejlődése EULER nevéhez fűződik, aki a mechanikának NEWTONtól felállított tételeit alkalmazta a folyadék mozgására. Ő NEWTONtól eltérően nem egymástól független anyagi részecskék halmazának tekinti a folyadékot, hanem a teret folytonosan kitöltő, összefüggő közegnek, ú. n. kontinuumnak, amelynek részecskéi nem élnek független egyéni életet, hanem áramlás közben egymás pályáját módosítják. Felteszi továbbá, hogy — a valóságos folyadéktól eltérően — a részecskék között nincs súrlódás, aminek következménye az, hogy az ilyen Euler-féle ú. n. „ideális“ vagy „tökéletes“ folyadékba helyezett testre a folyadék csak a test felületére merőleges erőhatást: nyomást tud kifejteni. A valóságos folyadékban ellenben a részecskék között meglévő súrlódás miatt a test felületelemein a nyomáson kívül érintő irányú súrlódó erő is ébred. Az 1. ábrán feltüntetett felületelemre tehát tökéletes folyadékban csak a normális nyomás: p hat, valóságos folyadék esetén ezenkívül még az érintő irányú elemi súrlódóerő: τ is. A súrlódó hatás, amely az ellenállást közvetlenül is növeli, a sűrűbb szirupokat nem tekintve, a legtöbb folyadékban, vagy még inkább a levegőben igen kicsiny, de még sem hagyható figyelmen kívül, mert mint látni fogjuk, döntő szerepe van a test körüli áramlás: áramkép kialakulásában, ami viszont a legszorosabb összefüggésben áll az ellenállással.

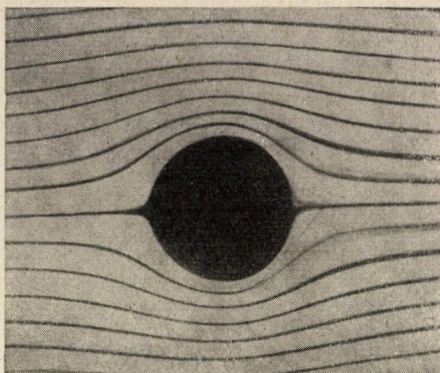
Lássuk először, hogy a tökéletes folyadékkal dolgozó klasszikus hidrodinamika milyen eredményeket tud felmutatni az ellenállás kutatás terén. Végtelen kiterjedésű, állandó sebességgel áramló tökéletes folyadékban helyezünk el szilárd testet, pl. körhengert, amelynek a tengelye az áramlás irányára merőleges. Kontinuumról lévén szó, a folyadékrészecskék nem fognak egymástól függetlenül egyenként nekiütközni a henger felületének, hanem a henger eltereli őket, a folyadék szétválik a test előtt, hogy mögötte ismét összefolyva teljesen körüláramolja azt. A kialakuló áramképet az egyes folyadékrészecskék pályájával: az áramvonalakkal szemléltethetjük legegyszerűbben (2. ábra).

A 2. ábrán feltüntetett áramvonalak lefolyása a tökéletes folyadék, ú. n. potenciális áramlására vonatkozó számításokból adódik. Valóságos folyadék körhenger körüli áramlásakor — különösen, ami a henger mögötti teret illeti — lényegesen más áramkép jön létre, de bizonyos körülmények mellett pl. két egymáshoz nagyon közel levő üveglap között valóságos folyadékban is kialakul hasonló áramlás, amiről a 3. ábrán látható fényképfelvétel is tanúskodik.

Könnyen belátható, hogy ha a henger elég hosszú, a tengelyére merőleges síkokban ugyanaz az áramkép jön létre, tehát teljesen elegendő egy síkban vizsgálni a viszonyokat: ú. n. potenciális sík-áramlással, vagy kétméretű áramlással állunk szemben.



2. ábra.



3. ábra. (RIEGELS nyomán).

felelően egymásba átalakulnak, de összegük állandó marad. Ez az összefüggés tulajdonképpen az energia megmaradását fejezi ki tökéletes folyadékra.

Ha szemügyre vesszük a henger körül kialakult áramképet, azt tapasztaljuk, hogy az áramvonalak az A és B pontok környezetében eltávolodnak, a henger felett és alatt viszont közelebb kerülnek egymáshoz. Mivel két áramvonal között nincs folyadék kicserélődés, azaz mindig ugyanazon folyadéktömeg áramlik közöttük, ott, ahol az áramvonalak eltávolodnak egymástól, a megnagyobbodott keresztmetszet miatt a sebesség csökken. Viszont az összeszoruló áramvonalak között kisebb lesz a keresztmetszet, s így a sebességnek kell megnövekednie, hogy a folyadékmennyiség a lecsökkent keresztmetszeten is át tudjon áramlani. A Bernoulli-tétel szerint tehát az A és B pontok környezetében, ahol a sebesség csökken, a zavartalan áramlásban uralkodó nyomásnál nagyobb nyomás fog létrejönni, legnagyobb magában az A és B pontokban: az elágazás illetőleg összefolyás pontjaiban, mivel ott a folyadékreszecskek nyugalomban vannak, s így teljes sebességi energiájuk nyomássá alakul át. A C és D pontok környezetében viszont, ahol az áramvonalak összébbszorulnak, s így a sebesség növekszik, a nyomás értéke kisebb lesz a zavartalan áramlásban uralkodó nyomásnál.

Igen szemléltető képet kapunk a viszonyokról, ha a nyomás nagyságával arányos hosszúságú és a henger középpontjába irányuló nyilakkal ábrázoljuk a nyomás változását a kerület mentén (2. ábra). A középpont felé mutató nyilak a zavartalan térben uralkodó nyomásnál nagyobb nyomást jeleznek, a C , D pontok közelében viszont, ahol a nyilak kifelé mutatnak, kisebb a nyomás a zavartalan nyomásnál, az áramlás ezeken a helyeken szívó hatást fejt ki a hengerre. Ha most, ami tulajdonképpen célunk, ezeknek az elemi nyomásoknak az összhatását: eredőjét keressük, arra a meglepő eredményre jutunk, hogy a nyomásnak a felület mentén való szimmetrikus eloszlása miatt, a hengerre, mint egészre, eredő erő nem hat. A klasszikus hidrodinamikának ez a feltűnő eredménye „hidrodinamikai paradoxon“ néven ismeretes, ami tehát azt fejezi ki, hogy tökéletes folyadékban a testeknek nincs ellenállása, s így állandó sebességgel való vontatásukhoz sem szükséges semmiféle energia. Kimutatható, hogy ez nemcsak a hengerre, hanem általában bármilyen alakú testre érvényes.

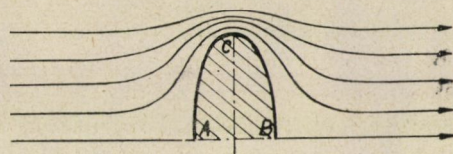
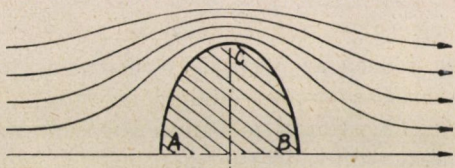
Ha most — meg akarva határozni az ellenállást — keressük az áramlás folytán a hengerre ható erőt, az nyilván a folyadék nyomásából adódik, tehát a henger felületén uralkodó nyomási viszonyokat kell tisztáznunk.

Az áramló folyadék nyomása és sebessége között az a nevezetes, BERNOULLI nevét viselő összefüggés érvényes, hogy ahol a sebesség nagy, ott kicsi a nyomás, viszont kis áramlási sebességgel nagy nyomás jár együtt. A nyomási és sebességi energiák a külső körülményeknek meg-

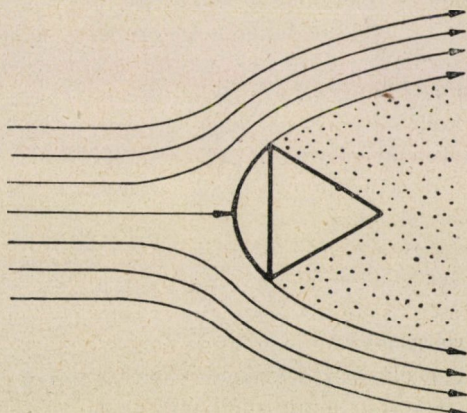
Tökéletes folyadék felvétele mellett ezek szerint a folyadék ellenállásra vonatkozó elméleti vizsgálódások a valósággal merev ellentétben álló eredményre jutottak s így az ellenállás számszerű meghatározása céljából még használhatatlanabbnak bizonyultak NEWTON elméleténél, amelynek alapján, ha a valóságtól ugyan eltérő, de mégis véges ellenállást kaptunk.

Némiképen javul a helyzet, ha olyan test ellenállását keressük, amelynek a felületén egy vonal mentén éle van. Ha az előbbi körhengerünk helyett ellipszis keresztmetszetű hengert helyezünk az áramló tökéletes folyadékba (4. ábra) mégpedig a nagy tengelyével az áramlás irányára merőlegesen, azt tapasztaljuk, hogy a test alatt és felett jobban összébszorulnak az áramvonalak, mint a henger esetében, mégpedig annál jobban, minél laposabb az ellipszis, vagyis minél kisebb a görbületi sugár az alsó és felső pontban. Mivel pedig az áramvonalak összébszorulása — mint láttuk — sebességnövekedést jelent, következik, hogy valamely felület mentén történő áramlásban a sebesség fordított viszonyban áll a görbületi sugárral.

Az élnek, vagy éles saroknak a görbületi sugara végtelen kicsinek tekinthető, körüláramlásához tehát a fentiek szerint végtelen nagy sebességre lenne szükség, ami azonban folyadékban nem jöhet létre, mivel ekkor a sebességi energia is végtelen nagyra nőne, már pedig ez a folyadék kezdeti véges energia készletéből nem volna fedezhető. A folyadék tehát nem tud körüláramlani az él körül, hanem közelítőleg megtartva az él előtti irányát elvált a test felületétől és mellette tovább áramlik úgy, hogy a test mögött — az elmélet szerint — nyugvó folyadékkal kitöltött ún. „holtvítér“ keletkezik (5. ábra). A holtvítérben levő folyadék nem vesz részt az áramlásban, benne, mint az számítással igazolható, a zavartalan térben levő nyomással csaknem egyenlő nyomás uralkodik. A nyomáseloszlásnak az a szimmetriája tehát, ami a henger körüli áramlás esetén megvolt, most megszűnik, a test előtti nagyobb nyomás érvényre jut a holtvítérben uralkodó kisebb nyomással szemben és így az áramlás irányába eső eredő erőt, ellenállást kapunk.

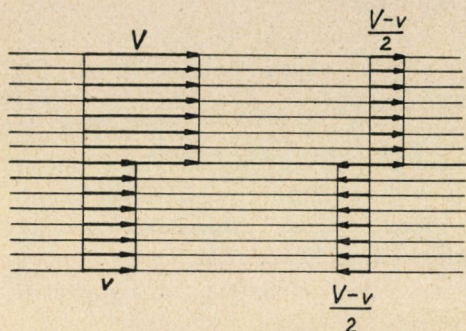


4. ábra.



5. ábra.

Azokat a felületeket, amelyek elválasztják a holtvízteret az áramló folyadéktól, szakadási felületeknek nevezik, mivel e felületen áthaladva a sebesség értéke ugrásszerűen csökken az áramlási sebességről zérusra, azaz a sebességeloszlás folytonosságában e felületek mentén szakadás van.

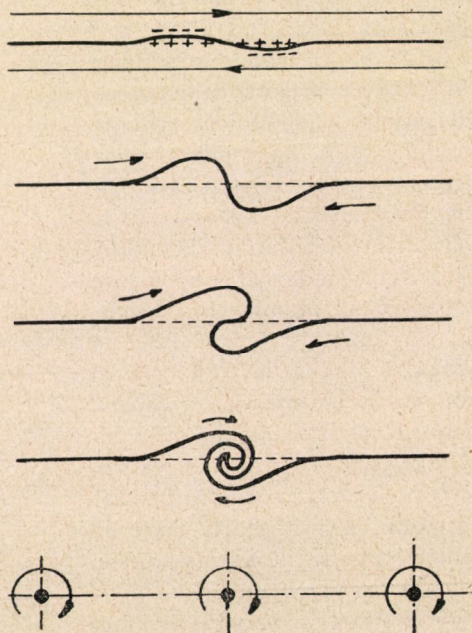


6. ábra.

van. Ebben az örvénylő térben a nagyobb kinetikai energia folytán kisebb a nyomás az elmélet által szolgáltatott holtvíztéri nyomásnál, így a test előtti nagyobb nyomás jobban érvényesül vele szemben, s ennek következménye a valóságos folyadékban mért nagyobb ellenállás.

A test mögötti örvényképződés bizonyos mértékig tökéletes folyadékban is követhető, de csak akkor, ha már egyszer a szakadási felületek kialakultak. A helyzet ugyanis az, hogy a szakadási felületek rendkívül rövid életűek, mivel a legkisebb zavarral szemben is nagymértékben instabilisak, s így rövidesen koncentrált örvényekben oldódnak fel, aminek folytán a test mögötti áramkép teljesen megváltozik. Kövessük figyelemmel kissé közelebről a szakadási felületnek ezt a viselkedését. Mint már említettük ezen az áramló folyadékban elhelyezkedő olyan felületet értünk, amelyen áthaladva a sebesség értéke ugrásszerűen változik, azaz a szakadási felület két különböző sebességgel áramló folyadéktömeget választ el egymástól. Általában a sebesség kisebbik értékének nem kell zérusnak lennie, mint az a holtvízteret elválasztó szakadási felület esetében volt, csak véges értékkel kell különböznie a szakadási felület

A szakadási felületek bevezetésével tehát tökéletes folyadékban is kapunk ellenállást. Mindenesetre az ellenállásnak így számítható értéke ismét nem egyezik a mért eredményekkel, hanem annál jóval kisebb. Ennek oka abban rejlik, hogy az elmélet csak a test előtti áramlási és nyomási viszonyokat adja jól vissza, a test mögött azonban a folyadék, az elmélettel ellentétben, nem nyugszik, hanem, mint ahogy a későbbiekben részletesen látni fogjuk, erősen örvénylő mozgásban



7. ábra.

másik oldalán található sebességtől (6. ábra). Könnyen beláthatjuk, hogy a szakadási felület tulajdonképpen kis egymás mellett folytonosan elhelyezkedő örvényszálacskákból áll, amelyeken, mint apró görgőkön gördül el a felső folyadéktömeg az alsó, lassúbb folyadéktömeg felett.

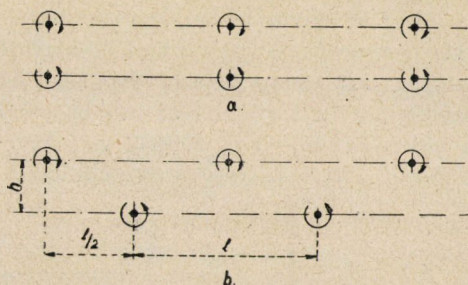
Mivel — mint korábban említettük — az ilyen áramlási jelenségeknél csak a viszonylagos sebesség lényeges, felfoghatjuk a dolgot úgy is, mintha a szakadási felület által elválasztott két folyadéktömeg a sebességek különbségének felével szemben áramlana egymással, azaz az alsó folyadéktömeg $\frac{V-v}{2}$ sebességgel jobb-

ról balra, a felső ugyancsak $\frac{V-v}{2}$ -vel balról jobbra. Ha most bármilyen csekély

zavaró hatás a szakadási felület alakját megváltoztatja, a fellépő sebesség, illetőleg nyomásváltozások olyan értelműek, hogy a deformációt igyekeznek tovább növelni. A 7. ábrán plusz jellel tüntettük fel azokat a helyeket, ahol az eredetileg sík szakadási felület valami külső zavaró hatás által okozott csekély mértékű hullámosodás folytán — a Bernoulli-tételnek megfelelően — nyomásnövekedés jön létre, mínusz jellel pedig a nyomáscsökkenés helyeit. E nyomásváltozások hatása, mint világosan látható, növelni fogja a hullámokat, s így a szakadási felület az ábrán feltüntetett fokozatokon keresztül — hamarosan koncentrált örvényekben fog felgöngyölni. Tehát két párhuzamos örvénysor, az ú. n. Benard—Kármán-féle örvényút fogja követni a testet, amely valóságos folyadékokban is létrejön, sőt



9. ábra. (GOLDSTEIN nyomán).



8. ábra. *a* instabilis elrendezés, *b* stvbilis elrendezés.

gyakran jól meg is figyelhető, s ez esetben még az sem szükséges, hogy a test felületén él legyen, mert bizonyos körülmények között síma felületű test pl. henger körüli áramlásban is kialakul.

A tökéletes folyadék alapján álló ellenállás elmélet továbbfejlesztésére újabb lehetőséget nyújtott az örvényút felfedezése. Elméleti vizsgálódások

szerint az örvényút kizárólag csak kétféle elrendeződésben jöhet létre: a két örvénysor örvényei vagy szemben helyezkednek el egymással, vagy pedig fél-osztással (két szomszédos örvény közti távolsággal) eltolódva. Az előbbi elrendeződés mindig instabilis, az utóbbi azonban stabilis is lehet, de csak akkor, ha a két örvénysor egymástól való távolsága és az örvények osztása között meghatározott viszony van. A számítások szerint a két távolság hányadosának $\frac{h}{l} = 0,2806$ -nak kell lennie (8. ábra).

A kísérleti úton valóságos folyadékban előállított, vagy a természetben létrejövő örvényutak természetesen mindig a stabilis elrendeződés képét mutatják, a méretarányok kielégítő pontossággal egyeznek a tökéletes folyadékra kihozott előbbi eredménnyel. (9. ábra.)

Az örvényút a test mögött az áramlás irányában maga is tova halad, de kisebb sebességgel, mint a zavartalan áramlás sebessége, vagy ha most ismét nyugvó folyadékot és mozgó testet képzelünk el, az örvényút követi a testet, de a vontatás sebességénél kisebb sebességgel. Ezáltal azonban mindig újabb örvényeknek kell leválnia a testről, mégpedig — a stabilis elrendeződésnek megfelelően — váltakozva a test két oldaláról. Mármost az örvények keletkezéséhez energiára van szükség, ami a test ellenállásával egyenlő nagyságú vontatóerő munkájából fedeződik. Ha valamely test mögött kialakult örvényutat lefényképezünk és a képből kivesszük a h és l méreteket, továbbá megfigyelés útján megállapítjuk az örvényút áramlási sebességét, a fenti, tökéletes folyadékra vonatkozó energetikai megfontolások alapján a kísérleti adatokkal igen nagy pontossággal egyező értékeket kapunk az ellenállási tényezőre.

Ez lenne tehát az első eset, amikor az ellenállási tényezőt számításal meg lehet határozni. Arról azonban, hogy pusztán számítás útján jussunk az ellenálláshoz, sajnos nincsen szó, mert a jelenségek nagyfokú bonyolultsága miatt mind a mai napig nem sikerült valamely adott test mögött kialakuló örvényút méreteit (l , h) és sebességét számításal meghatározni, hanem ezekhez tapasztalati úton kell hozzájutni.

Ezekben vázoltuk az Eulertől meghatározott tökéletes folyadékkal dolgozó elméleti kutatásoknak a közegellenállás felderítésére irányuló törekvéseit. Az eredményeket még egyszer röviden összefoglalva azt találtuk, hogy a „folytonos“ potenciál elmélet a hidrodinamikai paradoxonra vezetett: ellenállást nem szolgáltatott. A szakadási felületek bevezetésével, azaz a „nem folytonos“ potenciál elmélet segítségével éllel bíró test esetén már kaptunk ugyan ellenállást, ez azonban a laboratóriumi mérések által megállapított valóságos értékekkel nem egyezett. Igen jó egyezést értünk el, ha a szakadási felületeknek örvényekké való felgöngyölődését kísértük figyelemmel, de ebben az esetben a számítás egyedül nem vezetett célhoz, hanem csakis tapasztalati úton nyerhető adatokat is figyelembe kellett vennünk.

Az eredmények tehát, ami az ellenállás számszerű meghatározását illeti, nem mondhatók tulságosan kielégítőknak. A mai fejlett laboratóriumi mérési technika mellett azonban, amikor is a számszerű adatokhoz könnyen hozzájuthatunk, az elméletnek nem is annyira ez a szerepe, mint inkább az ellenállással

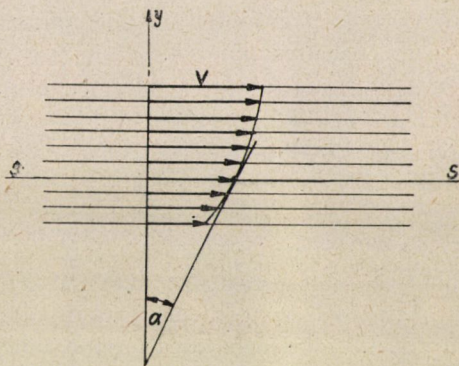
kapcsolatos áramlási jelenségek megmagyarázása, amihez — mint a fentiekben láttuk — a tökéletes folyadékok elmélete is nagymértékben hozzájárult.

Hagyjuk el most a csak föltevésekben létező tökéletes folyadék fogalmát és térjünk át a valóságos folyadék, illetőleg gáz áramlási viszonyainak vizsgálatára. A kettő között — mint már említettük — a legnagyobb különbség az, hogy a valóságos folyadék részecskéi között súrlódás van, amelyet a tökéletes folyadékban éppen figyelmen kívül hagyunk. A folyadék, illetőleg gáz súrlódása dinamikus eredetű. A molekulák u. i. a folyadékban a hőmérséklettől függő sebességgel szabálytalan zeg-zugos mozgást, ú. n. Brown-féle mozgást végeznek. Áramlás közben ezek az apró, mikroszkópikus nagyságú szabálytalan mozgások ráakódnak az áramló mozgás sebességére. Ha most a szomszédos folyadékrétegek különböző sebességgel áramlanak, megtörténhetik, hogy egyes folyadékrészecskék nagyobb sebességű rétegbe kerülnek

s ekkor tehetetlenségüknél fogva hátráltatni igyekeznek a gyorsabban áramló részecskéket. A jelenség olyan, mintha valóban súrlódás hatna a két folyadékréteg között. Ez a szemlélet nem vezet vissza a Newton-féle folyadékképhez, mert az áramlási jelenségek vizsgálatában a valóságos folyadékot is kontinuumnak tekintjük s az egyes molekulák egyéb mozgási viszonyait csak egy súrlódási tényező bevezetésével vesszük figyelembe. Súrlódó erő tehát csak akkor keletkezik, ha

a sebesség az áramlás irányára merőlegesen nem állandó. (10. ábra.) Ebben az esetben a súrlódó feszültség (a felületegységre eső súrlódó erő) egyenlő a súrlódási tényező és az ú. n. sebességi gradiens szorzatával, amin a sebesség változásának a mértékét értjük az áramlásra merőleges irányban.¹

A valóságos folyadékban tehát a súrlódás következtében a testre nemcsak a felületre merőleges nyomás hat, hanem az érintőleges súrlódás is. A súrlódás mindig ellentétes értelmű a mozgással s így közvetlenül növeli az ellenállást. Általában tehát az ellenállás részben a nyomáseloszlásból, részben pedig a felületi súrlódásból adódik. A kétféle ellenállás sok esetben együttesen lép fel, máskor az egyik hatása annyira túlsúlyban van, hogy a másik teljesen elhanyagolható. Jellemzően szét lehet választani a kétféle ellenállást a síknap esetében. Ha a síknapot az áramlás irányára merőlegesen tartjuk, jóformán csak nyomási ellen-



10. ábra.

¹ Az $s-s$ rétegben a felületegységen keletkező súrlódó erőt az ugyancsak NEWTON-tól származó következő összefüggés adja meg:

$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy} = \mu \cdot tg\alpha$$

ahol μ a súrlódási tényező, $\frac{dv}{dy} = tg\alpha$ pedig a sebességi gradiens, azaz a kérdéses pontban a sebességi profilhoz húzott érintő iránytangense.

állást kapunk ; az áramlással párhuzamos síklapon viszont, ha vastagsága elenyésző s így az áramképet nem zavarja, kizárólag felületi surlódási ellenállás jön létre.

A valóságos folyadék áramlását a működő erőhatások : a tehetetlenségi és surlódási erőhatások határozzák meg. Az áramkép kialakulása és az egész áramlás jellege e kétféle erőhatás viszonyától függ. Ez a viszony az ú. n. Reynolds-számban¹ jut kifejezésre, amely számnak döntő szerepe van a surlódásos folyadék áramlási folyamataiban.

Midőn a valóságos folyadék mozgásának törvényszerűségeit kezdték vizsgálni, alkalmazva rá a mechanika alaptörvényeit, a számításokba bevont surlódás általános esetben olyan nagyfokú bonyolultságra vezetett, hogy a problémát matematikailag csak megfogalmazni lehetett (azaz a differenciál-egyenleteket felállítani), de megoldani nem. A megoldás csak egész kicsi, egynél kisebb Reynolds-számok esetén sikerült, amikor is a surlódó hatás mellett a tehetetlenségi erők elhanyagolhatók.

Ilyen mozgás lép fel nagy surlódási együtthatójú sűrű folyadékokban, szirupokban, vagy pedig ha a test igen kis méretű és csekély sebességgel mozog (leszálló ködcspepek). Ebben az esetben a számítás arra az eredményre vezetett, hogy az ellenállás a sebességgel közvetlenül arányos, tehát a „négyzetes törvény“ helyett a „lineáris ellenállási törvény“ van érvényben.

Az ilyesfajta mozgásokra vonatkozó vizsgálódások azonban többnyire csak elméleti jelentőségűek. A gyakorlatilag fontos esetekben a Reynolds-szám mindig jóval nagyobb szokott lenni, pl. a repülőtechnikában 100.000 és 30.000.000 között mozog, sőt a felső határ a folyton növekvő sebességekkel és méretekkel szinte hónapról-hónapra nő. A Reynolds-szám nagysága itt nemcsak a nagyobb sebességekből és méretekből adódik, hanem a levegő csekély surlódásából is.² Ilyen körülmények között a tehetetlenségi erőhatások elhanyagolásáról nem lehet szó, hiszen pl. modern bombázó vagy utasszállító repülőgépekre adott esetben 30.000.000-szor nagyobbak a surlódási erőhatásoknál, sőt inkább azt lehetne gondolni, hogy ez utóbbi hagyható figyelmen kívül. De ha ezt tesszük, a tökéletes folyadék potenciáláramlására jutunk, amely — mint láttuk — nem ad ellenállást. A surlódásnak tehát, ha még oly kicsi is, az ellenállásra döntő fontosságú befolyása van.

A műszaki gyakorlatban felmerülő kérdésekben ezek szerint mind a tehetetlenségi, mind pedig a surlódási erőhatásokat számításba kell venni. Ekkor azonban — mint már említettük — a fellépő, legyőzhetetlen matematikai nehézségek miatt a feladat megoldása nem sikerül.

¹ A Reynolds szám kifejezése :

$$R = \frac{vd}{\nu} = \frac{\text{tehetetlenségi erő}}{\text{surlódási erő}}$$

ahol v áramlási sebesség, d a test valamely lineáris mérete, ν az ú. n. kinematikai nyúlóság : a surlódási tényező (μ) és sűrűség (ρ) hányadosa :

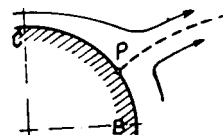
$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

² A levegő kinematikai nyúlósága igen kicsi : $\nu = 13,9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$.

Igen nagy lépéssel vitte előbbre a valóságos folyadékok áramlásának s vele kapcsolatban a folyadék ellenállásának a problémáját a PRANDTL göttingi tanár nevéhez fűződő határreteg elmélet. Ha ugyanis, PRANDTL nyomán, figyelemmel kísérjük a valóságos folyadéknak valamely szilárd test felülete mentén történő áramlását, azt tapasztaljuk, hogy a folyadéknak a testtel közvetlenül érintkező részecskéi tapadnak a felülethez, sebességük tehát zérus, de már igen kis távolságban a testtől a teljes áramlási sebességgel mozognak. A sebesség tehát egy rendkívül vékony (1 mm körüli) rétegben, az ú. n. határretegben növekszik zérusról az áramlási sebesség teljes értékére. Ennélfogva a határretegben a sebességi gradiens igen nagy s vele együtt a surlódási erőhatások is jelentékeny értéket érnek el, nagyságrendre megközelítik a tehetetlenségi erőhatásokat.

A határreteg elmélet alap gondolata mármost az, hogy a valóságos folyadék surlódását csak a szilárd testet körülvevő igen vékony rétegben kell figyelembe venni, ezenkívül azonban az áramlás egész tömegében elhanyagolható, mivel a határretegen kívül nincsenek jelentős sebességkülönbségek. Ez az elgondolás jelentékeny egyszerűsítést jelentett a valóságos folyadék elméletére, az említett matematikai nehézségek lényegesen enyhültek és a mellett igen gyümölcsözőnek is bizonyult, mert segítségével számos jelenségre magyarázatot lehetett találni és az ellenállás kutatásában is sok esetben jól használható eredményeket szolgáltatott.

Vizsgáljuk meg most közelebbről — mint azt a tökéletes folyadékban is tettük — a valóságos folyadéknak valamely henger körüli áramlását. A henger előtt lejátszódó folyamatokban nem tapasztalunk számottevő különbséget, a tökéletes folyadék potenciál áramlása itt jól megközelíti a valóságot. Ellenben a henger hátsó felületén, a folyadékrészecskéknak C ponttól B felé való áramlásában (2. és 11. ábra) a tökéletes folyadékban nem tapasztalt új jelenség: a leválás fog fellépni, ami a test mögötti áramképet teljesen megváltoztatja. A sebesség — mint láttuk — C pontban a legnagyobb, B felé — mivel az áramvonalak szétágulnak — csökken. A nyomás viszont éppen fordítva, C -ben kicsi és B irányában nő. Amidőn tehát a folyadék C -ből B felé áramlik, nagyobb nyomás ellen mozog.



11. ábra.

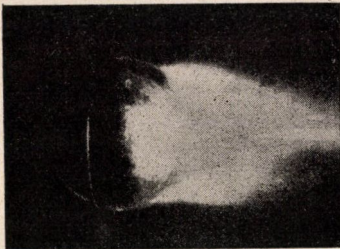
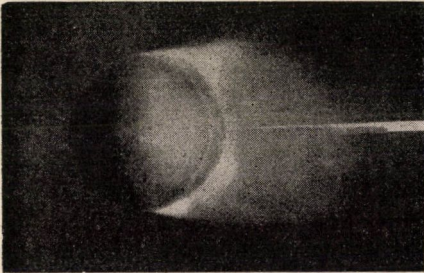
Tökéletes folyadék esetén a C pontban meglévő tetemes sebességi energia éppen elegendő ahhoz, hogy a szembenható nyomást legyőzve, a folyadékrészecskéket elvigye a B pontba. Valóságos folyadékban azonban a határretegben működő erős surlódás útközben állandóan fogyasztja a folyadék sebességi energiáját, míg csak teljesen fel nem emészti s ekkor a határreteg a P pontban megáll. Mivel pedig a folyadék a teret teljesen kitölti, P ponton túl a nyomás irányának megfelelően visszaáramlás fog megindulni s ez a szembe áramló folyadéktömeg leválasztja a főáramlást a henger felületéről. A levált főáramlás és a visszaáramló folyadéktömeg sebessége általában különböző, így közöttük a már ismert szakadási felület fog kialakulni (a 11. ábrán szaggatott vonallal feltüntetve), amely valóságos folyadékban is rendkívül instabilis lévén, azt eredményezi, hogy a hengert gomolygó örvényekből álló „nyom“ fogja követni. A nyomot kitöltő örvények aztán a surlódás következtében a test mögött nem nagy távolságban

újából elmosódnak s energiájuk meleggő alakul át. Közvetlenül a test mögött a nyomban az örvények tetemes sebességi energiája miatt a nyomás kicsi, ami a henger előtti nagy nyomással együtt az áramlás irányába mutató eredő erőt : ellenállást ad. Az ellenállás annál nagyobb, minél szélesebb a nyom, ami viszont a leválási pontok helyzetétől függ.

A henger felületén a határrétegben keletkező surlódó feszültségek maguk is növelik az ellenállást, de az ellenállásnak ebből származó része elenyészően csekély a nyomáseloszlásból adódó részhez képest. A surlódás elsősleges hatása tehát jelentéktelen, azáltal válik azonban az ellenállásra nézve nagyfontosságúvá, hogy a határrétegben lejátszódó fentebb vázolt jelenségek folytán a test mögötti áramképet lényegesen megváltoztatja s így közvetlen okozójává válik a nagy nyomási ellenállásnak.

A nyom szélessége, illetőleg a leválási pontok helye a határréteg jellegétől függ. Ebből a szempontból beszélhetünk a határréteg, sőt egyáltalán valamely áramlás *lamináris* vagy *turbulens* voltáról. Laminárisnak vagy rétegesnek nevezzük az áramlást akkor, ha a részecskék egymással csaknem párhuzamos pályán „rétegekben“ mozognak és a rétegek nem keverednek egymással. Ha tehát valamelyik rétegbe színes folyadékot vezetünk, az sokáig szemmel kísérhető, mivel nem keveredik a szomszédos rétegekkel. Turbulens áramlásban ellenben a bevezetett színes folyadék azonnal elkeveredik annak jeléül, hogy a részecskék rendszertelen, gomolygó mozgásban vannak.

Az áramlás lamináris vagy turbulens volta a Reynolds-számtól függ. Ha kicsi a Reynolds-szám az áramlás lamináris, majd egy bizonyos értéken, az ú. n. kritikus Reynolds-számon felül turbulenssé válik.



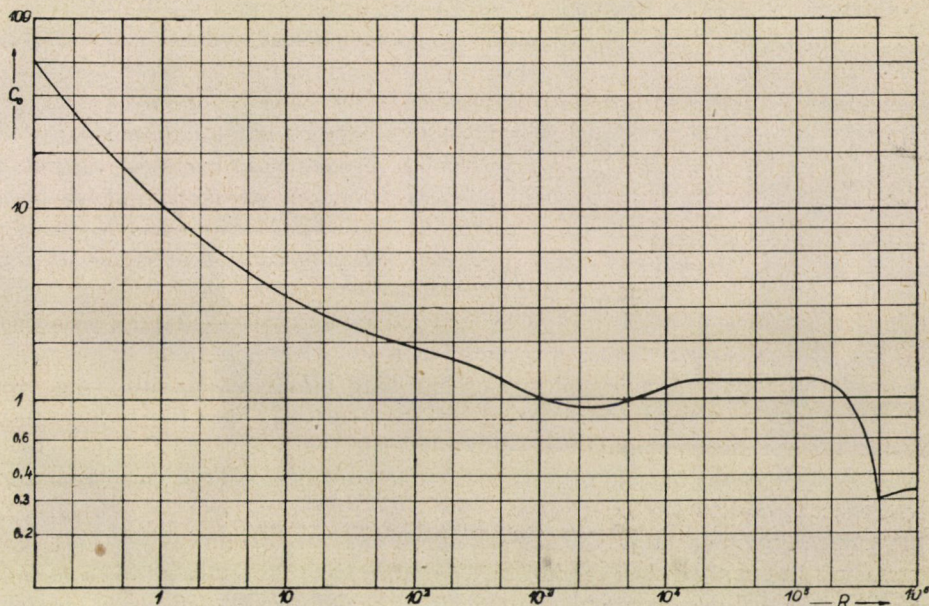
12. ábra. (WIESELSBERGER nyomán.)

A határréteg jellege nagy mértékben módosítja a henger ellenállását. Ha a határréteg lamináris, a leválás korábbi pontban következik be, a henger mögött széles nyom jelentkezik, aminek a következménye nagyobb ellenállás. Turbulens határréteg esetén ellenben a leválás hátrább tolódik el, mivel a határréteg gomolygó mozgást végző részecskéi erőteljesebben keverednek a nagyobb sebességű külső áramlással, amely így mintegy magával sodorja a turbulens határréteget és ezáltal a leválást késlelteti. Az eredmény a keskenyebb nyom s a velejáró kisebb ellenállás lesz.

Rendkívül szemléletesen mutatja a gömb körül lejátszódó hasonló folyamatokat a 12. ábrán látható fényképfelvétel. A felső ábra a lamináris határréteg esetén keletkező szélesebb nyomot tünteti fel. Ha most a határréteget mesterségesen turbulenssé tesszük, pl. azáltal,

hogy a gömb áramlással szembenező felén vékony drótkarikát helyezünk el, amivel a lamináris határréteget megzavarjuk, a nyom — amint az alsó ábrán látható — szembetűnően kisebb lesz.

A henger (vagy gömb) valóságos folyadékban keletkező ellenállása tehát nagy mértékben függ a leválás jelenségétől, ami viszont a határréteg jellegével, illetőleg a Reynolds-számmal áll szoros összefüggésben. Ennek megfelelően az ellenállási tényezője nem állandó szám s így a négyzetes ellenállási törvény általában csak alakilag áll fenn. Az ellenállási tényező változását az elmondottak alap-



13. ábra.

ján legcélszerűbb a Reynolds-szám függvényében feltüntetni (13. ábra). A kis Reynolds-számokhoz tartozó nagyobb értékek az itt érvényben levő lineáris ellenállási törvényből adódnak. Növekvő Reynolds-számmal, azaz növekvő sebességgel vagy mérettel az ellenállási tényező csökken. 10^4 és 10^5 határok között meglehetősen állandó (1-2), ebben a közben tehát kielégítő pontossággal érvényes a négyzetes törvény. 5×10^5 R körül az ellenállási tényező hirtelen körülbelül a negyedére (0.3) csökken, amely jelenség a határrétegnek laminárisból turbulenssé való átalakulásával van összefüggésben. A Reynolds-számnak ezen kritikus értékén túl aztán ismét meglehetősen állandó marad az ellenállási tényező értéke. Meg kell azonban jegyezni, hogy az átalakulás nem mindig ugyanannál az R-nél megy végbe, vagyis a kritikus Reynolds-szám nem szigorúan meghatározott érték, hanem a főáramlásban is jelenlevő turbulencia mértékétől függ.

Az ellenállási tényező változása — mint megállapítottuk — a leválási pont vándorlásával van kapcsolatban. Joggal elvárhatjuk tehát, hogy azon testek ellen-

állási tényezője, amelyeken a leválás valami oknál fogva mindig ugyanabban a pontban következik be, állandó számérték legyen. Ez az eset forog fenn az olyan testek körüli áramlásban, amelyeknek a felületén él van. Az él ugyanis egyszer s mindenkorra meghatározza a leválás helyét, miáltal a test mögött mindig ugyanaz az áramkép, nyom alakul ki. Az ilyen testek ellenállási tényezője a Reynolds-számtól független állandó szám, rájuk nézve tehát a négyzetes ellenállási törvény szigorúan érvényes. Tipikusan ez a helyzet a síkjával az áramlás irányára merőlegesen tartott síklap esetében, amikor is az áramlás mindig az éleken válik le. A négyzet alakú síklap ellenállási tényezője — mint már korábban említettük — 1,1, a Reynolds-számtól függetlenül.

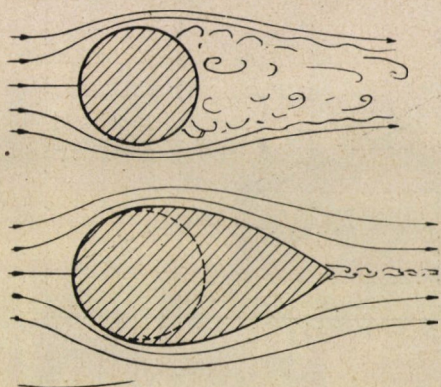
A valóságos folyadék áramlása, illetőleg az ellenállásra vonatkozó fenti vizsgálódások alapján a testek ellenállását jelentékeny mértékben sikerül csökkenteni. Láttuk, hogy az ellenállást lényegében a test mögötti örvények okozzák. Ha tehát a testet pl. a hengert, hosszúkas nyúlvánnyal látjuk el, amelyik kitölti az örvényes teret, az ellenállás nagy mértékben csökkenni fog (14. ábra). Ekkor ugyanis az áramvonalak a legnagyobb keresztmetszet után sokkal enyhébben tágulnak szét s ennek megfelelően a nyomásnövekedés a hátsó pont felé is lényegesen lassúbb lesz, mint volt a henger esetében. A leválási pont ennek folytán jóval hátrább kerül, úgyhogy a test mögött csak egy igen keskeny örvényes nyom jön létre, aminek folyománya az ellenállás nagymérvű csökkenése. Ez a lényege az „áramvonalazásnak“, aminek rendkívül nagy jelentősége van, különösen a repülőtechnikában. A mai repülőgépen található összes kitámasztó rudak, sőt feszítő kábelek is mind áramvonalas keresztmetszetűek, ami teljes mértékben indokolt is, ha meggondoljuk, hogy pl. 1 m hosszú 4 cm átmérőjű hengeres rúdnak 360 km/óra sebességgel való vontatásához 40 lóerő szükséges, de ha a rudat áramvonalazzuk, csak 2 lóerő.

Az áramvonalas test ellenállása, mivel mögötte az örvényképződés igen csekély, túlnyomó részben felületi surlódásból adódik. A felületi surlódás jelentőségét legcélszerűbben az áramlás irányával párhuzamosan fekvő vékony síklapon tanulmányozhatjuk. Az áramló folyadékba helyezett szilárd test felületén keletkező surlódó erő a határrétegben jelenlévő nagy sebességi gradiens következménye, tehát hogy a surlódási hatásokhoz közelebb férközhessünk, a határréteget kell részletesebb vizsgálat tárgyává tennünk.

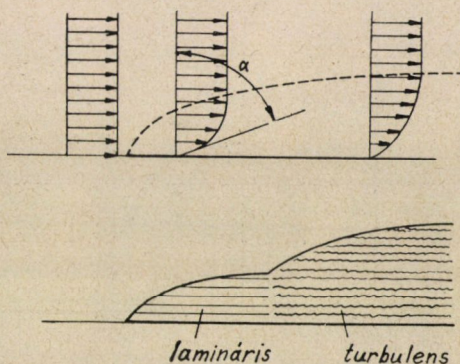
A síklapon a határréteg vastagsága a mellső, ú. n. „belépő“ élnél zérus, mivel csak itt kezd egyáltalán kialakulni. Tovább haladva a lap mentén, a határréteg állandóan vastagszik, aminek következtében a sebességi profil mindig laposabb lesz (15. ábra). A surlódó erő — amint láttuk — annál nagyobb, minél nagyobb a lapon a sebességi gradiens, vagyis minél meredekebb kezdeti érintőt lehet a sebességi profilhoz húzni (minél nagyobb az α szög). Ezen megállapítások alapján könnyen beláthatjuk, hogy a lap mentén az áramlás irányában csökken a surlódó hatás, miért is a belépő él közelében fekvő felületelem lényegesen nagyobb részt szolgáltat a lemez összellenállásához, mint egy ugyanolyan nagyságú, de hátrább fekvő felületelem. Az egyes felületsávoknak tehát a belépő éltől való távolságuktól függően különbözők az ellenállási tényezői, az egész lapra vonatkozóan ezen változó értékekből számítható közepes értéket tekintünk ellenállási tényezőként.

Az eddig elmondottak lamináris határrétegre vonatkoznak. Ha a lap elég hosszú, vagy a sebességet növeljük, azaz nagyobb Reynolds-számokra térünk át, a lamináris határréteg a lap valamely pontjában hirtelen turbulenssé változik át. A turbulens határrétegre jellemző, hogy vastagsága nagyobb a laminárisénál, de ami sokkal fontosabb, a sebességi profil is teltebb, aminek a következménye az, hogy a surlódó hatás s ezzel az ellenállás turbulens határréteg esetén lényegesen nagyobb.

Érdekes ellentét áll fenn ezek szerint a nyomási és surlódási ellenállás között. A henger esetében — ahol a nyomási ellenállás játsza a főszerepet — azt találtuk, hogy a turbulens határréteg keskenyebb nyomot s így kisebb ellenállást eredményez. A síklapon ellenben a határréteg turbulenssé való átalakulásakor — mint éppen láttuk — a surlódó hatások lényegesen nagyobbak lesznek, ami az ellenállás nagyfokú növekedését vonja maga után.



14. ábra.



15. ábra.

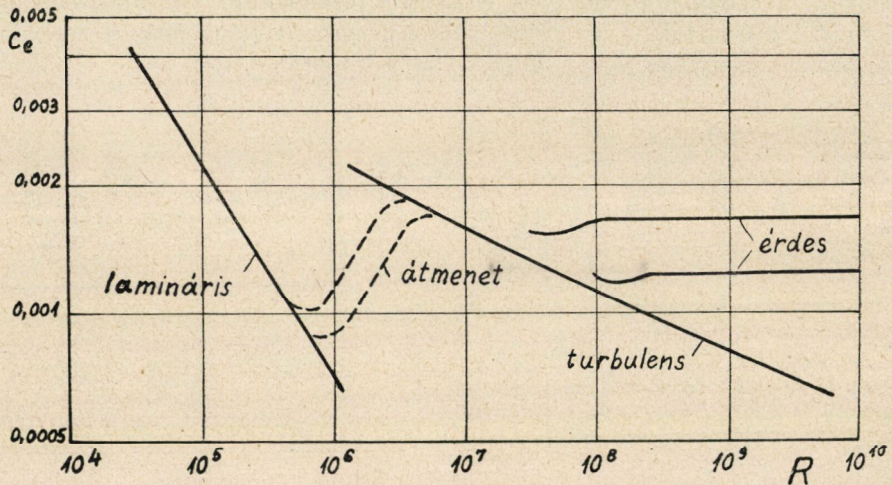
A határréteg kb. $10^5 R$ -ig marad lamináris, $10^7 R$ -nél már az egész határréteg a belépő éltől kezdve turbulens. A két érték között van az ú. n. átmeneti zóna, amelyben tehát a határréteg jellege — mégpedig a főáramlás turbulencia fokától függően — megváltozik. Minél kisebb a főáramlás turbulenciája, annál tovább marad lamináris a határréteg.

A síklap surlódási ellenállási tényezőjének változását a Reynolds-szám függvényében a 16. kép mutatja. Láthatjuk, hogy az ellenállási tényező a Reynolds szám növekedésével, külön-külön a lamináris és turbulens határréteg esetén csökken, közben természetesen az átmeneti zónában ugrásszerű növekedés van. Az ellenállási tényező csökkenése gyakorlati szempontból annyiban öröndetes, hogy pl. valamely repülőgép jól áramvonalazott alkatrészének az ellenállása a sebesség (Reynolds-szám) növekedésével — ha közben a határréteg jellege nem változik meg — nem növekszik a sebességgel négyzetes arányban, hanem csak kisebb mértékben.

Mindezeideig a felület érdességét nem vettük figyelembe, a síklapot teljesen simának tekintettük. Mivel azonban a gyakorlatban csak többé-kevésbé érdes felületeket tudunk előállítani, foglalkoznunk kell röviden az érdességnek a felületi

surlódási ellenállásra gyakorolt hatásával is. A gyakorlatban legtöbbször turbulens surlódással állunk szemben. A turbulens határréteg alatt is azonban mindig kialakul egy igen vékony lamináris alapréteg. Eddig erről nem emlékeztünk meg, mivel csak az érdességgel kapcsolatban van jelentősége. Ha a felület érdessége olyan kismértékű, hogy a szemcsék nem emelkednek ki az alaprétegből, aerodinamikailag símának tekintjük a felületet. Ha azonban a szemcsék nagyobbak, érdes felületről beszélünk.

Az érdesség általában növeli az ellenállást, ennek megfelelően az ellenállási tényező is nagyobb lesz (16. ábra), de már nem igen függ a Reynolds-számtól,



16. ábra.

hanem meglehetősen állandó érték. A képen látható két érdes jelzésű görbe közül a magasabban járó a nagyobb érdességhez tartozik. Ez a körülmény teljes mértékben magyarázatul szolgál arra, hogy a repülőgépgyárak miért fordítanak olyan rendkívül nagy gondot a felületek minél símábbra való kialakítására.

A tökéletes folyadékra vonatkozó ismeretek továbbfejlesztése, azaz a valószínűségi, surlódásos folyadék áramlási jelenségeinek mélyreható elméleti kutatása megismertetett bennünket a közegellenállás két, egymástól lényegesen különböző természetű fajtájával: a nyomási és surlódási ellenállással. Mindeme vizsgálatokból a gyakorlat rendkívül nagyjelentőségű következtetéseket tudott levonni és azokat a kapcsolatos műszaki feladatokban, pl. a repülőgép-szerkesztésben az áramvonalazás és a síma felületekre való törekvés által, nagymértékben hasznosította is. Az ellenállás kutatás ma még nem tekinthető teljesen lezártnak, sok részletkérdés felderítésre vár, aminek a gyakorlati élet is minden valószínűség szerint további hasznát fogja látni.

RÁCZ Elemér.

Azonos növény- és állatnevek.

Az élettudományi irodalomban, ha nem is gyakran, de mégis több esetben feltűnik az embernek, hogy betűszerint teljesen azonos nevek használatosak mind a növény-, mind az állatrendszertanban.

Így találkozunk a növényrendszertanban egyes magasabbrendű állatrendszertani egységek neveivel, mint pl. *Acantharia*, *Anisopoda*, *Anisoptera*, *Isoptera*, *Pedunculata*, *Pholidota*, *Proboscidea*, *Psittacinae*, *Pterygota*, *Trichoptera* stb. Gyakoribb eset az, hogy meglehetősen széles körben ismert nem-(genus) és alnem-(subgenus) neveket lát viszont a zoológus a botanikai irodalomban, mint pl. *Atta*, *Cassida*, *Cepaea*, *Ceratum*, *Chamaeleon*, *Chloris*, *Cristatella*, *Doryphora*, *Dracunculus*, *Linaria*, *Lagopus*, *Macropus*, *Natrix*, *Nosema*, *Oenanthe*, *Oryxtes*, *Paradisea*, *Pecten*, *Pieris*, *Scorpaena*, *Sylvia*, *Tinea*, *Vidua* stb. Ha az ember figyelmesen átnézi a botanikai névkönyveket, még többet is talál. Itt csak a zoológusok előtt jól ismert neveket soroltam fel. Ezek a nevek tehát állatot és növényt egyaránt jelölnek.

A közös nevek létrejöttüket elsősorban nyilván a véletlennek, illetőleg a másik tudománnyal való nemtörődésnek köszönik. Nem kell nagyon csodálkoznunk, hogy a nagy természetbúvárokról elnevezett nemek — szinte természetyszerűleg és szükségképpen —, mindkét rendszerben szerepelnek, mint pl. *Cuvieria*, *Darwinia*, *Haeckelia*, *Lamarckia*, *Linnaea*. A szerzők (autorok) tájékozatlansága és a kellő körültekintés hiánya szülte mindezeket a közös neveket. Nem szabad azonban a szerzőket szigorúan megróni, mert e nevek jórésze olyan időkben keletkezett, amikor a kutatók, a tudományos írók közt még nem volt meg az az élnék összeköttetés, amely a mult század végén és ebben az évszázadban kialakult. Ezenkívül még hiányoztak, vagy csak kevesek számára voltak hozzáférhetőek az irodalmi segédeszközök. Ilyenek a folyóiratok, referáló folyóiratok, évi bibliográfiák és a nomenklátorok. Végül: a névadás szabályai nem voltak kodifikálva.

Az a kérdés most már, hogy vajjon nem keletkezik-e félreértés ezekből a közös nevekből? Nem vezetnek-e esetleg összekeverésre?

Ha a neveket egyszerűen a fenti módon írjuk le, akkor, teljes lévén az állati és növényi név megegyezése, elméletileg feltehető a félreértés, összekeverés. A teljes egyezés láthatólag csak a tulajdonképpeni névre vonatkozik. Vannak azonban a neveknek bizonyos jellegzetes velejárói, amelyek szorosan hozzájuk tartoznak, t. i. az autornév és az évszám. Ezeknek a használata megváltoztathatja a helyzetet, mint az az alábbi néhány példából ki fog tűnni.

Bielzia SCHUR (1866) a búzavirágok egyik csoportja, ellenben *Bielzia* CLESSIN (1887) a kárpáti csupaszcsiga. Az *Empusa* COHN (1855) egy rovarpusztító penészgomba, míg az *Empusa* ILLIGER (1798) a mi imádkozó sáskánkkal rokon egyenesszárnyú rovar. Mindenki tudja, hogy a *Chelidonium* L. (1735) a fecskéfűnem, de már kevesek előtt ismeretes, hogy a *Chelidonium* J. THOMSON (1864) egy előindiai cincér-nem. *Arenaria* L. (1735) a növénytanban a homokhúr-nem, az állattanban ellenben egy madárnem, a kőforgató *Arenaria* BRISS. (1760). *Prunella* L. (1735) a gyíkfű neme, míg a *Prunella* VIEILL. (1816) a szürkebegy nevű madárnem. A *Daphne* L. (1735) a boroszlán-cserje, míg az állattanban a *Daphne*-név háromszor is felhasználásra került. MÜLLER O. M. 1776-ban egy ágascápú rákocskát, POLI 1791-ben egy kagylót, NEUMOEGEN pedig 1894-ben egy lepkenemet jelölt ezzel a névvel. Természetes, hogy a három azonos (homonym) állatnév közül az állattani elnevezési szabályok, mégpedig az elsőbbségi törvény (lex prioritatis) értelmében csak egyik, mégpedig a legrégebbi (*Daphne* O. M. MÜLLER, 1776) maradhatott érvényes. A másik kettő helyett a régebbi állati névvel való az ütközés (collisio), illetőleg a lefoglaltság (praeoccupatio) miatt új nevet (nomen novum) alkalmaztak.

Ezekből a példákból látható, hogy, bár ezekben a nevekben a névadás

belső logikája törést szenved, velejáróikkal együtt használva őket, szó sem lehet arról, hogy tévedést okozzanak.

Látszólag veszélyesebb a helyzet akkor, ha a génusz név valamely faji névvel kapcsolatos, mert ekkor a jellegzetes velejárókat nem lehet kiírni. Ez azonban csak az első pillanatban látszik félrevezetési alkalomnak, bizonyos megfontolás arra tanít, hogy ebben az esetben sem lehet szó összetévesztésről.

Minden félig-meddig képzett botanikus tudja, hogy a *Bielzia coeruleans* M. BIELZ (kék kárpáti csupaszcsga), *Empusa egena* CHARP., *Chelidonium argentatum* DALM., *Arenaria interpres* L. (kőforgató), *Prunella modularis* L. (erdei szürkebegy) és a *Daphne pulex* DE GEER (közönséges víziolha) nem botanikai nevek, bár a génusznevek ismerősen cseng a botanikus fülnek. A fajnév azonban jellegzetesen más, a botanikusnak idegenül hangzik. Bizonyára sok azt is tudni fogja, hogy milyen állatok viselik ezeket a neveket.

Viszont minden valamire való zoológus tudni fogja, hogy a *Bielzia ruthenica* LAM., *Empusa muscae* COHN (légyölő penész), *Chelidonium majus* L. (vérehulló fecskefű), *Arenaria serpyllifolia* L. (kakuk homokhúr), *Prunella vulgaris* L. (közönséges gyikfű) és a *Daphne mezereum* L. (farkasboroszlán) nevek, bár a génusznevek ismerős a zoológusnak, nem állat-, hanem növénynevek. Tudatában ugyanis ezek a génusznevek egészen más fajnevekkel kapcsolatosak.

A félreértés, összezavarás, összetévesztés tehát egyáltalában nem valószínű. Csupán csak elméleti lehetőség, de esetet erre nem is tudok mondani. Előfordulhat, hogy akad olyan kevésbé képzett vagy keveset olvasott laikus, akinek elméjében fogalomzavart okoznak az ilyen nevek, de nagyobb veszedelem ebből nem származik. A szakemberek is alig tudnak ezekről, mert csak célzatos kikeréssel lehet az ilyen neveket összeszedni.

Az a kérdés most már, hogy mi történjék az ilyen nevekkel. Megmaradhatnak-e, vagy pedig az egyiket meg kell változtatni?

Az állatok elnevezésére vonatkozó szabályokat¹ úgy állították össze, hogy tekintettel voltak erre az esetre is. Úgy látszik, hogy a zoológus-kongresszusok állandó nevezetani (nomenklaturai) bizottsága is arra az álláspontra helyezkedett, hogy ebből a név-egyezből nem keletkezhetik semmiféle zavar. Erre vall a szabályzatnak az első pontja, amely franciául (15. l.), angolul (29. l.) és németül (43. l.) kimondja, hogy „az állattani nomenklatura annyiban független a növénytanitól, hogy egy állatnak a nevét nem lehet azért elvetni, mert egy növény nevével betűről betűre megegyezik“.

Így tehát a szabályzat értelmében az egyező növény- és állatnevek továbbra is változatlanul használatban maradhatnak, megváltoztatásuk nem szükséges. Az állattani nevezetani szabályzat ehhez a ponthoz azt a tanácsot fűzi, hogy kerüljük az olyan állatnevek bevezetését, amelyeket a növénytan már lefoglalt a maga számára.

Józanul gondolkodó zoológusról, különösen, ha a névadás belső logikájával tisztában van, nehezen tehető fel, hogy tudatosan vezessen be az irodalomba olyan génusznevet, amelyről már ő maga tudja, hogy az egy növényt is jelöl. Az ilyen eljárás valóban nagyfokú oktalanság volna.

Igen ám, mondhatja valaki, de hát honnét tudhatja azt az ember, hogy egy tervbe vett génusz név nincs-e már esetleg lefoglalva a növénytani irodalomban, vagy fordítva, az állatrendszertanban. A kérdés annál inkább jogosult, mert a génuszok és szubgénuszok elnevezése, újak bevezetése állandóan folyik. 1900-tól 1938 végéig 76.157 új nemi, illetőleg alnemi nevet vezettek be az állatrendszertanba. Ha az ember gyanakszik, hogy a tervezett név a természet másik országában már le van foglalva, hogyan tudja azt ellenőrizni?

Az állattani és növénytani hírszolgálat mai fejlettsége és megszervezettségével mellett ez a feladat egyáltalában nem különleges valami. Csak ismerni kell az irodalmi forrásokat,

¹ BLANCHARD: Règles internationales de la Nomenclature zoologique (Paris, 1905.).

segédeszközöket, amelyeket jobb sorsra érdemes cédulázó bibliográfusok és szakemberek a tudományuk számára nagy, önfeláldozó munkával megteremtettek. Ilyenek a különböző indexek, nomenklátorok és évi bibliográfiák, amelyek mind a növénytanban, mind pedig az állattanban ismeretesekek.

Az utolsó 74 évben közölt állati génusz és szubgénusz neveket ellenőrizhetjük az angol zoológiai társaság által kiadott „Zoological Record” (I. k. 1864—75. k. 1938.) évi köteteiből. Ezeknek a végén betűrendben összeállítva találjuk azokat a neveket, amelyekről az illető kötet referál. Ezeken kívül használhatjuk az AGASSIZ,² MARSCHALL,³ SCUDDER⁴ nomenklátorait, valamint WATERHOUSE és SHARP⁵ indexét. Egészen új keletű SCHULZE—KÜKENTHAL—HEIDER—HESSE⁶ nagy német névkönyve,

² AGASSIZ: Nomenclator zoo'ogicus, continens nomina systematica generum animalium (1842—1846).

³ MARSCHALL: Nomenclator zoologicus (1873).

⁴ SCUDDER: Nomenclator zoologicus (1882).

⁵ WATERHOUSE és SHARP: Index zoologicus (I., 1880—1900, 1900; II., 1901—1910, 1912).

⁶ SCHULZE—KÜKENTHAL—HEIDER—HESSE: Nomenclator animalium generum et subgenerum (1926—).

amely 1926-ban indult meg és befejezés előtt áll. Ennek bevezetésében 24 oldalon olvashatunk arról a hatalmas szervező munkáról, amelyet egy ilyen vállalkozás megkíván és fogalmat alkothatunk magunknak arról is, hogy milyen óriási irodalmat kell a munkatársaknak feldolgozniok. A tekintetbe vett irodalmat a munka 319 oldalon sorolja fel!

A botanikában is találunk hasonló természetű munkákat. Így a felsőbbrendű növények neveit jórészt megtaláljuk a HOOKER és JACKSON⁷ indexében, valamint ennek pótköteteiben, továbbá a DALLA TORRE és HARMS⁸ nagy génusz-névkönyvében.

Ezeket a munkákat szerzőik és munkatársaik nem azért írták össze hallatlan fáradsággal és időpazarlással, hogy a művek a könyvtárak polcain porosodjanak, hanem azért, hogy a szakemberek használják is őket. Használatuk elkerülhetővé teszi, hogy esetleg mégis megessék valakivel a fenti crimen. Ez egyébként csak azokban kelt megütközést, csodálkozást vagy megbotránkozást, akik az elnevezési szabályokat nem ismerik.

Dr. Dudich Endre.

⁷ HOOKER és JACKSON: Index kewensis plantarum phanerogamarum (1895) és pótkötetei.

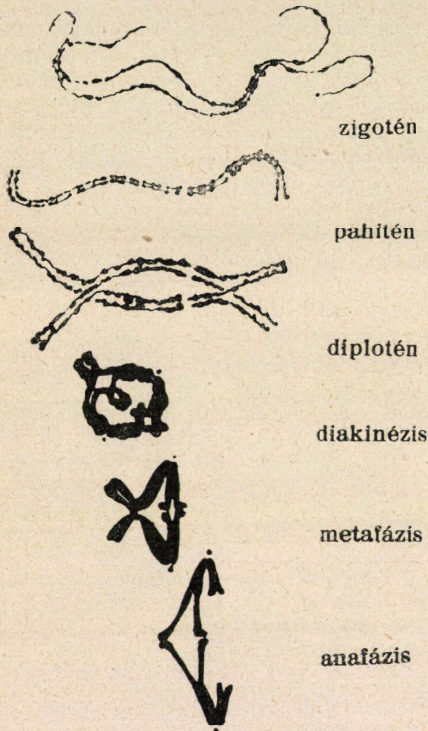
⁸ DALLA TORRE és HARMS: Genera Siphonogamarum (1900).

A darlingtonizmusról.

A sejtkutatás első évtizedeiben, egészen körülbelül a múlt század hetvenes éveig, a sejtet kizárólag mint az élő szervezet építőalkatrészét vizsgálták. Azok a korszerű citológiai kutatások, melyek BÜTSCHLI, STRASBURGER, HERTWIG O., FLEMMING, VAN BENDEN nevéhez fűződnek, a sejtosztódás és megtermékenyítés felfedezésével indultak meg. Az 1875—1881. években fedezik fel a kromoszómát és annak jelentőségét. ROUX és WEISMANN (1892) később kimutatták, hogy a kromoszómák az átöröklés anyagi részecskéinek a hordozói, és hogy ezek a részecskék a kromoszómában line-

áris sorrendben vannak elhelyezkedve, továbbá, hogy a kromoszómák hosszanti hasadásával minden egyes ilyen részecske újra képződik. Ezeknek az eredményeknek kísérleti bizonyítására további három évtized munkája volt szükséges, különösen azután, hogy a Mendel-féle öröklési szabályokat újra felfedezték és a redukciós osztódás ezeknek mintegy anyagi bizonyítékát szolgáltatta. BATESON és PUNNETT (1906) voltak az elsők, akik a *Lathyrus odoratus*-ban megfigyelték azt az esetet, mikor az ugyanabban a kromoszómában fekvő, ú. n. „kapcsolt” gének nem a Mendel-szabályok alapján várható

1 : 0 : 0 : 1 arányban oszlottak meg az utódok második nemzedékében, hanem ettől eltérő számadatok szerint. MORGAN (1911) ezt az úgynevezett *crossing over*-rel (átkeresztezéssel) magyarázta, vagyis, hogy a homológ kromoszómák részei között a redukciós osztódás bizonyos fázisában



1. kép. A meiózis fázisai (zigoténtól az I. anafázisig). (DARLINGTON nyomán.)

kicsérélődés történt. Ez a felfedezés hatalmas lendületet adott a további kutatásoknak, mind genetikai, mind citológiai téren. A citológia egyébként arra törekedett, hogy a sejt alkotórészeit, és különösen a kromoszómák szerkezetét világosan felderítse, igénybevéve e célra a fizika és kémia sok segítségét. Nagy harcossai voltak ennek a munkának BELAŘ, GEITLER, HEITZ és még sokan mások. Nagy segítségül szolgált az eredményes munka érdekében a sejtteni vizsgálati módszerek párhuzamos fejlődése (FEULGEN, 1925 és

LA COUR, 1931). A citológia és genetika így kétfelé ágazott útjait egy zseniális fiatal angol tudós, DARLINGTON C. D. igyekezett összeegyeztetni, megalapította a citogenetikát és ezzel új tartalmi alapot adott mind a sejtannak, mind az örökléstanak.

DARLINGTON munkássága ismertetésekor előre kell bocsátani, hogy az nem csupán a sejtten egy bizonyos részére terjed ki, hanem a régi, klasszikus iskola szabályait rövidítve, összevonva, egyszerűsítve, magyarázva és kiegészítve egész elméletsoportot állít fel, amellyel az eddigieken alapulva új színekben vetíti az egész tudományt.

Ha eredményeinek főbb pontjait akarjuk feljegyezni, akkor ezeket (W. LUDWIG nyomán) négy fő pontban foglalhatjuk össze :

1. A kromoszómák meióziszbeli korárettsége (*precocity theory*), mely szerint a meiózis abban tér el a mitózistól hogy míg a mitózis profázisa csak akkor kezdődik, amikor a kromoszómák kettéhasadása már megtörtént, vagyis a kromoszómák „kétkromatidásak“, meióziskor a profázis korábban következik be, röviddel az előbbi telofázis után, vagyis amikor még minden kromoszóma csak egyetlen kromatidából áll.

2. Ezzel kapcsolatban az osztódásmechanika újszerű magyarázatai.

3. Chiasma (kiazma)-teória, vagyis, hogy minden egyes citológiai kiazma egy genetikai *crossing-over* következményeképpen alakul ki.

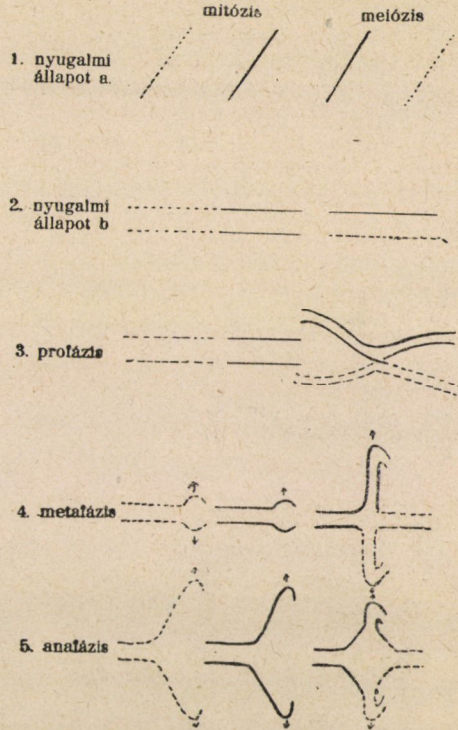
4. A kiazmák és a kromoszómák párosodása közti összefüggés, vagyis, hogy a meiózis I. metafázisának alakzataiból a kromoszómák pahitén konjugációjára lehet következtetni.

DARLINGTON a meiózis újszerű magyarázatában párhuzamot állít az osztódási folyamatok között. Az első nagy különbséget ott látja, hogy míg a közönséges mitózisban a legkorábbi profázisba csak akkor kerül a sejt, amikor a kromoszómák már két-két kromatidára hasadtak, a meiózis úgynevezett *leptotén* stádiumában (ami ugyancsak a legkorábbi profázisnak felel meg) a kromoszómák már egy-kromatida állapotban, igen rövid interfázis után bontakoznak ki a sejttag

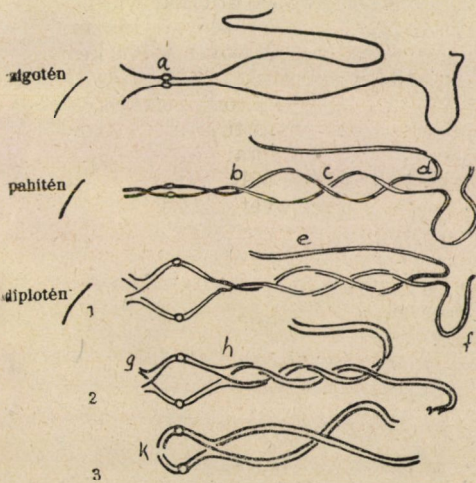
gomolyából. Ez, a kromatidák egyszerűsége okozza azoknak egymás iránti nagy affinitását és ennek következtében az ú. n. z i g o t é n állapotot. A normális mitózisban ugyanis az a tény, hogy a kromoszómák kettéhasadása már megtörtént, nem fogja lehetővé tenni a kromatidák közti affinitást, vagy ha igen, akkor csak kis, a zigoténhez nem hasonlítható mértékben.

A szomatikus mitóziskor előforduló párosodás (az ú. n. „somatic pairing“) előfordul a *Dipterák* egyes fajaiban. Jellemző a szomatikus párosodásra, hogy a kromoszómák legfeljebb csak közel vannak egymáshoz, de sohasem kerülnek érintkezésbe. Gyakori a poliploid növények kromoszómái között is (*Dahlia*, LAWRENCE 1931).

Ugyanennek a szomatikus párosodásnak meióziszbeli formája az ú. n. másodlagos párosodás („secondary-pairing“). Ez is olyan esetben fordul elő, mikor a kromoszómák már párosodtak és kettéosztódtak, vagyis mikor az affinitásuk már levezetést nyert, és csak erősen csökkent mértékben mutatkozik. Ez sokkal gyakoribb, mint az előbbi, szomatikus párosodás (valószínűleg azért, mert több hely lévén, az affinis párok könnyebben egymás mellé kerülnek). A másodlagos



3. kép. A szomatikus és meiotikus kromoszómák alakulásának összehasonlító diagrammája. (DARLINGTON nyomán.)



2. kép. A kromoszómák szintézise és a kiazómák keletkezése. (DARLINGTON nyomán.)

párosodás gyakorlati haszna, hogy igen alkalmas allopoliploid alakok eredetének a kutatására. Ennek bővebb kifejtése e helyen nem célunk.

A kromoszómák dinamikájának elemzésében DARLINGTON a szerepet játszó erőket 4 csoportba osztja: 1. a centroszómák (ill. pólusok) között keletkező, 2. a centroszómák és a centromerek (a kromoszóma kinetikai centrumai) között létrejövő, 3. a homológ kromatidák centromereji között lefolyó, 4. a homológ kromatidák teste között keletkező erőhatásokra.

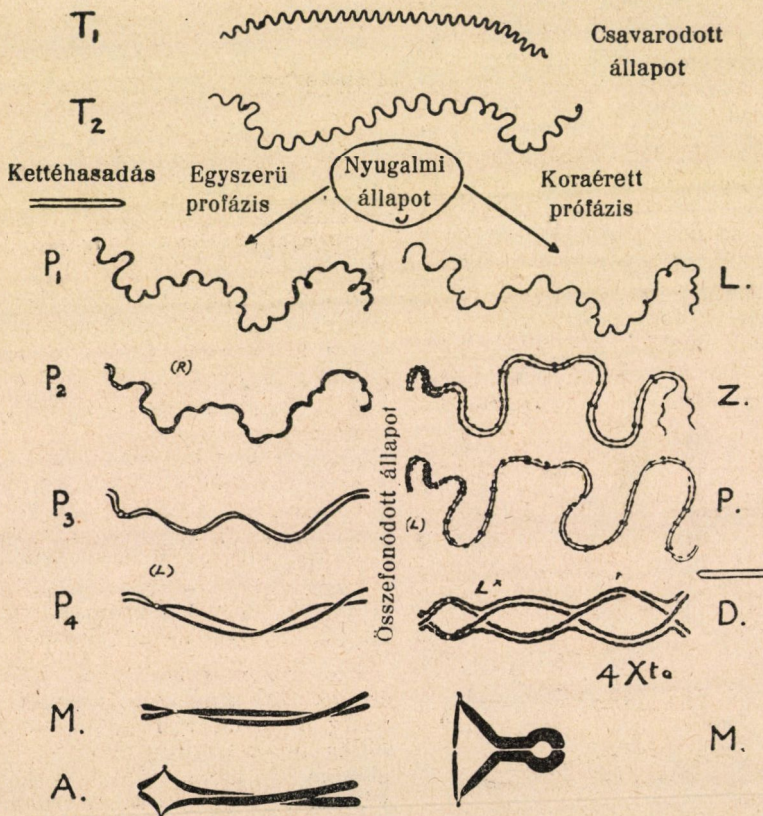
Elektromos feszültségek játszanak ezek között a mozgató szerepet, mégpedig a szerint váltakozva erősség és töltés neme szerint, ahogyan a citoplazma és a kromoszómák viszkozitása változik. A mozgás tehát a fenti erők szerint több ciklusra oszlik, melyek, bár mind hatással vannak egymásra,

mégis az egyes ciklusok idejében beálló eltolódások és rendellenességek lehetségesek, hiszen a fentiek szerint az összefüggések rugalmasan követik egymást. A precocity-hipotézis szerint a meiózis nem lenne más, mint a lejátszódó erőhatásciklusok közti bizonyos specifikus eltérés, mely szerint a profázis idő előtt következne be, vagyis már akkor, amikor a kromoszómák hasadása az interfázis (mag) alakban még nem következett be.

Továbbmenve most a zigoténból azt tapasztaljuk, hogy a meiózis legközelebbi fázisában, az ú. n. p a h i t é n b e n, a kromoszómák szorosan egymás köré csavarodnak. A kromoszómák kettéhasadása ekkor történik meg, mert a következő, diplotén alakban már kettősek. A kromoszómák közötti von-

zás ekkor megszűnik és ezek (2—2 kromatidából állván) fokozatosan szétválnak egymástól, kivéve egyes pontokat, ott, ahol a két kromoszóma két-két kromatidája között társcesere történt. Ezt a keresztalakú kicserélődést nevezik kiazmának (chiasma, chiasmata); számuk egy, kettő vagy több. Minden egyes kiazma egy-egy crossing-over eredményeképpen mutatkozik, vagyis az egyes kromoszómákban a megfelelő, újonnan, hasadással keletkezett párok között törés és újraegyesülés történt, miközben új kombináció képződött.

Egyes fajokban (*Primula*, *Campánula*) a diakinézis és metafázis között megfigyelték, hogy *a*) a kiazmák száma a bivalensekben egyre fogy (metafázis felé), *b*) a kiazmák egymáshoz közeledve a kromoszómák végei



4. kép. A mitrózis és meiózis párhuzamba állítása. (DARLINGTON nyomán).

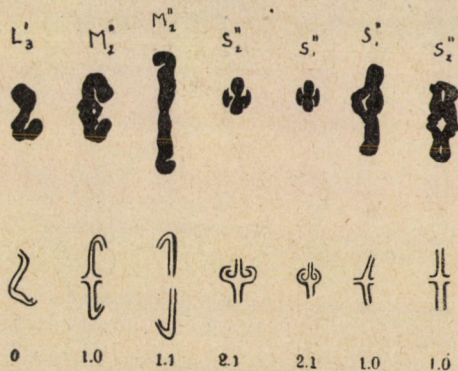
felé koncentrálnak, c) végül is a kromoszómák a végeiknél érnek csak össze.

Ennek a folyamatnak a neve *terminalis* a *terminalis* (terminalisation). A kiazmák mozgását DARLINGTON egyfelől a homológ centromerek közti tasztással, másfelől a kromoszómák összecsavarodottsága okozta természetes ellenállásával és az izogén kromatidarezsek affinitásával magyarázza.

Fontos leszögezni a kiazmákkal kapcsolatban, hogy 1. a kromoszómák konjugációja rendszerint a centromerek közelében kezdődik, 2. hogy a párosodás lokalizált, vagyis a kromoszóma bizonyos speciális részeire vonatkozik, különösen a nagykromoszómájú fajokban.

Ez, ha figyelembe vesszük a ható erők ciklikusságát és az osztódási folyamat legnagyobb részében a kromoszómák passzív voltát, természetes jelenség. A vonzás legkönnyebben legyőzi a kistestű kromoszómák ellenállását. Megállapítható tehát, hogy a kistestű kromoszómák konjugációja általában tökéletesebb, mint a nagytestűeké. Mivel a kromoszómák nagysága fajonként (és fázisonként) állandó, tehát kromoszómánként és fajonként a kiazmák körülbelüli száma specifikus szokott lenni (megfelelő variabilitással).

DARLINGTON osztályozza a kiazmákat a szerint, hogy azok a kromoszómában a centromerhez viszonyítva hogyan



5. kép. A kromoszómák diagrammatikus interpretálása (*Hyacinthus*) (Legfelső betűsor-kromoszómák jelzése, legalsó sor-kiazmák összes — és a terminalizált kiazmák száma) (DARLINGTON nyomán).

helyezkednek el, tekintve, hogy ez lényeges a kromoszómák későbbi széjjelválásakor. Előfordulhat pl., hogy két kiazma egymás hatását megsemmisíti, de az is, hogy helyzetüknél fogva megakadályozzák a kromoszómák szétválását (interlocking). A kiazmák alakjából és számából vissza lehet következtetni a zigotén-pahitén párosodásra, annak erősségére, a kiazmák számából pedig a kromatidarezsek affinitására, homológiájára, tekintettel arra, hogy a darlingtoni magyarázat szerint kiazma csakis azokon a helyeken lehetséges, ahol a kromatidák azonos szerkezetűek, vagyis a párosodás tökéletes és a kromoszómák összeérnek.

A kiazmák és a crossing-over közti összefüggés igen értékes a további kutatómunka szempontjából. Eddig csak statisztikai metódusokkal lehetett a crossing-overre következtetni. A kiazmák citológiai vizsgálatával, mikroszkóp alatt, percek alatt vizsgálhatjuk ugyanazt, amihez eddig az illető fajnak legalább egy generációja kellett. Ez alatt a rövid idő alatt nem eliminálódhatnak a recesszív letálisak sem, amiket eddig nem volt alkalom megfigyelhetni. Ami pedig legfontosabb: a crossing-over eddig csak a kapcsolódás erősségével lehetett kikutatni és csak abban az esetben, ha heterozigóta tulajdonságokról volt szó, ezzel a módszerrel felkutatjuk az átkereszteződést mind hetero- mind homozigóta állapotban, bármely populációban, kitenyésztés nélkül és tekintet nélkül minden letális génhatásra.

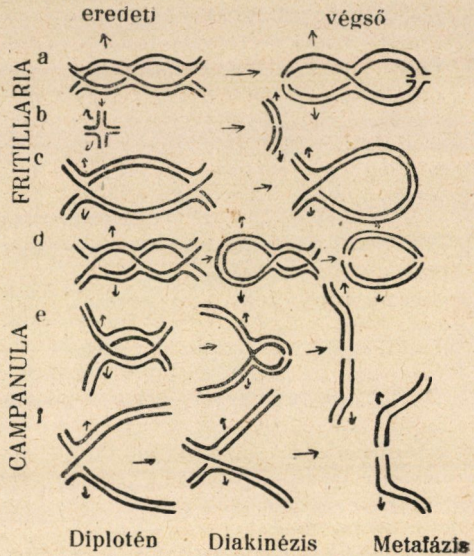
A crossing-over jelentősége a kiazmával való kapcsolatban nagyban megnövekedett. Eleinte ugyanis a crossing-over csak mint rendellenesség, és a Mendel-szabálytól való eltérés alakjában vonta magára a figyelmet. A kiazmák általánossága azonban arra kényszerít, hogy a crossing-over mint normálisan végbemenő folyamatot tekintsük.

Eddig a kromoszóma volt a szexuális reprodukció legparányibb egysége, most miután látjuk, hogy a kromoszóma sem állandó mint egység, tovább kell mennünk a génig. Másodsorban általános filogéniai szempontból is nagyobb jelentőségére emelkedett a crossing-over.

Ha a kromoszóma, mint egység, állandó maradna, sokkal több alkalom lenne, hogy fokozatos változások révén a kromoszóma mind jobban és jobban differenciálódjék; kellő beltenyésztés és elszigeteltség esetén ez a differenciálódás az illető fajra nézve átalakító hatással volna és esetleg végzetes lehetne. A crossing-over az állandó részkiecserelődés révén állandóan elosztó, tompító, konzerváló hatást fejt ki és véd az egyoldalú differenciálódástól.

DARLINGTON¹ munkássága rendkívül fontos a modern genetikai és citológiai kutatások útjain egyaránt. Működésében igen jelentős körülmény, hogy igyekszik a megfigyelt jelenségekre minél kevesebb, minél egyszerűbb és minél általánosabb törvényt alkalmazni. A mozgások kutatásánál felhasznál minden lehetőt, hogy a fix metszetekből a mozgásra következtetni tudjon, hogy felderítse, melyik mozgás aktív, melyik passzív; ezek alapján továbbmegy, mérlegeli az összes eshetőségeket, kiválasztja az interpretálásra legalkalmasabb jelenségeket és ilyen módon sajátos, egyéni magyarázatot ad az összes, már eddig tapasztalt jelenségeknél is. Az ilyen hatalmas tisztító munka nem járhat ellenvetések nélkül.

¹ DARLINGTON C. D. 1902-ben született, jelenleg 38 éves. Citogenetikai munkásságát 1926-ban NEWTON alatt kezdte. (NEWTON neves citológus volt, BATESONnal dolgozott együtt). Később Kaliforniában BELARtal került össze. Egyesült Államokbeli tanulmányútja után Japánba, majd Indiába utazott, később tulipán-gyűjtő úton Perzsiát látogatta meg. 1935-ben Oroszországban járt tanulmányúton. Jelenleg Londonban a „John Innes“ Kertészeti Intézet igazgatója.



6. kép. A terminaláció különböző típusait feltüntető diagramma. a — c *Frutillaria*-típus, d — *Campanula*-típus. (DARLINGTON nyomán.)

Elméleteit sokan próbálták és igyekeznek még ma is megdönteni. A kiazmateória terén SAX K. volt legnagyobb vita-ellenfele. A precocity-hipotézis terén pedig GETTLER L. (1937) is bizonyos ellenvetéseket tett. Nem céлом, hogy ezeket a vitákat bőven ismertessem, a kiazma-vita mindenesetre úgy látszik, hogy DARLINGTON javára dőlt el. Követői nagy számmal vannak, citológiai, genetikai és statisztikai metódusokkal serényen folynak a kísérletek az általa megkezdett utakon. Nincs olyan szakember, aki el nem ismerné, hogy a fiatal tudós zseniális meglátásai a többi kutatók számára is szélesebb látókört tártak fel és új ösvényeket nyitottak meg. *Dr. Bogyó Tamás.*

A madarak énekéről, hallásáról és zenei érzékéről.

A madarak lélekzőszervei különösen a hangképzés eltérő volta és a csontok levegőtartalma miatt különböznek az emlősállatokétól és nagyon változatos szerkezetűek; már BLUMENBACH a madarak lélekző készülékét a leg-

csodálatosabb berendezésnek minősítette.

A madarak gégeje kettős: a felső gége a gégefő, az alsó az éneklő gége. A gégefő csak a lélekzésre szolgál és az emlősállatok gégebejáratának felel

meg, vázát a gyűrűporc és a kanna-porcok adják, a gégefedő és a pajzsporc ellenben hiányzik, éppen így hangszalagok sincsenek a felső gégeében. A felső gége a gégecsőbe, a tracheába megy át, amelynek végén, kettéosztódása, bifurcatiója helyén található az alsó, éneklő vagy a hangadó gége (syrinx, görögül sip, flöta, fuvola). Az alsó gége hiányzik a hangtalan madarakon, a futómadarakon és az amerikai keselyűkön. A gégecső végén és a hörgők kezdetén levő porcos vagy csontos gyűrűk egybeolvadnak a dobba (tympanum), melyből a két főhörgőbe vezető nyílások közé csontos lécs (pes-sulus) emelkedik be, ezeken kétoldalt rugalmas hártványok foglalnak helyet, melyek feszítésére és a közöttük levő hangrés szűkítésére 2–7 pár izom (éneklőmadarakon több) szolgál; az egész a nyelvcsip módjára működik. A légzsákokból (cella), a hörgőkbe préselt levegő az éneklő gége hártványait megrezegteti, ami egyébként a légvételtől függetlenül történhet. A gácsérnak, a kacsza hímjének a gégecső végén baloldalt az éneklő gége terjedelmes csontosfalú, hólyagszerű kiöblösödést képez (bulla tympaniformis l. a képen), mely a hang erősítésére szolgál, rezonátorként működik.

A madarak éneklő gégejéhez hasonló szerkezetű hangadószervet sehol másutt az állatvilágban nem találni, amint a madarak egész lélekző készülete légzsákjaival, a tüdő sajátos szerkezete stb. sokban különbözik az emlősök megfelelő szerveitől. Az éneklő gégeének mély elhelyeződése a hörgők szomszédságában magyarázza azt a különös jelenséget, ami a kezdő gazdaszonynál, háztartási iskolák növénydekeinél rémületet kelt, hogy a lenyakazott tyúkok, kacsák még tovább hangot adnak.

A madarak éneke hallásuk fejlettségével is nyilván összefüggésben áll. Egyébként a nemi életben játszik szerepet, továbbá a kölcsönös érintkezésben, hívogató, csalogató, figyelmeztető, jeltadó stb. célból van jelentősége. De mindezek kevésbé képesek a madárének változatos és valóban csodálatraméltó zenei hatásának magyarázatát adni. Ismeretes az is, hogy

egyes madárfajok vidékenként más-ként énekelnek, éneküket megváltoztatják, más madaraknak énekét utánozzák stb. Izgalmi állapotok, a belső elválasztású mirigyek működésében beálló változások, nagyobb, fokozott mozgási képesség szintén kihatnak a madarak éneklésére. A madarak éneklőtehetségüket részben öröklik, részben később sajátítják el e képességüket. Vannak madarak, melyeknek nincsen fajukra jellemző énekük, hang-



A gácsér alsó hangadó éneklő gégeje. A gégecső osztódásánál terjedelmes, csontosfalú hólyaggá öblösödik ki.

adásuk, ellenben elsajátítják, szinte tökéletesen utánozni képesek más madárfajok énekét, úgyannyira, hogy szakavatott madarász sem tudja mindig az eredetit az utánzóttól megkülönböztetni, ilyen művészi utánzó pl. a kékbegy (*Erythacus caeruleus*) és a papagájok utánzóképesége is általánosan ismert.

Már ez a körülmény is utalhat arra, hogy a madarak hallásának magasfejlettségűnek kell lenni, hogy a hang színezetében, ütemében stb. előforduló finomabb különbségeket észrevegycék, mert ez nem pusztán véletlen, sem csupán mechanikai utánzás, mint pl. egyes mozdulatok esetében. Egyes éneklőmadarak énekükben mennyire variálják témájukat, változtatják a ritmust, a hang színezetét, alakítják

motívumaikat, komponálják újabb „betéteiket“, mindezt oly szépen, tökéletesen, hogy a legkiválóbb zeneszerzők is hozzájuk fordultak és MOZART, BEETHOVEN, WAGNER stb. felhasználták a madárdal motívumait halhatatlan műveikben. Joggal feltehető tehát, hogy a madaraknak zenei érzékük van, talán az is, hogy élvezik a zenét. Kalitkába zárt rigón figyelték meg, hogy különösen A-dúr és D-dúr tételek hatnak rá és ezekbe kapcsolódik be fütyvével, mialatt ugyanott elhelyezett kanárimadarak és pintyek teljesen passzíve viselkedtek, ellenben ezeket C-dur és G-dur bírta, hangolta éneklésre. Számos éneklőmadáron és papagájon figyelhető meg egyes melódiákkal való együtténeklés.

Sajátságos, hogy a madár füle, hallókészüléke sokkal egyszerűbb szerkezetű, mint az emberé és az emlősállatoké. A madarakon fülkagyló nem fejlődik ki, a dobüregben a hallási csontocskák közül csupán a kengyelnek megfelelő tengely (columella) található, mely a dobhártyától a tornácaablakáig terjed, a belseőfülben a csiga tompa kúpalakú, csavarulatai nincsenek, a Corti-féle szerv szemölcs (papilla basilaris) alakjában jelenik meg, hallószőrsejtekkel és egyszerű támasztósejtekkel. Hasonlóképpen a madarak agyveleje, a nagy agyvelő síma féltékéi, a másodlagos hallási középpont a halántéklebenyben sokkal egyszerűbb, kezdetlegesebb fejlődési fokot mutat, mint az emberé és a legtöbb emlősállaté.

De egyszerűbb anatómiai szerkezet ellenére a madarak hallása magas fejlettséget mutat. KNECHT SIGRID¹ a müncheni egyetem állattani intézetében erre vonatkozólag kísérletes vizsgálatokat végzett oly módon, hogy különféle madarakat, pintyféléket, papagájféléket stb. hangokra idomított, bizonyos hangjelekre adott enni, mit

azok hamar megjegyeztek. Hangadásra hangvillákat és ajaksípokat használt. Miután mindig csak bizonyos hang mellett kaptak enni, ezt többnyire 10–20 kísérlet után felismerték és megkülönböztették quartjától, terztől stb. Megfelelő hangkülönbségeket emberek között is többen nem voltak képesek felismerni; a küszöbértékek a madarak etetési kísérleteinél, a hang és az etetés fogalmak társításával kapcsolatosan alig térnek el embereken más úton megállapítottaktól.

A hallás érzékszervén, a belseőfül csigáján KNECHT az alapi hártya (membrana basilaris), rostjait tette közelebbi vizsgálat tárgyává, mert HELMHOLTZ szerint e rostok húrcul tekinthetők, melyek mindegyike egy bizonyos hangra van beállítva, hangolva, és egy bizonyos szőrsejtnak és ez ennek idegrostjának adja át az ingert, mely ezúton az agyvelő hallási középpontjába jut el. A madár a már előbb jelzett alapi szemölcsre sokkal kisebb, mint az emberé (2.6–2.7 mm, az emberé 33.5 mm), rostjainak száma 1200, az emberén 24.000 (DENKER szerint) a rostok hosszában alig észrevehető különbségek állapíthatók meg.

A hangadással kapcsolatos etetési kísérletekből a madaraknak hangokra irányított emlékezőtehetsége, továbbá viszonylagos hallási képessége, két hangnak egymástól való megkülönböztetése, jól beigazolható. De képesek a madarak hangsorok, melódiák transzponálására is, amit különböző terc és kvart hangokkal az etetés közben sikerült megállapítani. A *hang színezését* más hangszeren történt előadásával sikerült megállapítani (az Edelmänn-féle síp helyett ugyanazt a hangot fuvolán szólaltatták meg), szintén pozitív eredménnyel.

Az anatómiai viszonyok egyszerűbb volta ellenére a madarak zenei érzéke hasonló az emberéhez, akinek erre azonban a bonyolult szerkezetű Corti-féle szerve áll rendelkezésre.

Dr. Zimmermann Ágoston.

¹ Zeitschrift für vergleichende Physiologie 27. kötet. — Die Naturwissenschaften 28. évf. 42. füzet. 1940.

A természetek és az emberi állam.

A Természettudományi Közlöny legutóbbi Pótfüzetében a fenti címmel egy tanulmányom jelent meg. Ezt a tanulmányomat legtöbben elismeréssel fogadták. Azonban arról is értesültem, hogy egyesek cikkem némely kitételét vagy félreértették, vagy pedig félremagyarázták. Ezért is szükségesnek láttam cikkemmel kapcsolatban a következő megjegyzéseket tenni:

1. Tanulmányom szigorúan a művelt természetbarátok, de egyben a szakemberek részére is íródott, ezért szántam azt a Pótfüzetek hasábjainak, nem pedig népszerű folyóiratoknak és napilapoknak, amelyeknek olvasóközönsége könnyen hajlik arra, hogy a tudományos megállapításoknak politikai tendenciát és színezetet tulajdonítson. Ha azonban megismerjük akadnának, akik tudományos szakismeretek híjján cikkemben foglalt eredményeket félremagyaráznák, a leghatározottabban tiltakozom az ellen a feltevés ellen, mintha cikkem a magyar nemzeti eszmét sértené.

2. A természetekről szóló kritikai tanulmányomat azért írtam meg, mert a természetek életéről eddigelő tudósok részéről is sok téves magyarázat hangzott el. A természet- és az emberi állam párhuzamba állítására pedig azért törekedtem, hogy rámutassak az abból levonható tanulságokra, amelyek a haladó emberi állam a maga számára eredményesen kamatoztathat.

Már ebből is kitűnik, hogy a kérdés, különösen pedig a szaporodásfeszességéről általánosságban van szó és ismét csak félreértésnek kell minősítenem azt, ha valaki az ebből levont következtetést, mint a magyarság szaporodásának, népeseződésének gátlására irányuló bízta tást a karná feltüntetni. Félreértésnek annyival is inkább, mert hiszen fejtegetéseimben egyetlen egy szó sem esett a magyarságról, a magyar nép szaporodási viszonyairól. Ezzel kapcsolatban

azonban további félreértések elkerülésére a következőket kell kiemelnem.

3. Természetes, hogy olyan óriási államon belül, mint amilyen az emberiség, egyes életközösségek, tehát nemzetek népesedési viszonyai nem egyformák. A szaporodás ütemét illetőleg egyeseknél az egyik, másoknál a másik irányban történő eltulodásokkal találkozunk, ami kétségkívül azt igazolja, hogy a szaporodást nem lehet valamennyi nemzetnél ugyanazon nézőpont szerint elbírálni. Az egyik nemzet jobban szorul a szaporodás fokozására — ezekhez tartozik természetesen a magyarság is —, mások kevésbbé. Már ez is elárulja az egyensúlyhelyzetre irányuló törekvést, melynek részletes tárgyalása ilyen szűk keretek között természetesen lehetetlen. A szaporodásnak, a népesedésnek tehát különleges esetei vannak, mint ahogy különböző állatok életében is a szaporodásnak különféle, egymástól eltérő dinamizmussával találkozunk, amiből természetesen önként következik, hogy a létfenntartást, a szaporodást illetőleg mindegyik nemzetre más-más különleges feladatok hárulnak.

4. Ami a Malthus törvényét illeti, nem igaz az, hogy a népek történetében pusztán a táplálék aránytalan elosztása okozza az éhínséget és ezzel együtt az elszegényedést. DZSINGISZ-KHÁN hadait semmiesetre sem az élelem arányos vagy aránytalan elosztása készítette terjeszkedésre. Az, aki az emberiség fejlődését a Föld felszínén végbemenő nagy változások megvilágításában és figyelembevételével vizsgálja, és figyelemmel kíséri azokat a gyökeres változásokat, amelyek a népesedés növekedését és visszaesését döntően befolyásolják, annak tudnia kell, hogy időnként bekövetkező száraz periódusok, a síkságok elvíztelenedése, sáskarajok pusztítása, hideg légáramlatok beköszönte, a megélhetés lehetőségét tetemesen csökkentik. Ismeretes, hogy a mongol síkságok egy része a történelmi idők folyamán elemi csapások (nagy szárazság, egyéb éghajlati változások stb.) következtében lakhatatlanná vált. Az innen kiásozott romvárosok igazolják, az



legjobban. A lakosság kivándorlása lassan ment végbe. A lakosság nem pusztult el, de kénytelen volt ezeket az óriási, terméketlenné vált területeket elhagyni és termékenyebb, egyúttal azonban lakott országrészeket felkeresni.

De a Malthus-féle tanítás fölött egyébként sem lehet véglegesen napirendre térni. Erre rá is jött a nemzetgazdászoknak az a része, amely kellő biológiai elmélyedéssel ismerte meg a népesedés törvényét. A földkerekség népesedése rohamléptekkel halad. Antropológusok és prehisztorikusok hozzávetőleges számítása szerint a régebbi kőkorbán Európa lakossága kb. 200.000 fő volt. Félmillió esztendő óta ez a szám 526 millióra emelkedett, igaz ugyan, hogy ezalatt az élelem szempontjából hasznosítható anyag mennyiségét, ha

aránytalanul is, de fokozni sikerült. A kőkori szaporodás lassú üteme a rövid életkorra (átlagos 30—35 év) vezethető vissza, melyet viszont kőkori csontvázak csontjaiból sikerült megállapítani.

5. Végül hivatkozom tanulmányom utolsó kitételére, melyről bevallom, hogy azt részletesebben körülírva kellett volna kifejtenem. Talán elírásnak kell minősítenem, hogy a „szaporodás gátlásá”-ról beszéltem, holott a túlszaporodás meggátlását, illetőleg a szaporodás észszerű szabályozásának gondolatát óhajtottam kifejezni és ezt is csak egészen általánosságban, az egész emberiségre való vonatkozásában.

Dr. Pongrácz Sándor.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

Néhány adat a pézsmapocok elterjedéséhez. A tavalyi nagy árvíz óta mind több hírt kaptunk a pézsmapocok elterjedéséről. 1939. december 11-én Tápiógyörgyéről BALÁZSOVICH BOLDIZSÁR jelenti, hogy a Tápióban fogtak egyet. 1940. március 25-én Hódmezővásárhelytől Mindszent felé 6 km-nyire, a Tiszától 3 km-nyire keletre, tehát a Tiszántúl, NAGY PÁL tanyájának vízzel elöntött pincéjében lőtt egyet. Ez a példány a hódmezővásárhelyi gimnázium gyűjteményébe került. 1940. április 4-én Kerepes-Szilasligetén a Rákospataiban RÓNAI GYÖRGY ejtett el egyet. 1940. április 20-án Pusztavacson, Pest megyében ÓVÁRI GYŐZŐ gémeskútban (!) vert egyet agyon. 1941. április 28-án a békésmegyei Doboz mellett a Kőrösben SZATMÁRI LAJOS lőtt egyet. Ezt CSEH ANDRÁS tanító a Nemzeti Múzeumnak ajándékozta. 1941. október 1-én Somogyapáti és Pata között a Kisgyöngyös partján lcttek egyet.¹ 1941. október 24-én

Rimaszombatról jelentik.¹

Mindez nem sok, de egy kis csokorra való adat mégis kikerül belőlük. A somgyi hírt beküldő egyik lelkes tagtársunk melegen érdeklődik, hogyan kerülhetett a pézsmapocok faluja határába, Somgyba? Felhívom figyelmét VARGA LAJOSnak a pézsmapocok további terjedése a Dunántúl közepén és déli felében c. szép összefoglaló cikkére.² Csósz GYULA híradására „A pézsmapocok Budapesten”³ pedig csak azért hivatkozom, mert ő 1936. április 11-én észlelte a pézsmapocokot Budapesten először a lágymányosi tóban. Ennél egy évvel korábbi adat, hogy 1935. március 4-én Budapesten a Ferenc József-híd pesti oldalán, az alsó rakodóparton vertek egyet agyon, melynek koponyája a Nemzeti Múzeum Állattárának gyűjteményében látható. Tájékoztatóul közlöm, mint rendkívül

¹ KERCSIK LÁSZLÓ közlése.

² Természettud. Közl. 69. k., 1937. 77—81. l. — VARGA LAJOS a Közlöny 66. k., 1934. 638—640. oldalán is írt erről a tárgyrol.

³ U. o. 68., 8. k., 1936. 444. l.

¹ RUDOLF LÁSZLÓ patai ref. tanár közlése.

nevezetes adatot, hogy a pézsmapocok a Duna mentén már 1930. április 9-én elérte Baja városát és ezzel az akkori Csonkaország déli határait. Erről annak idején megemlékeztem,¹ de ez az adat elkerülte szakíróink figyelmét. Nevezetesebb adat még a pézsmapocok megjelenése 1933. május 20-án Jászalsószentgyörgyön, a Zagyvában, a Tisza vízrendszerében!²

A bajai adat elárulja, hogy a pézsmapocok már 1930-ban a magyar Duna egész szakaszát lakta. Csak idő kérdése volt, hogy mikor, hol tűnik szembe állatunk érdeklődő, művelt embernek is. Így Vácra az első példányt 1934. június 9-én kapta a Nemzeti Múzeum, holott az állat nyilván már legalább négy éve a váci Dunában is élt. A Tisza vízrendszerének első adata jelzi az állat tiszavidéki elterjedését is. Az elterjedés mindig gyorsabb a folyó sodra mentén, mint annak ellenében, s így érthető, hogy Rimaszombatról csak nyolc év múlva jelentik megjelenését. A tavalyi és tavalyelőtti árvizes esztendőök után várható volt, hogy az állat több helyen és többeknek fel fog tűnni. Ezt bizonyítják az újabban beérkezett adatok. Az árvíz a leghelyetlenebb helyekre — pincébe, gémeskútba — is elsodorta az állatot, olyan helyre is, ahol folyóvíznek, érnek, patakknak nyoma sincs.

Az állat elterjedésébe rendszer nem hozható. Megjelenése éppúgy lehet előnyomulás, mint véletlen, sőt az állat akarától független térfoglalás is, amikor a víz, az árvíz sodra a neki éppen nem is kívánatos helyre viheti. Az elterjedési adatok mégis becsesek, mert ezekből látjuk, hogy a pézsmapocok ma már a Dunántúlon, a Duna-Tisza közén, sőt a Tiszántúlon is otthonos. Éppen nem volna csodálatos, ha Csapról vagy Ungvárról vagy a Tisza bármelyik alföldi baloldali mellékfolyójától jelentenek. Sőt inkább az a csodálatos, hogy innen — a dobozit leszámítva — nem kaptunk híreket, holott a rimaszombati előnyomulás elárulja, hogy az állat folyókon fölfelé való törekvése is igen gyors és jelentős.

Már sokszor megírták, s így nem ismétlem, hogy mért káros a pézsmapocok. Mint legveszedelmesebb kártevőre, csak a gátak megrongálására utalok. Nem tudom, mert nincs biztos adatom rá, hogy mennyire és hol ludas a tavalyi gátszakadásokban, de hogy ezekhez helyenként ő is nagymértékben hozzájárulhatott, legalább is valószínű. Nagyfokú elterjedése tehát kész veszedelem. Hál Istennek, akadt nálunk természetes ellensége is, ez a vidra.

Pompás rajzot közöl a Pest 1939. december 5-iki számában a vidra és pézsmapocok harcáról BARÓTI GÉZA. Leírja, hogy SASS ANDRÁS miként vadászat Sáni nevű szelid vidrájával a székesfehérvári Sóstóban pézsmapocokra. „Az első párbaj percek múlva következik be egy vaskos nádtorzsza mögött. Öreg pézsmá lehetett ott, amikor hirtelen kibukkant a víz alól Sáni. A pézsmá vinnyogva igyekezett menekülni, a nád megrázkódott a gyilkos küzdelem nyomán, de csak pillanatokra. Sáni nem engedte, hogy vízfeletti küzdelem rontsa a vadászat további kilátásait. Lerántotta ellenfelét, amint a jelekből megítéltük, s néhány pillanat múlva már úszott is felénk. Diadalmasan kitarította a döglött pézsmát, s vaskos, izmos farka éles barázdákkal szelte a vizet.“ „Dél előtt 11 órakor már 14 drb. szép pézsmá hült teteme domborította a reggel még lapos hátizsákot.“ Délre megtelt a zsák!

Általában véve, nem szokásos tudományos irodalomban napilapok cikkeire hivatkozni. De a leírás annyira eleven és élethű, hogy csak szemtanú írhatta így meg. Egybevetve eddigi ismereteinkkel, nincs benne semmi hihetetlen, valószerűtlen, s így mint örvendetes tény elfogadhatjuk. A szelid vidra nyilván természetes gyűlöletből üldözte a pézsmapocot, s így valószínű, hogy ezt teszi minden vadon élő vidra is. Eddig, mint veszedelmes halpusztítót, üldöztük a vidrát, ezután üldözése nagyon megfontolandó, különösen ott, ahol gátak őrzik halaszvizeinket. Mert egy gátszakadás egész évi haltermésünket tönkre teheti, de egy vidra évenként mégis csak 3—4

¹ A Természet. 26. k., 1930. 151. l.

² ANGHY-CSABA G., A Természet. 29. k., 1933. 163. l.

máza halat pusztít el. Nem olcsó gátör, kétségtelen, de pézsmapocokt ritkító munkája helyenként nélkülözhetetlen lehet. Végleges ítéletmondásig több megfigyelésre lesz szükségünk.

Dr. Éhik Gyula.

A vicsok. HANKÓ BÉLA hívta fel figyelmemet a vicsokra, amely névvel valamelyik kisebb emlősállatot neveznek az Alföldön. SZINNYEI Magyar Tájszótára szerint Békés megyében a patkányt értik rajta, Torontál megyében ficoknak mondják, Szalontán pedig vicsoknak s ugyancsak a patkányt nevezik így. Ellenben Heves megyében vicaknak mondják az erdei cickányt (*Sorex araneus*). GYÓRFFY ISTVÁN Nagykúnsági Krónikájában szintén említ egy vicsag nevű kisebb vízi emlőst.

Hajdúnánáson az Előháti erdő mellett van egy vizes terület, a Vicskus, amelyről MOLNÁR JÓZSEF Hajdúnánási határnevek és azok hagyományai c. munkájában. SZABÓ SÁNDOR közlése alapján a következőket írja: „A Vicskus széles, mély, vizes terület volt, melyen át csak lóval lehetett menni, lucskolni, vicskulni.“ Minthogy azonban a régebbi, 1800-as évek elejéről és

közepéről származó térképeken nem Vicskus, hanem Vicskos szerepel, arra gondoltam, hogy a vicsokról vette a nevét. Sikerült is egy öreg, az Előháton élő földmivest találnom, aki ismeri a vicsok nevű állatot, melyet le is írt s leírása alapján ráismertem a cickányra.

A Vicskus mellett terül el az Előháti erdő s ha a viszonyokat figyelembe vesszük, két faj jöhet tekintetbe: az erdei cickány és a vízi cickány (*Neomys fodiens*), legfeljebb még a Csiki cickányáról (*Sorex araneus Csikii*) lehet szó. Az életmódja, amint az öreg földmives elbeszélte, különösen az, hogy igen jól és hosszan tud úszni a vízben, arra mutat, hogy Hajdúnánáson a vízi cickányt nevezték vicsoknak.

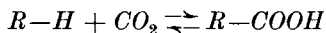
Az előbb említett földmivesen kívül többen ismerik az állatot, de vízi pocok vagy vöcsök néven. Egy másik öreg napszámos elbeszélése szerint a fiatalok vöcsöknek egy rucához hasonló madarat neveznek, pedig az egy vízi állat s az ő apja még nem is vöcsöknek, hanem más névvel nevezte, de ezt a nevet ő már elfelejtette. Nagyon valószínű, hogy az elfelejtett név szintén a vicsok.

Dr. Igmándy József.

II. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

A széndioxid-asszimiláció vizsgálata radioaktív szénnel. Az elemek mestersegesen előállított radioaktív izotopjai egyre nagyobb szerepet játszanak az állati és növényi anyagcsere részlet-folyamatainak tisztázásában. RUBEN, S., KAMEN, M. D. és munkatársaik a zöld növények fotoszintézisét vizsgálták a szén 11-es atomsúlyú radioaktív izotopjával. Ez az izotóp a bórnak deutonokkal (nehéz hidrogén atommagok) történő bombázásakor keletkezik. A belőle előállított széndioxid útja a kibocsátott sugárzás segítségével könnyen nyomon követhető. A módszer egyetlen gyengéje az izotóp rövid élettartama: felezési ideje csak 20 perc. Mégis teljes bizonyossággal megállapították, hogy a széndioxid nem a klorofillhoz kapcsolódik és a cukorszintézis nem formaldehiden keresztül történik, mint ahogy azt az

eddig elméletek feltételezték. A vizsgálatokból kiderült, hogy a széndioxid először egy ismeretlen összetételű, kb. 1000-es molekulaszámú vegyülettel, valószínűleg valamilyen polifenol-származékkal egyesül karboxilcsoportot képezve:



(*R* az ismeretlen vegyületet jelöli). Ez a folyamat megfordítható, független a klorofilltól és sötétben is végbemegy. Az asszimiláció következő szakaszában a napfény a karboxilcsoportot a klorofill segítségével alkoholcsoporttá redukálja oxigén képződése közben: $R-COOH + H_2O + \text{fényenergia} = R-CH_2OH + O_2$.

Az ismeretlen vegyület most újabb széndioxid-molekulát köt meg, a keletkező karboxilcsoport ismét redukálódik, s. t. t. Ily módon polialkohol vagy

polifenol keletkezik, amely — eddig ismeretlen úton — szénhidráttá alakul át. Valószínűnek látszik még, hogy előbb poliszaccharidok keletkeznek és csak ezek hidrolizisekor jelennek meg az egyszerű cukrok a növényi sejten. A szerzők szerint az itt ismertetett fo-

lyamat termodinamikai és energetikai szempontból is előnyösebb, mint a formaldehidben keresztül történő asz-szimiláció.¹
Jermy Tibor.

¹ Journ. of Amer. Chem. Soc. 62. 1940. p. 3443—3455.

III. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

A vitaminok kölcsönhatásáról. Már régebben, kevéssel az egyes vitaminok felismerése és megkülönböztetése után, felmerült az a gondolat, hogy egyes vitaminok kölcsönhatásban állnak egymással. A csukamájolaj nagyobb adagjai tengerimalacon káros hatást fejtenek ki, amit az *a*-vitamin nagyobbarányú bevitelének tulajdonítottak, mely fokozott *c*-vitamin szükségletet váltott ki, amiből végül arra következtettek, hogy a két vitamin között antagonizmus áll fenn. Más további kísérleti eredmények és klinikai tapasztalatok hasonló ellentétes vagy pedig kiegészítő kölcsönhatásokra engedtek következtetni.¹ STEPP, KÜHNAU és SCHROEDER szerint valamely vitaminnak a táplálékból való elmaradása a táplálék többi megmaradt vitaminjainak hatását megváltoztatja. Ez arra utalna, hogy a vitaminok bizonyos kölcsönös mennyiségű arányban való jelenlétük esetén fejthetnék ki optimális hatásukat. Nyáron és ősszel, akik sok zöld főzeléket, gyümölcsöt, salátát fogyasztanak, tekintélyes mennyiségű *a*-vitamint, esetleg *c*-vitamint vesznek fel. A barnakenyeret evő több *b*-vitamint kap, mint aki fehérkenyérrel él. A vitaminfelvétel naponta változik és az egyes vitaminfeleségek egymáshoz való aránya is, amelyből egy napon csak nagyon kevés jut, a következő napon felesleges

mennyiségben kerülhet felvételre. Ha a vitaminhatásban valóban volna antagonizmus vagy synergizmus, akkor a szervezet anyagforgalmában beláthatatlan változások, állandóan szélsőséges ingadozások lennének. Az előbb idézett tengerimalackísérlésben figyelmen kívül hagyták, hogy a csukamájolaj tengeri malacra mérgező hatású, már napi 0.5 cm³ adagolása súlyos izommegbetegedést okoz, melynek az *a*-vitaminhoz semmi köze. Hasonló ellenvetések tehetőek más ilyen hyper-vitaminosisek esetére, melyekben egyébként is a természetesnél jóval nagyobb adagokkal dolgoztak; ezzel szemben az *a*-vitaminra vonatkozólag kísérleti úton már megállapítást nyert, melyik a legkisebb mennyiség a határérték, melyen alul avitaminosis következik be. WAGNER és RESCHKE *c*- és *d*-vitaminnal patkányokon végzett kísérleteiben más (*a*-, *b*-)vitamin bevitelével semmiféle kölcsönhatása a vitaminoknak nem volt megállapítható. Az egyes vitaminok által előidézett reakciókat más vitaminok kisebb vagy nagyobb mennyiségben való jelenléte vagy hiánya nem befolyásolja. E megállapításnak az a gyakorlati jelentősége, hogy a vitaminszükséglet meghatározását teszi lehetővé, míg ha az egyesek által feltételezett kölcsönhatás fennállna, nem lehetne az egyes vitaminszükségeletről, az ezekhez megkívánt mezőgazdasági termékek előállításáról előre megfelelően gondoskodni.
Dr. Z. Fr.

¹ Die Naturwissenschaften. 28. évf., 19. füzet. 1940.

IV. A KÉMIAI TECHNOLÓGIA KÖRÉBŐL.

Borkő gyártása szőlőtörkölyből elektrolitikus úton. BUSICO olasz vegyész¹ az egyik műszaki kongresszuson nemrég

hozta nyilvánosságra azt az eljárást, amelynek segítségével elektrolitikus úton tudja a szőlőtörkölyben rejlő borkövet gyakorlatilag megvalósítható körülmények között kitermelni. A tör-

¹ Chimico Italiano, 1941. február.

kölyt fakádakban helyezik el, mégpedig lehetőleg egymás mellett lévő 3—4 kádtan. Ezek fölött a tervezet szerint egy nagyobb tartályban 3 százalékos kénsavoldatot tárol a borkőgyártó. Megfelelő vezetékek és csaprendszerek útján a kénsavoldat a felső tartályból egymásután halad át a törkölyös kádakon; a borkövet borkősavvá és savanyú káliumszulfáttá alakítja. A negyedik kádból kikerülő, leg-töményebb oldat szűrőkre jut s a tisztáját elektrolitikus kamrába vezetik. Itt villamos-áram segítségével az elektródokra csapják ki az egyes szőlőszemekről az oldatba került rézet. A réztől megszabadított oldat egy különleges, második elektrolitikus kamrába jut.

Ezt a kamrát likacsos fal választja ketté. A katódot tartalmazó cellarész alján vezetik be a kénsavas-borkősavas oldatot. A villamos-áram hatására kénsav szabadul fel és átvándorol a választófalon át az anódtérbe. Onnan időnkint szivattyúval távolítják el a fölös kénsavat és visszavezetik a kádak fölött elhelyezett tartályba. Ugyanide kerül a katódtérben összegyűlő fölös savoldat is.

A katódtérben szilárd alakban válik ki azután a tiszta borkő s a tartály fenekén szépen leülepedik. A szerző adatai szerint a törköly borkőtartalmának 98 százalékát ki lehet termelni ezzel az aránylag egyszerű eljárással. A kapott borkő hófehér, 98—99 százalék a tisztasága és mázsánként mintegy 160 kilowattóra villamos energiába kerül az előállítására. A fémgazdálkodás szempontjából különleges előnye az eljárásnak, hogy a növényvédőszerke-ről a szőlőszemek felületére került réz ezzel a módszerrel visszanyerhető. Ez természetesen fokozza az eljárás jövedelmezőségét. Minthogy az Olaszországban jelenleg alkalmazott borkőgyártó eljárások hetven százalék kitermelési hányaddal dolgoznak, az eljárást szakkörök igen hasznosnak vélik.

Dr. Kendi Finály István.

• **A kohósalak éptőipari felhasználása.** Az amerikai Egyesült Államok iparvállalataiban termelt kohósalaknak mennyiségét már 1932-ben legalább

tízmillió tonnára becsülték évenként.¹ Nem csoda tehát, hogy ennek a tekintélyes tömegű mellékterméknek az értékesítésére igyekeztek minden követ megmozgatni. A kutatómunkának az lett az eredménye, hogy ma már a kohósalak hatvan százalékát útépitésekhez használják fel elsőrendű nyersanyagként. Körülbelül húsz százaléka a kohósalaknak a vasutak alépitményében kerül elhelyezésre. Mindkét esetben a salakszemcsék durva felülete és kockás alakú törési síkja jelent nagy előnyt, mint adhéziót és kötést növelő tulajdonság. A kohósalak tíz százaléka téglá és mészkő alakjában lát napvilágot. Itt a könnyű súly és a tűzállóság szerzi meg számára az ipar érdeklődését. Gyakorlatilag sokat jelent, hogy a közönséges kavicssalak készült beton és a kohósalakbeton súlya között köblábonként (= 0.283 m³) mintegy 4.5—7.0 kg a súlykülönbség. A salakból úgy készül a salakcement, hogy a rendkívül finomra őrölt kohósalakot 30—30 százalék méshidráttal erőteljesen összekeverik.

Régebben a kohóból kikerült salakot legalább hat hónapig tárolták, mert azt hitték, hogy az úgynevezett öregedés szükséges a feldolgozáshoz. Később a gyakorlat igazolta, hogy például a beton és cement készítésében egyáltalán nincs észrevehető különbség, akár három napos, akár pedig tizenöt esztendőes kohósalakot használtak.

Dr. Kendi Finály István.

Olaj az óriásnarancs magjából. Floridában hatalmas új iparág alakult nemrégiben. A gyáralakításokra az szolgáltatott okot, hogy egy-egy gyártási igényben átlagosan 330.000 tonna óriásnarancsot (grape-fruit) dolgoznak fel konzervekké ennek az államnak az üzemeiben. Minthogy az óriásnarancs súlyának 4.7 százalékát teszik ki a magvak, évenként 15.000 tonna magra lehet számítani, mint melléktermékre. Értethető tehát, ha még a nyersanyagokban gazdag Amerikában is igyekeztek valami jól jövedelmező felhasználási módot találni erre a jelentős mennyiségű, olajtartalmú anyagra.

¹ Chemiker-Zeitung, 1940. szept. 18.

A nyersen mintegy 55–60 százalék vizet tartalmazó óriásnarancsmagokat először hatalmas tartályokban erjesztik, de legfeljebb csak 24 óráig, nehogy káros rothadás álljon be. Azután megszáritják a magvakat, amíg nedvesség-tartalmuk 40–45 százalékról 2–3 százalékra csökken. Innen az olajsajtolóka kerül a mag, hogy az olaj nagyrésztét kipréseljék belőle. A megmaradt olajat már csak szerves oldószerekkel lehet kivonni.

A nyers óriásnarancsmagolaj barnászörös, kellemes, dióra emlékeztető szaga és erőteljesen keserű íze van. De a keserűségtől nátronlúgos kezeléssel teljesen meg lehet szabadítani és világos sárgára lehet tisztítani.

Érdekes, hogy a tisztításkor kapott elszappanosodott rész benzolos kivonása útján lemezkek alakjában krikristályosodik a mag keserű anyaga, a limonin (bruttó képlete $C_{26}H_{30}O_8$). Ez a vegyület nem új, 1841-ben fedezte fel BERNAY. Vegytiszta állapotban rettentően keserű az íze.¹

Dr. Kendi Finály István.

A vadgesztenye új felhasználási módja. A fokozott önellátás Olaszországban is időszerűvé tette minden terménynek az ipari felhasználhatóságára irányuló rendszeres kutatást. Ennek során TESTONI és BARTOLOZZI a vadgesztenyefa gyümölcsének minden egyes alkotórészét próbálták hasznosítani. A Toscanában termelt vadgesztenyében elemzésük szerint friss állapotban körülbelül 42% a nedvességtartalom. A felaprított és kiszáritott termékben már csak 8.2% vizet találtak. Volt azután benne 59% keményítő, 8.8% zsír, 7.5% fehérje, 3.1% cellulóze, 8.3 % cukor és 2.1% ásványi só.

Az elemzés adatai alapján elsősorban keményítőgyártásra és a zsíros anyagok kivonására vizsgálták meg a kutatók az olasz vadgesztenye zuzalékát. A lisztbe őrölt termékből forró vízzel több ízben történő kezeléssel ki lehet vonni a szaponinokat, a keser-

nyés ízt okozó aeskulin nevű glikozidot és a redukáló cukrokat. A vizes oldat ugyanis alkohol hozzáadására megzavarosodik, majd kicsapódnak belőle a szaponinok. A maradékból besűrítés útján kristályos alakban lehet előállítani az aeskulint. A vízzel alaposan kilúgzott lisztet azután gyakorlatilag megfelelő kitermelés mellett el lehet cukrosítani, a cukortartalmú oldatból pedig erjesztés útján szeszt lehet készíteni. Egy mázsányi vadgesztenyéből ezzel az eljárással a kísérleti gyártelepen mintegy húsz liternyi tiszta szeszhez jutottak a kutatók.

Ami a zsíros anyagokat illeti, triklóretilénnel próbálták őket a zuzalékból kivonni. Kesernyész íű, barna színű, olajszerű anyaghoz jutottak. A vadgesztenye olaját vegyi és fizikai adatai szerint bizonyos ipari célokra valószínűleg jól fel lehet majd használni. Élelmezési célra azonban csak akkor volna alkalmas, ha a kis mennyiségű szaponintól és más kísérő szennyezősektől teljesen megtisztítanák.¹

Dr. Kendi Finály István.

Újfajta pamuffonal gépkocsik gumibroncsai számára. Az amerikai Mellon-intézetben NICKERSON három esztendő óta végzett kutatások alapján különleges gyapctfonalat állított elő. Ennek a vegyileg átalakított gyapctnak erősen polimerizált a szerkezete, de még sincs jelentős változás a cellulóze hosszú láncú molekuláiban. A fonal használhatóságát nemcsak laboratóriumi kísérletekkel vizsgálta meg, hanem gyakorlati próbákat is végzett a Firestone gumigyár üzemében és gépkocsipályáján. Beszámolója szerint az újfajta fonal aránylag nem drága, minthogy az új anyagból készült broncsok élettartama a közönségesnek mintegy háromszorosa. A természetes gyapotot feldolgozó gyárak ezzel a találmánnyal válaszoltak a műanyagból készült rostok egyre erősödő versenyére.²

Dr. Kendi Finály István.

¹ V. ö. L'Industria Saccharifera, 1940. január.

² India Rubber World, 1940. októberi szám.

¹ Ind. and Eng. Chemistry, Ind. Ed. 1940. szept.

V. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Fényenergia és látás. A különböző fokú látási érzetekhez szükséges fényinger erőssége, vagyis a szemünkbe érkező sugárnyaláb energiahatása — mint fontos pszichofizikai adat — nem csupán a fizikusokat és világitási technikusokat, hanem a csillagászokat is érdekli. A fizikus az effektust wattokban méri (10^7 erg/sec); a nyaláb keresztmetszetén időegységenként átfolyó energia (watt/cm²) az ingererősség. A mesterséges fényforrások tanulmányozásánál gyakorlati egység a lumen, amely a nemzetközi (normál) gyertyából a köréje méternyi távolságba képzelte gömb négyzetméterén át (egységnyi testszögbe) másodpercenként áramló energia. A gyertyalumen mellett néha még használatos a hefnerlumen, amely a Hefner-féle amilacetát lámpa hatása és az előbbinek 90%-a. A lumen által egyenletesen besugárzott felület megvilágításának mértéke a lux, régebbi nevén métergyertya. A csillagászati fotometria fényességredekkel (magnitudo) számol Fechner törvénye alapján, amely szerint az érzet az inger logaritmusával arányos: az elsőrendű csillag a még éppen látható hatodrendűéhez képest százszoros intenzitással ragyog, a rendkülönbség az intenzitásvizony logaritmusának 2.5-szerese. Kiindulásul a sarkcsillagot szokás választani (2^m-12 zenitre redukált fényességgel), mert ennek horizonfeletti magassága alig változik, aminek a földi légkör elnyelése szempontjából van jelentősége. Ehhez képest a legfényesebb csillagok, szintén a zenitben:

α Canis maioris	^m —1.58
α Carinae	—0.86
α Centauri	0.06
α Lyrac	0.14
α Aurigae	0.21
α Bootae	0.24
β Orionis	0.34
α Canis minoris	0.48

A bolygók közt még fényesebbeket is találunk; az alsók fényessége közepes elongáció, a felsőké oppozíció idején:

	^m
Mercur	0.16
Venus	—4.07
Mars	—1.85
Jupiter	—2.23
Saturnus (gyűrűvel)	—0.18

A telihold közepes fényességrendje —12.66, ami 0.242 lumennek, vagy egy 2.03 méternyiről világító gyertyának felel meg. A napfény ennek 291 ezerszerese: — 26^m.32, 70.500 lumen!

A fizikai és technikai egység kapcsolatára nézve megjegyezzük, hogy a normálgyertya által összesen kisugárzott fényenergia effektusa 0.0713 watt és ezalapon a watt 176 lumennek felel meg. A csillagászati fotometria nyelvén szólva, gyertyánk méternyi távolságból —14.2, és ha a levegő elnyelésére nem vagyunk tekintettel, 692 méterről 0-rendű, 12.8 km-ről pedig már nem látszik. A fejünk felett ragyogó nap-típusú 0-rendű csillagról a földfelszín négyzetméterére percenként 7.11 ergnyi fényenergia érkezik. Az elmondottakhoz két megjegyzést kell fűznünk. Először is légkörünk elnyelése a zenitben legkisebb, hiszen a fény sugar által levegőben megtett út így a legrövidebb. A horizon felé a gyengülés mind feltűnőbb, a levegő nyugtalansága is fokozottabban zavar, ezért mélyen álló égitesteket nem is észlelünk. Hogy pedig a fényességadatok homogének, tehát egymással összehasonlíthatók legyenek, előre kidolgozott táblázatok segítségével azokat a zenitre szokás redukálni és így kerülnek be a katalógusokba. Második megjegyzésünk a fényforrások színére vonatkozik, mint amely a fényességet lényegesen befolyásolja. Minél fehérebb az izzás, a sugárzásnak annál nagyobb hányada esik a színek látható részébe, tehát annál erősebb a fényhatás. Éppen ezekre a körülményekre való tekintettel hangsúlyozzuk az égi források zenit-állását és amennyiben a Nappal vetjük azokat egybe, ezzel azonos színek típusát.

A Nap sugárzását tanulmányozva, csillagászati módszerekkel érdekes következtetés vonható szemünk fogékonyságára és érzékenységére, a fény-

inger tetőpontjára és küszöbértékére, egyszóval az érzetfokok skálájára.

A 695 ezer km sugarú napgömb sugárzása $3 \cdot 80 \cdot 10^{26}$ watt; felszínének minden négyzetcentimétere másfél nagykalóriát szór széjjel másodpercenként, 8-51 lóerővel dolgozik. A 149-5 millió km középtávolságban levő Föld ennek a roppant termelésnek mindössze $1/2 \cdot 21 \cdot 10^9$ részét fogja föl, bár ez a csekélység is 235 billió lóerőt képvisel. Légkörünk határának négyzetcentiméternyi területéhez percenként merőlegesen 1-94 kiskalória érkezik (napállandó), ami 0-135 watt (négyzetméterenként 1-84 lóerő) energiahatást jelent. Ez azonban a teljes színkép, hősugaraival és az ultraibolyával együtt. Ki kell számítanunk a fényenergia hányadát, ami egyszerű feladat, ha napunkat fekete testnek tekintjük, amikor is effektív hőmérséklete a napállandóból 5750 abszolút fok. A fekete test elnevezés arra utal, hogy ez minden ráeső sugárzást teljesen elnyel. Hőmérsékleti sugárzóképesége az adott felület mellett a lehető legnagyobb és Stefan—Boltzmann nevezetes törvénye értelmében abszolút hőmérsékletének negyedik hatványával arányos. Ez az úgynevezett effektív hőmérséklet tehát az energiatermelésből kiszámítható, utóbbi viszont a napállandó segítségével határozható meg. A normális szemmel érzékelhető színkép oktávnyi terjedelmű, vörös- és ibolyahatárához 0-78, illetőleg 0-39 mikron hullámhossz tartozik. Ez a köz mármost a Nap sugárzó energiájának 45-4%-át tartalmazza. Figyelembeveendő azonban a földi légkör elnyelő hatása is, amely az egyes színekben különböző ugyan, de szemünk számára összegeződve jelentkezik és közepesen tiszta levegő mellett a zenitben 35%-ra tehető. A földfelszín optikai napállandója ilymódon, vagyis a hozzánk ténylegesen eljutó fényenergia 0-573 kalória/cm² perc.

A Napba közvetlenül belenéző szemének épségét másodpercek alatt tönkretetheti, a maximális látási érzet-hoz szükséges ingertetőpont tehát legfeljebb a napfény energiahatása, hiszen ennél erősebb ingert semmi esetre se bírunk el. Fentiek alapján ez szám-

szerűen is megadható. Ilyen fényözön előtt a pupilla védekezően a lehető legkisebbre zsugorodik, átmérője csupán milliméternyi. A másodpercenként beengedett energia 3140 erg. Ekkora effektus elég a vakításhoz.

Az ingerküszöb szintén megállapítható, ha gondolatban a Naptól egészen addig távolodunk, amíg eltűnik előlünk és kiszámítjuk, hogy ebből a távolságból mennyi energiát küldene a Földre, illetőleg szemünkbe. Ehhez csak azt kell tudnunk, hogy az intenzitás a távolság négyzetével fordítva arányos. 10 parsecra (32-59 fényév) napunk 5-25 magnitudojú igénytelen csillaggá halványul (ezt nevezzük abszolút fényességnek), 16-43 parsec távolságból pedig már nem látszik. Utóbbi nevezetes esetben a földfelszínnek négyzetmétere óránként csupán 1-25 ergnyi fényenergiát kapna. A pupilla átmérője sötétben átlag 11 mm-re tágul, hogy a leggyengébb fényérzet minél kisebb inger hatására, ennek lehető gazdaságos kihasználása révén létrejöhesse. Ezt figyelembevéve, meggondolásunk eredményeként az ingerküszöb $3 \cdot 31$ erg/10³ sec.

A kvantumfizika a fénynek hullámjellege mellett atomos természetet is tulajdonít. Egy elemi fényrészecske, a foton energiája a színtől függ, a rövid hullámok irányában növekszik, PLANCK szerint a λ (mikron) hullámhosszal fordítva arányos: ergben $1 \cdot 963/10^{12} \lambda$. A látható színkép közepén a fénykvantum mindössze $3 \cdot 36/10^{12}$ erget képvisel. Megfelelhetünk most már arra az érdekes kérdésre, hogy vajjon hány foton kell a minimális látási érzethez, közepes hullámhossz és a legtágabb pupilla esetén. Az ingerküszöbnek az imént levezetett értéke alapján a válasz: 9900, kereken tízezer foton másodpercenként. A 0-rendű csillag ezalatt 2-8 milliót küld szemünkbe, a láthatatlan 16-3-rendű pedig egyetlen egyet. A normálgyertya által másodpercenként kilövelt fénykvantumok száma összesen mintegy 0-2 trillió! A vakításhoz nem is kell ennyi, hanem a legszűkebb pupillán keresztül elég $9 \cdot 4 \cdot 10^{14}$, kereken ezerbillió. Szerencsére a gyertya nem képes összes fotonját szemünkbe koncentrálni. A két

szélső látási érzetűhöz szükséges ingeret egymáshoz hasonlítva, viszonyuk közel tizedbillió, vagyis az érzetfokok skálája rendkívül tág. Szemünk olyan mérleghez hasonlítható, melyet a milligrammtól 100 tonnáig használhatunk! Hatalmas feladatának megoldását úgy könnyíti meg, hogy logaritmikus skálával dolgozik: a leghalványabb csillagoktól a Nap ragyogásáig mintegy 32 fényességrendet fog át. A pupilla alkalmazkodó működése ezt 27-re mérsékli, ami az imént említett tizedbillió viszonyszám logaritmusának a fotometria alapötvényé értelmében vett 2.5-szerese. *Dr. Kalmár László.*

Fűtési szükséglet szeles időben. Az időjárásnak többféle fontos hatása van a fűtési szükséglet alakulására. Nemcsak a hidegnek a mértéke, hanem a szél is nagyban befolyásolja a tüzelőanyag mennyiségét. Szeles időben sokszor kétszerannyi tüzelőnk fogy el, mint ugyanolyan hófokú, de szélcsendes napokon! A fűtött helyiségek kétféle okból hűlnek le. Egyrészt úgynevezett hővezetés útján, a falfelületeken és kivált az ablakok üvegtábláin keresztül. Ennek a lehűlésnek a mértéke a külső hidegtől függ. A lehűlés másik forrása ellenben az, hogy hideg levegő áramlik be a szobába ajtó- és ablaknyitáskor, továbbá még a csukott ajtóknak és ablakoknak a hézagain keresztül is. Ennek a lehűlésnek a mértéke elsősorban a külső széljárástól függ; erős szélben nagyon sok levegő özönlik be, csendes időben sokkal kevesebb. A csukott ajtókon át szinte észrevétlenül sok hideg levegő érkezik. Elég arra utalnunk, hogy a kályhával fűtött szobában minden egyes kilogramm tiszta szénnek az elégeése kerekén 10 köbméter levegőt használ el a szoba levegőkészletéből és ez a levegőmennyiség azonnal pótlódik a kívülről való légbeszivárgás útján. Ez a magyarázata annak is, hogy amikor

cserépkályhába jó nagy tüzet gyújtunk, a szoba levegője nem melegszik azonnal, hanem először lehül. Az égéshez elhasználódó sok levegőt ugyanis a külső hideg levegő csendes beszívárgása pótolja és ezt a lehülési forrást a kályha égése csak akkor tudja ellensúlyozni, amikor a tűz már nagyra fejlődött és a nagy tömegű, nehezen melegedő kályhatestet át tudta hevíteni. Kevésbé mutatkozik ez a jelenség a vaskályhákban, mert vékony fémköpenyűk a tűztől rögtön felmelegszik és sugárzó melegét azonnal ontani kezdi a szobába.

Az ajtó- és ablakhézagokon beömlő hideg levegő tehát súlyos tehertertele a fűtésnek. Szélcsendes időben aránylag még kevésbé érvényesül, mert ilyenkor — kivált központi fűtésű helyiségekben, vagy olyan kályhafűtés esetén, amely pillanatnyilag nem ég túl erősen — nincsen jelen olyan ok, amely a hasadékokon át túl sok hideg levegőt szívna be az épületbe. De egészen általában a helyzet, amikor élénk, lökéses szél indul meg odakint. A szélrohamok ugyanis bonyolult szívó és nyomóerőket létesítenek a levegőben, és pedig nemcsak az épületen kívül, hanem a zárt helyiségek belsejében is. Ezek az erők a külső levegőt minden legkisebb hézagokon át behajtják az épületbe és nagyon érthetővé teszik azt a tapasztalatunkat, hogy heves szélben egyes szobákat egyáltalában nem is lehet kellően át-fűteni.

Az tehát, hogy mennyi tüzelőre van szükségünk, a hidegen kívül még igen nagy fokban függ az időjárásnak egy másik vonásától, a széljárásától. Enyhe időben is roppant sok tüzelő fogyhat azért, mert a szélviharok nyomon követik egymást. Még súlyosabb eset természetesen az, amidőn a nagy hideghez csatlakozik gyakori heves szél, ami az emlékezetes 1940. esztendő első két hónapjának jellemző vonása volt.

Dr. Aujezsky László.

Végo a LXXIII. kötet Pótfüzeteinek.

A kiadásért és szerkesztésért felelős: Dr. GOMBOCZ ENDRE.