

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.

209—212. PÓTFÜZET.
64 KÉPPEL.

AZ 1938. ÉVI LXX. KÖTETHEZ.



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

1938.

Hibaigazítás :

- 51. old. fel. 12. sorban 10 milliomod helyett 100 milliomod olvasandó.
- 52. old. fel. 19. sorban MF_2 helyett MF_3 olvasandó.
- 91. old. alul 10. sorban mosó helyett maró olvasandó.

TARTALOMJEGYZÉK.

NAGYOBB CIKKEK.

GAÁL I. : A keleti orrszarvú (<i>Dicerorhinus orientalis</i> Schloss.) új alakjának csontmaradványai Magyarországon	130
KÉZ A. : A jégkor éghajlata	97
KOCH S. : A Nemzeti Múzeum ásványtárának jubileuma	64
K. KUTHY S. : A kémiai szerkezet és a fiziológiai hatóképesség	121
LORENZ H. : A nagyothallás és a hallásjavító készülékek	25
MENDE J. : Az izomer atomok	71
PÉNZES A. : Ázsia élővilága Európában	1
RAPAICS R. : Gyökérből képző anyagok	115
SÜMEGI L. : Néhány újabb adat a szemek ismeretéhez	17
SZALKAY F. : A légkör legfelsőbb rétege : az ionoszféra	75
TANKÓ B. : A cukor elégése a szervezetben	11
TOKODY L. : Kristálykémia	49
TÓTH L. : 300 éves az első magyar rovtartani munka	34
ZSIVNY V. : A legnagyobb meteorkő	127

KISEBB CIKKEK.

ACZÉL M. : A németországi rovarfajok száma 37.	
BALOGH B. : A steinheimi ősember rekonstrukciója 82.	
BOGDÁNFY Ö. : Nagymennyiségű hidrogén előállítása a felhasználás helyén 89.	
BOGSCH L. : Kvarchomok érdekes előfordulása 39.	
ÉHIK GY. : A nőtény vakondoknak csak tavasszal van külső ivarváltása 36.	
GYÓRFFY K. : A zuzmósavak rendszertani értékéről 85.	
KALMÁR L. : A Nap szomszédai 94.	
KIESELBACH GY. : A B ₁ -vitamin mint növekedést serkentő növényi hormon 41. — Cukor, szesz és takarmányélesztő előállítása fából 92.	
KOLOZSVÁRY G. : A <i>Dictyna civica</i> nevű pók Tihanyban 138.	
K. KUTHY S. : A vitaminok új elnevezése 40.	
— A hanghullámok kémiai-fizikai hatása 41.	
— Az asszimiláció elmélete. 86. — A poliszakaridák kémiai szerkezete 140. — A fehérjekémia néhány modern szempontja 141.	
MENDE J. : Nehéz nitrogén előállítása 42. — Urán mesterséges bomlásra 43. — Az elektromos vezetőképesség és a kristályszerkezet 44. — COULOMB tör-	

- vényének újabb vizsgálata 46. — Kozmikus meteorok 96. — Nehéz pozitron pályája 143. — A thorium mesterséges radio-aktivitása 144.
- STEINER L. : Kőzetek mágnessége és a földmágnességi erő változása a geológiai korok folyamán 38.
- Hőmérsékletváltozások a légkör legmagasabb rétegeiben 46. — Napkitörések és földmágnességi zavarok 48.
- SZABÓ G. : Villám hatása magnetométerre 142.
- SZILÁDY Z. : A trópusi bolhafekély 138.
- ZIMMERMANN Á. : Csontok a lábikrában 83.

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

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrészt
ívnnyi tartalommal;
időnkint szövegközti
ábrákkal illusztrálva.

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

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

70. KÖTETHEZ.

1938. JANUÁR—MÁRCIUS

209. FÜZET.

Ázsia élővilága Európában.

Európának Ázsia felőli határai jórészt mesterséges vonalak, amelyek a növény- és állatvilág természetes elterjedésének sem most, sem pedig a múltban nem szabtak határt. Ilyen átmeneti határterület a Balkán-félsziget délkeleti része és Kis-Ázsia nyugati partvidéke, ahol a mindössze $\frac{1}{2}$ –3 km széles Boszporusz tengerszoros a mai határvonal, bár ezt a pliocénkori folyómedert nem tekinthetjük olyan elválasztó határvonalnak, amely a két földrész növény- és állatvilágának összetartozását megbontotta volna.

Az azurkék Márvány-tengerből kiálló kis szigetek mellett elhajózva, önkéntelenül egy frissen elárasztott vidék képe jut eszünkbe, ahol még a víz nem tudta az árból kiálló dombokat, rögöket elmosni, összedönteni. A harmadkor végén beálló zökkenés árasztotta el ezt a vidéket tengerrel, amely azonban délkeleti irányba húzódó Strandzsa-hegységnek csak a széleit érte és így a rajta lévő ősi növény- és állatvilág nagy része a mai napig fennmaradhatott.¹

A hatalmas Balkán- és Rhodope-hegység közé ékelt Marica-síkságon áthaladva keletre, a Fekete-tenger felé csak lassú átmenettel változik meg a növényvilág összetétele. Július közepén a vasút mentén mindenütt learatott búzaföldek, hatalmas napraforgó-táblák, majd dohány-, gyapot- és rizsültetvények húzódnak. A határban, akárcsak nálunk, gólyák sétálnak, keringenek, de sokkal több van belőlük; Plovdiv után az egyik kisebb helység leégett emeletes malom falán vagy hat tele gólyafészket figyelhettünk meg, míg egy körülbelül 1000–2000 holdas rizstábla felett 100-nál is több gólya keringett. A szántóföldek közt 100–200 méternyire mindenütt egy-egy hatalmas árva tölgy terpeszkedik, mutatva azt a hatalmas őserdőmaradványt, amely valaha ezt a kultúrterületet befödte és a híres „*Silva bulgarica*“-t alkotta.

Néhol még egy-egy kisebb-nagyobb ritka tölgy-erdőske is megmaradt, melynek fáí között még a vonatról is észrevehetjük a sárga, korongos termésű, szúrós Krisztus-tövis cserjét (*Paliurus spina Christi*), a kopárra legelt legelőknék is jellemző cserjéjét, mely végigkísér bennünket egész a tengerpartig.

A burgasi tengerből déli részén 2–300 méteres dombokkal kezdődik a Strandzsa kb. 150 km hosszú hegysége, mely a török részen 1031 m-re emelkedik, de átlagban 4–600 m magas. Mikor 1929-ben június elején JÁVORKA SÁNDOR,

¹ A Magyar Tudományos Akadémia anyagi támogatásával sikerült legutóbb ennek az érdekes területnek a Bulgáriára eső részét tanulmányoznom.



SZATALA ÖDÖN társaságában először jártam itt, a város kocsiján hajtattunk ki a környező dombokra, hogy a nekünk szokatlan, teljes pompájában díszlő, keleti növényzövetkezetet tanulmányozhassuk. A *Paliurus*okat a lilavirágú iszalag (*Clematis viticella*) díszítette, míg a köztes köves, napos területeken egynyári fűvek: kecskebúzák (*Aegilops* 1. kép), roznok-félék (*Bromus*), gumós árpák (*Hordeum bulbosum*) természetes vetései borították és mint egy ringó gabona-föld, úgy hullámozott az érdes hajperje (*Elymus asper* (Simk.) H. M.) (2. kép) kalásztengere. A kissé árnyasabb helyeken a majd 1·5—2 méter magas sárgavirágú, háromélű ernyősvirágú *Colladonia triquetra* díszlett, ennek a vidéknek bennszülött növénye. Most, július második felében, mindez le volt legelve,



1. kép. Kalászbajt v. kecskebúza (*Aegilops ovata*) a burgasi dombokon.

ki volt égve, de a sós limánok mellett kilométerekre zöldelt az alföldi szikes tavaink jellemző zsióka-sás (*Bolboschoenus maritimus*), közte a kanalas gémek, gulipánok, sirályok, szarvasmarhák kisebb csoportjai.

Délebbre haladva a törpe tölgycserjéseket mind magasabb és magasabb tisztább állományú cserjés-fás tölgyesek követik, mert a várost körülvevő 20—25 km körzetben lévő cserjések nem az éghajlatnak, hanem az itteni erdőkitermelési módnak a következményei. A fákat fiatal, karvastagságú korokban vágják és faszenet égetnek belőle, melyet aztán bivaly- és ökörfogattal hatalmas kosarakban szállítanak a városba. A faszén ennek az egész tengerparti erdős vidéknek a legfontosabb kiviteli cikke; főleg ez látta el még a török időkben is Konstantinápolyt tüzelőanyaggal. A végtelen lassúsággal haladó szekerek némelyikének 1929-ben még tömör küllőnélküli fakereke volt, mely a használat következtében négyyszögletesre kopott és minden egyes fordultnál fel-leemelte a csikorgó kocsi tengelyét, de most már ilyenekkel az egész úton nem találkoztunk.

Utunk egyik célja délnyugatra a török határ mellett fekvő Malko-Tirmovo városka volt. A hozzávezető 86 km-es új autótút mentén mindössze két kisebb, a dombok tetején elterülő községet láttunk; a vidék lakossága nagyon gyér, az egész terület erdős-cserjés, amelyekből csak különálló kisebb-nagyobb irtás-területeken termel gabonát, főleg búzát a vegyes bolgár-török lakosság. Az erdőket a legtöbb helyen birkával, kecskével és bivallyal legeltetik.

Minél jobban távolodtunk Burgastól és a tengerparttól, annál több és hatalmasabb törzsű, főleg cserfából és magyar tölgyfából (*Quercus conferta*) álló erdőkben haladtunk, köztük keleti és közönséges gyertyánfák (*Carpinus orientalis* és *C. betulus*), árnyasabb, mélyebb völgyekben pedig bükkfák



2. kép. Érdes hajperje (*Elymus asper*) szövetkezete, a burgasi dombokon 1929. június elején.

keveredtek. Egész utunk alatt az erdők szélén, tisztásokon az 5–6 m. magas szürkeszínű, keskeny rekettyelevelű körtefák (*Pirus elaeagrifolia* PALLAS), amelyeknek mai elterjedése a Strandza-hegység, Dobrudzsa, Krim-félsziget, Kaukázus és Kis-Ázsia. A Balkán-félsziget közepén és nyugati felén, a Magyar-tengerparton a hozzá hasonló mandulalevelű körtefa (*Pirus amygdaliformis*) helyettesíti. Malko-Tirnovóba főleg a keleti bükkfáért (*Fagus orientalis*) mentünk, de az első érdekes növényt mindjárt a várost övező kertek füvesbokros helyén a DEGEN ÁRPÁDRÓL elnevezett egynyári kék búzavirághoz hasonló *Knautia Degenii* találtuk. A környező hegyoldalak száraz, irtásos, kristályos, andezit-murvás talaján a kökény, vadrózsa mellé a parkjainkban néha ültetett szép verestermésű, szúrós bokor, *Pyracantha coccinea* társult, míg az erdők szélén a rózsához hasonló nagy lilavirágú szuhar (*Cistus villosus*) törpe cserjéje díszlett együtt ennek a vidéknek és Kis-Ázsiának egyik benszülött növényével, a füzéres gamandorral (*Teucrium cordifolium* 3. kép).

Az északi hegylejtőn hamarosan ráakadtunk a tölgyfák közt az első bükkfára, de nem a tiszta keleti alakokra, hanem egy átmenetire, melynek a levele

3. kép. Füzéres gamandor (*Teucrium cordifolium*) a bükkös szélén Mallo-Tirnovorban.



a közönséges bükkfára, a lapos, hosszú függelékű termése pedig a keleti bükkfára hasonlít. Ha a rendelkezésünkre álló 200.000-es 1915. évi osztrák kiadású

katonai térkép adatait vesszük, kb. 400—500 m magasságban álltak a bükkfák, ami ilyen délen szokatlan jelenség, a csapadék mennyiségét (évi 900 mm) tekintve azonban már érthetővé válik. A levegő nagy páratartalmát igazolja az a megfigyelésünk, hogy reggelenként ezek az alacsony hegyek ködfelhőkbe voltak borítva nyár közepén. A tölgy, gyertyánnal kevert 5—6 m magas bükkösben egy töviseságú, almafalevelű cserjére bukkantunk, melyet csak terméséről ismertünk fel, hogy ez a mi kerti naspolyánk (*Mespilus germanica*) ősi vad alakja. Előfordul még a Szakar-hegységben és a Krim-félszigeten is; STEFANOFF pedig legutóbb kimutatta a Sofiai-medencében talált rendkívül gazdag pliocénkori flórában. A naspolya erről a vidékről került a macedon-görögök révén Európa többi részébe, így Itáliába Kr. e. 200 évvel, Dél-Franciaországba a szintén görög Massilia-gyarmat révén jutott el, ahol a később megtelepedő rómaiak már megtalálták és tovább vitték Észak-Franciaországba és Délnyugat-Németországba. Az árnyas bükkösben kerestük a másik keleti növényt, a pontusi rhododendront, de helyette a hasonló levelű szintén előázsiai elterjedésű boroszlánt (*Daphne pontica*) találtuk meg. Csak az elutazásunk napján, a *Daphne pontica*-kra mutatva, tudtuk meg a helybeli parasztoktól, hogy az általuk jól ismert pontusi rhododendronok, „zeleniká“-k, néhány kilométernyire délnyugatra vannak a Malko-Tirnovótól. Eredetileg innen akartunk a légvonalban mintegy 40 km-re keletre fekvő feketetengerparti Vasiliko halászfaluba átmenni, de a hatalmas növénycsomagokkal költség- és időkímélés szempontjából visszatértünk ismét az olcsó és gyors autóbuszon Burgasba, hogy onnan megint a tengerhez közelebb húzódnó autóúton jussunk el a 65 km-re fekvő Vasilikóba, a *Fagus orientalis* és *Rhododendron ponticum* ismert lelőhelyéhez. A burgasi öböl után ismét tövises, tölgyes, cserjéses vidéken haladtunk, de ez a tengerhez közelebb fekvő rész sűrűbb lakosságú.

A tengert ismét egy kiugró sziklafokon lévő halászfalunál, Primorskónál értük el, ahol a falu bejáratánál két hatalmas fehér nyárfa (*Populus alba*) állt, ennek a vidéknek ritka fája. A homokos tengerparton egy kicsinyített dohánynövényhez hasonló növény, a *Tournefortia sibirica* tűnt fel, az ismert ugorkás magugró (*Ecballium elaterium*) gyom mellett. Később a sós, mocsaras területeken a szürkés-zöld tamariska (*Tamarix tetrandia*) bokrok mellett haladtunk el, azután égeres (*Alnus glutinosa*) következett, amelyet sűrű zöld lepellel vont be az erdei szőlő (*Vitis silvestris*) és a szintén keleti elterjedésű szúrósszárú *Smilax excelsa*. A smilax-bozót ismert kísérő alakulata a Földközi-tenger partjainak is, de ott a hegyesebb levél-csúcsú *S. aspera* alkotja. A *S. excelsa* főelterjedési területe Kis-Ázsia, Kolchisz, Irán (4. kép).

Nemsokára egy homokbuckás terület következett, amelyen hiába kerestük a mi homokbuckáink jellemző növényeit, az alapszövetkezet teljesen elűt a mi növényeinktől, különösen jellemzőek: egy fehéren szőrös, törzszerűen felálló levelű hangyabogáncs (*Jurinea albicaulis*) és egy lesepült sárgászöld virágú sziléne-faj, a *Silene supina*, a legfeltűnőbb már a burgasi homokbuckáról is jól ismert *Marsdenia erecta*-bokor, amely rendszerint a homokbuckák tetejét foglalja el sötétzöld lombjával, a virágja, termése, levele úgyszólván teljesen megegyezik a mi vidékünkön közönséges méreggyilokkal (*Cynanchum*), ez is keleti növény, Albániától egész Perzsiáig el van terjedve.

Ezeknek a buckáknak jellegzetes növényvilága csak megerősíti KERNER felfogásával szemben BORBÁS elméletét, mely a magyar Alföld növényvilágát nem a távolkeleti, pontusi eredetűnek tartja, hanem legnagyobb részét a környező hegyekről befűvesedett területnek.



4- kép. Erdei szőlő (*Vitis silvestris*) és *Smilax excelsa* égerfán Izgref mellett.

Este volt, mikor megérkeztünk a kis, 1500 lakosú kikötővároskába, Vasilikóba. A dombos, lankás tájék, a hosszú sorba (kepékbe) rakott búzakeresztekkel, valami dunántúli tájra emlékeztetett, csak a gabonával rakott lassú bivalyfogatokat kísérő turbános törökök vittek bele keleti, ázsiai vonásokat.

Másnap reggel indultunk útnak, hogy a környező 2–300 méter magas erdős hegyek tövében megkeressük a keleti bükkösöket és „zeleniká”-kat, Az úton eleinte a Földközi-tenger melléki szúrós, fészkesvirágú kórók, gyomok,

*Paliurus*ok kísérték, melyek közt a lilavirágú szeklice (*Carthamus dentatus*) mutatta a keleti jelleget.

Fodroslevelű keleti gyertyáncserjék, mezei juharfák, rekettylevelű körtefák, barkócafák (*Sorbus torminalis*) közé lassanként mindtöbb tölgyfa keveredett és bejutottunk egy meglehetősen egyhangú, rendszeres vágásban kezelt tölgyesbe, melyben csak itt-ott vitt be egy kis élénk színt a nálunk is ismert bársonyoslevelű, élénkpiros virágú szunyogvirág (*Lychnis coronaria*). Útközben tudtuk meg a török kísérőnktől, hogy a fodroslevelű keleti gyertyánt „gyürgyen“-nek hívják, a hasonló név még neki is feltűnt, a bükköt bakbuk-nak mondta, a cserfát cer-nek, a tölgyet mese-nek. Az egyik fán egy felhasított oldalú, lábatlan páncélos kígyógyík v. seltopuzik (*Ophisaurus apus*) száradt, amelyet érdemetlenül pusztítottak el a közelben legeltető marhapásztorok. Ez a hatalmas, 1-1 méterre is megnövő gyík a Balkán-félszigeten több helyen előfordul, nyugatra egész az Istria-félszigetig terjed, de fő előfordulási területe megint csak a kelet: Kis-Ázsia, Szíria, Káspi-tó környéke, Turkesztán. Rendkívül éber, óvatos állat, a burgasi dombokon, a töviskés szélén sütkérező példány már vagy 25 méternyire tőlem eltűnt a bozótban, mikor a napfényben fénylő, pihenő állatot óvatosan be akartam cserkészni.

Egy kis bolgár falut, Izgrefet elhagyva, lefelé tartottunk egy erdős, védett völgynek, ahol rövidesen megpillantottuk az 1—2 méter magas, néhol 3—5 cm vastag ágú *Rhododendron ponticum*-cserjéket (5. kép). Pompás lila szirmaikat már elhullatták, a fiatal, zöld terméstopok mellett, a tavalyi üres, barna tokok is megvoltak még rajtuk. Ez az örökzöld cserje régebben Közép-Európában is el volt terjedve, így kimutatták több harmadkori alpesi lelőhelyről, a Szófia melletti pliocénből; egy nagyon kis eltérésű alfaja ma is él az Ibériai-félszigeten. Legújabbán az erdélyi Borszék pliocénjéből írt le POP EMIL hasonló nagylevelű, egy kissé nyélbe futó levelű *Rh. borsecense* Pop névvel, amely valószínűleg már a Galiciában és Wolhiniában elterjedt *Rhododendron flavum*-mal (*Azalea pontica*) mutat közelebbi kapcsolatot. A *Rh. ponticum*, mai európai elterjedését figyelembe véve, igazi harmadkori maradványnövénynek tekinthető, melynek mostani főelterjedési köre Kis-Ázsia, Szíria, Kolchisz, Kaukázus. Társaságában, a völgy északi árnyas oldalán, mintegy 4—50 m tengerszín feletti magasságban, andezites talajon, ott álltak a keleti bükkfák (*F. orientalis*), jellegzetes, kissé hosszúkásabb leveleikkel. Ezen a vidéken fedezte fel őket 1924-ben Európában először STEFANOFF szófiai botanikus és azóta már a Kelet-Balkán több pontjáról, sőt a Rhodope és Jugoszlávia déli határhegységéből, a Belasicáról is kimutatták, mai fő elterjedési köre Kis-Ázsia, Kaukázus, Szíria, Krim-félsziget. Hogy csak újabbán fedezték fel őket, annak oka az, hogy a közönséges és keleti bükk között nem nagy a különbség és inkább éghajlati igényeikben, földrajzi elterjedésükben különülnek el, az utóbbi nagyobb melegmennyiséget igénylő, keleti elterjedésű faj. A jégkorszak előtti időkben a *F. orientalis* a Balkán-félsziget északi részén is előfordult, de a jégkorszak jobban kedvezett a közönséges bükkfának, úgyhogy az egész Görögorszáig lehúzódhatott, míg a keleti bükk csak a mélyebb, nyirkosabb helyeken maradhatott meg.

Még több, hasonló keleti elterjedésű növényt sorolhatnánk fel, amelyek a Balkán keleti részén, különösen annak török és görög negyedében fordulnak elő,

amelyek az ázsiai kapcsolatot teljesebbé teszik. Ez az ázsiai növényvilág valamikor messzebb nyugatra terjedt, amit különösen a szófiai pliocénkori leletek



5. kép. *Rhododendron ponticum* Izgref mellett.

igazolnak. Viszont már ebben az időben az erdélyi flórában más összetételű növényvilág élt, melyben az ázsiai flóra csak nagyon kis százalékot tett. A jég-

korszak alatt beállt szélsőséges éghajlatváltozások ezt a harmadkori növényvilágot legnagyobbbrészt elpusztították, kelet-nyugati hatalmas hegyláncok pedig megakadályozták, hogy — a későbbi kedvezőbb éghajlati viszonyok alatt — ezek a visszaszorított, széttöredezett, szigetszerűen fennmaradt növényfajok ismét elszaporodhassanak. Különösen a nehéz termésű fajok, pl. tölgy, bükk, gesztenye, tudják nehezen visszaszerezni az elveszett területeket, míg a szárnyastermésű, szélel terjedő fajok, pl. juhar, gyertyán, könnyebben tehetik. Hisz az ember kultúrájában, sokkal északibb vidékeken ma is könnyen szaporodnak és elvadulnak, pl. naspolya, vadgesztenye stb. Észak-Amerikában, ahol a hegyláncok inkább észak-déli irányban haladnak, a déli elemek sokkal jobban keverednek az északiakkal, mint Európában.

Az ázsiai kapcsolatok mellett nagyon sok hazai ismerősre is akadunk, különösen a tölgyek közt, így a legjobban elterjedt faj a magyar tölgy (*Q. conferta*), amelynek hazai előfordulása tulajdonképpen legészakibb határvonala, míg főelterjedési köre a Dél-Olaszország, Balkán és Kis-Ázsia. Közös fánk a csertölgy (*Q. cerris*), de míg nálunk a kevésbé mélyenkarélyos levelű fajtája az uralkodó, addig lent a mélyen szabdalts levelű *v. pseudocerris* Boiss. alak, érdekes, hogy egy ilyen fát a budai hegyekben is találtam, amely teljesen megegyezik a strandzsai példányokkal. Ez nem azt jelenti, hogy ez a fa arról a vidékről származott, csak visszaütés az ősi, mélyebben hasogatott alakra, hisz a cserfa sarjhajtásai is ilyen mélykaréjúak. A keskenyebb lemezű, kisebb karélyú hazai alakok talán egy szárazságot jobban tűró fajtát képviselnek, amely a mi szárazabb klímánk alatt jobban elszaporodhatott, mint a széleslevelű, mély karéjú *Q. cerris v. pseudocerris*. Ezenkívül a szilfák, gyertyánok, virágos kőrisfák, mezei juharfák, barkócafák (*Sorbus torminalis*); bokrok közül galagonyák, bengék, húsos som mind közös fajok. A somfák (*Cornus mas*) azonban itt hatalmas, 40—60 cm átmérőjű törzssel, 6—7 m magasra nőnek (6. kép). Arra gondolhatunk, hogy az ottani erdőművelés, ahol nem vágják ki a gyümölcsstermő fákat, engedte őket ilyen nagyra nőni, de viszont a többi vadgyümölcsfák, pl. a kőrtfák között nem láttunk ilyen vastag törzsű példányokat. A kísérő aljnövényzet sok faja is közös a mi növényvilágunkkal, különösen az erdélyi és aldunai flóráival.

Legfeltűnőbb hasonlóságot napos területeink, legelőink gyomnövényei közt találjuk. A lilavirágú vasvirág (*Xeranthemum annuum*), a sáfrányos búzavirág (*Centaurea solstitialis*), kék búzavirág, homoki útifű (*Plantago indica*), mirhafű (*Chenopodium botrys*), japán rozsnok (*Bromus japonicus*) stb. szinte megszakíthatatlan vonallal függnek össze a Kelet-Balkánnal. Olyan vidékeinknek a növényeit, melyek hosszabb török megszállás alatt álltak, már BORBÁS is török eredetűnek nevezte, de mi egy lépéssel tovább mehetünk, amikor ezeket keletbalkáni eredetűeknek nevezük. Ha csak egy-két növény származását kutatjuk, akkor nehéz vagy lehetetlen azt megállapítani, de már egy kisebb-nagyobb csoportot figyelembe véve, mint pl. buda-, szentendre-vidéki növények egyrészét, amelyek csak itt és a Kelet-Balkánon fordulnak elő hasonló szövetkezésben, úgy nagy a valószínűsége annak, hogy ezeknek a növényeknek közös a hazájuk. Ilyenek: a *Xeranthemum foetidum*, *Digitalis lanata*, *Elymus asper*, *Galium tenuissimum*, *Hordeum Gussoneanum*, *Bromus arvensis*, *B. japonicus*, *Eragrostis pilosa*,

Vulpia myuros, *Haynaldia villosa*, ezek mind olyan növények, hogy ott Keleten annyira tömegesen fordulnak elő a napos, köves helyeken, hogy nem lehet egy ma-

6. kép. Hatalmas (40—60 cm) törzsű somfák (*Cornus mas*) Izgref mellett.



rék növényt felvenni, ami közt ne lenne három-négy faj a fenti sorozatból. A buda-örsi szőlők közt még a krisztustövis (*Paliurus spina Christi*) cserje is megvolt a

multszázad 80–90-es éveiben. De már a törökeltői időkben is állandó, természetes kapcsolat volt a magyar föld és Balkán-félsziget közt, amely a gyomnövények behurcolódását elősegítette, másrészt főként a Duna árja több nyugati eredetű növény elterjedését segítette elő a Balkánon, pl. a mi libalegelőinken nagyon közönséges libapimpó (*Potentilla anserina*) Bulgáriában csak a Duna mentén található.

A növényvilág mellett az állatvilág is mutat keleti kapcsolatot, így a Strandza-hegységben őshonos a fácán, melynek Kis-Ázsiától keletre terjed az őshazája. Gyakori ragadozója a sakál, de a nagyobb állatok közül, csak a juhnyájak felett keringő farkos kócsok mellett a fentebb említett pánceles kígyó mellett a minduntalan előkerülő görög teknőst is figyelhettük meg, mert a nagyon olcsó és korlátlan területre szülő vadászejegyek mellett nagy vad nem igen maradhat meg. A közvetlen a Fekete-tengerbe ömlő kis patakokban gyakori a pisztráng, mely a szomszédos Kis-Ázsiában is előfordul, ami csak régebbi édesvízi kapcsolatokkal magyarázható.

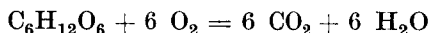
Az alsóbbendű állatokra vonatkozólag nincsenek adataink, de remélhetjük, hogy az ilyen irányú vizsgálatokban a magyar kutatók tovább mennek azon az úton, amelyre FRIVALDSZKY IMRE egy évszázaddal ezelőtt indította el a Balkánon kutatókat.

Ha már most a fentieket figyelembe véve, növény-állat földrajzi határvonalat akarunk húzni az európai és ázsiai terület között, úgy ez a vonal, a Strandza-hegységet, észak felé a Fekete-tenger partját, a Krim-félszigetet, a Kaukázust, Kis-Ázsiát egy előázsiai egységbe foglalná.

Dr. Pénzes Antal.

A cukor elégése a szervezetben.¹⁾

A szénhidrátok (keményítő, cukrok) a táplálékok három főcsoportja (szénhidrátok, zsírok, fehérjék) közül a legkisebb molekulájú, legkönnyebben mozgósítható energiaforrást képviselik és a legfőbb szerepet játsszák, amikor a szervezet gyors és nagyfokú erő kifejtést végez. Így az izomműködés elsősorban a szénhidrátokból nyeri az energiát. A szervezetbe került szénhidrátok glükóz alakjában szívódnak fel és jutnak el a vérben a különböző szövetekhez: a közbeiktatott májban a glükóz glikogénné alakul át és ebből a szükségletnek megfelelően újra mint glükóz kerül a vérbe, amelynek normális körülmények között állandó (0.09–0.1%) a glükóztartalma. Az izomzatba jutó glükóz is átalakul glikogénné, ilyen formában elraktározódik s valószínűleg ebből a glikogénből keletkező és nem a vérből közvetlenül felvett glükóz oxidálódik, végeredményben CO₂-dá és vízzé:



Ebben a folyamatban az igazi energiatermelő a H₂O képződése, amikor tehát a szervezeten kívül lefolytatható, nagy hőfejlődéssel járó „durranó gáz”-reakció

¹ L. bővebben TANKÓ BÉLA, A biológiai cukorbomlások kémiaja. Debrecen, 1937. A debreceni egyetemi orvosi-vegytani intézet kiadása.

($2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$) analógiájára a glükóz hidrogénjei a hemoglobin által az izomszövetbe szállított molekuláris oxigénnel vízzé egyesülnek. Maga a molekuláris H_2 és O_2 -gáz is csak olyan körülmények mellett lép egymással reakcióba (pl. a keverék elrobbantása lánggal vagy szikrával), amelyekről nyilvánvaló, hogy a szervezetben belül nem játszhatnak szerepet; miként lehetséges tehát az, hogy az élő sejtben a vérrel odajutó oxigén, amelyet a hemoglobin csak fizikailag köt meg, amely tehát éppen annyira molekuláris, mint a levegőben — képes egyesülni olyan hidrogénnel, amelyek még csak nem is H_2 -gáz formájában vannak ott —, hanem benne vannak a glükózmolekulában! Ennek a rejtélynek a megfejtésére hosszú évtizedek tudományos munkája két ellentétes oldalról törekedett: egyfelől mi történik a glükózmolekulával, hogy belőle hidrogénatomok hasadjanak le; másfelől hogyan válik reakcióképpé maga az elemi O_2 ?

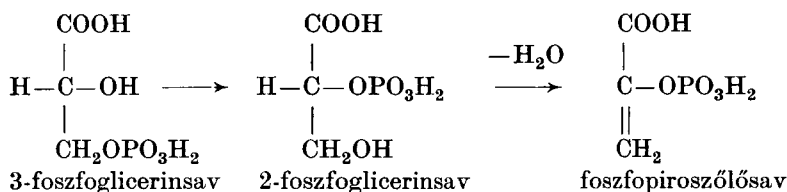
A kutatás eredményességét az tette lehetővé, hogy a cukor elégésének bonyolult folyamatait *enzimek* vagy *fermentumok* végzik, amelyeket az élő sejtek termelnek ugyan, de amelyek hatásukat az élő sejtektől függetlenül, „in vitro“ is kifejthetik. Az enzimek mai felfogásunk szerint általában egy nagy molekulájú, kolloidális méretű „hordozóból“ (ez rendszerint fehérje) s azon egy kisebb molekulájú (krisztalloid) ható- vagy prosztetikus csoportból állanak: az előbbi a maga felületaktivitásánál fogva megköti, sőt bizonyos módon feszíti az átalakítandó, elbontandó anyagot, a „szubsztrátumot“, a hatást aztán a prosztetikus csoport váltja ki. A kis molekulájú hatócsoport a hordozótól dialízissel sok esetben el is választható és mint „koenzim“ magában éppoly hatástalan, mint a hordozó „apoenzim“: a kettő egymással összehozva újra a hatásos enzimet szolgáltatja.

Az „in vitro“ kísérletekben a körülmények megfelelő változtatásával (koenzimek eltávolítása, speciális gátlószerek, mint pl. NaF, jódecetsav alkalmazásával stb.) sikerül a részfolyamatokra bontva mintegy időlupén át vizsgálni a cukor elégetést, amely az élősejtben közbeeső termékek felhalmozódása nélkül játszódik le: „in vitro“ kísérletekkel csak azt hámozzuk ki — még ha torzít is az időlupe, — ami „in vivo“ is végbemegy, így tehát képet alkothatunk arról, hogy milyen reakciókon át vezet a folyamat magában az élő sejtben.

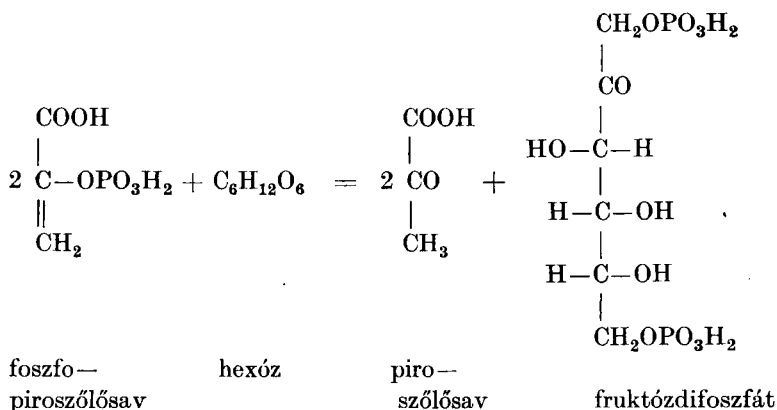
Olyan kísérletek alapján, melyek még leginkább megvalósítják az „in vivo“ körülményeket (pl. izolált békaizom működése, izomzatból nyert olyan szelet vagy pép cukorbontása, amely ép sejteket tartalmaz), a cukorbomlás két fázisra osztható. Oxigénmentes atmoszférában (pl. nitrogénben) a cukorból tejsav keletkezik: ez az *anaerob* fázis. A kísérletet O_2 -ben tovább folytatva a tejsav eltűnik, de a felvett O_2 és leadott CO_2 mennyiségéből számítva csak körülbelül $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ része oxidálódott el vízzé és CO_2 -dá, a többi részéről kimutatható, hogy glükózzá, illetőleg glikogénné alakult vissza (Meyerhof-féle ciklus): ez az *aerob* fázis. Ha a kísérletet kezdettől fogva O_2 -ben végezzük, tejsav nem képződik, hanem mindjárt az O_2 -elhasználás és CO_2 -termelés, azaz a légzés megy végbe. A cukor előkészítése tehát a teljes oxidációjához olyan reakciókon át történik, amelyek — legalább is anaerob körülmények mellett — tejsavig vezetnek. Melyek ezek az enzimas reakciók?

Hogy a foszforsavnak¹ nélkülözhetetlen szerepe van a cukorbomlásban, nemcsak az állati sejtben, hanem az alacsonyabb- és magasabbrendű növényi sejtben is, már korábban ismerték (HARDEN, EULER, MEYERHOF, EMBDEN kutatásai, valamint BODNÁR professzor vezetése alatt a m. kir. növénybiokémiai intézetben intézetünkkel karöltve végzett vizsgálatok). A legújabb s ezidő szerint legelfogadottabb elméletnek az az alapja, hogy a cukorbomlás az először NILSSON által izolált foszfoglicerinsavon vezet keresztül (Embden—Meyerhof-féle elmélet). Hogy kapcsolódik be ez a vegyület a bomlását követő és a keletkezését megelőző reakciókba?

A foszfoglicerinsav két szakaszban átalakul foszfiroszólóssávvá, itt a piroszólóssav ($\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$) enol-alakjában ($\text{CH}_2 = \text{COH} \cdot \text{COOH}$) szerepel, miután ebben van olyan *OH*-csoport, amely eszterkötésre alkalmas :

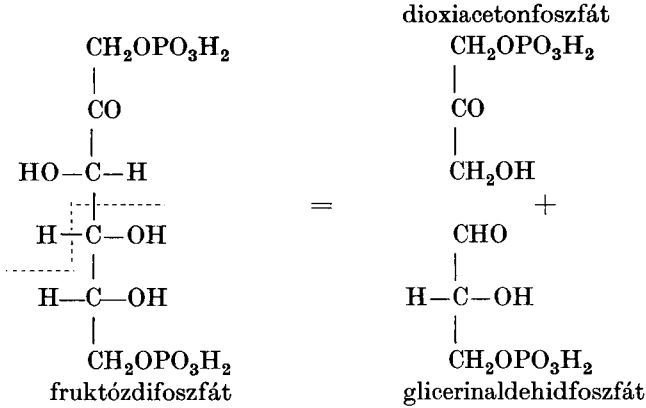


Két foszfiroszólóssav úgy bomlik meg, hogy a foszfátcsoportját átadja egy hexózmolekulának, keletkezik 2 piroszólóssav és egy hexózdifoszforsaveszter, amely — itt nem részletezhető körülmények mellett — felhalmozódhatnak és mint a Harden—Young-féle fruktózdifoszfát (röviden difoszfát vagy dieszter) izolálható :

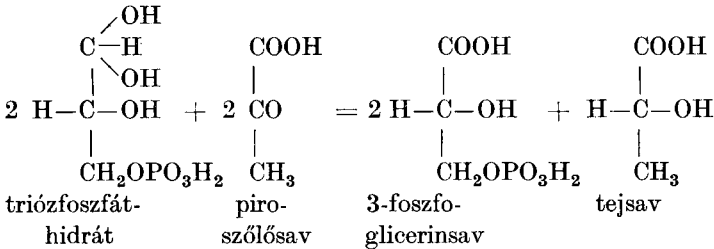


A difoszfát középen kettéhasad (1. szaggatott vonal), keletkezik glicerinaldehyd- és dioxiacetonfoszfát, amelyek egymásba kölcsönösen átalakulhatnak, úgyhogy összefoglaló névvel mint triózfoszfátok szerepelnek.

¹ Egyszerűség kedvéért sem itt, sem a következőkben nem írjuk ki azt, hogy itt a foszforsavnak olyan, vízben oldódó, például Na-sójáról van szó, amelynek pH-ja a fiziológiás határok közé esik ; ugyanez vonatkozik a foszforsaveszterekre is.



Ez a két triózfoszfát oxidálódik foszfoglicerinsavvá olyan módon, hogy átmenetileg az aldehidesoporra H_2O kerül, majd a triózfoszfát hidratja 2H -t veszít, azaz dehidrálódik (hidrogének elvesztése = oxidálódás), ugyanakkor pedig ez a két hidrogén redukálja az előbbi piroszőlősavat tejsavvá (hidrogének felvétele = redukálódás):



A keletkezett két foszfoglicerinsav átalakul az ismertetett módon foszfopiroszőlősavvá és egy újabb hexózmolekulának adja át a foszfátcsoportját: az így keletkezett 2 triózfoszfátról viszont 2×2 hidrogént kap a tejsavvá való redukálódáshoz. Így tart ez a reakciólánc tovább, a foszfátcsoportok mindig újabb és újabb hexózmolekulára eszterifikálódnak át s a triózfoszfátok mindig a piroszőlősavak rovására (azok redukálódásával) oxidálódnak foszfoglicerinsavvá. De nem az elemi O_2 rovására! Az igazi energiatermelő folyamat, az O_2 redukciója vízzé, az anaerob fázisban nem játszódik le: a cukornak elbomlása tejsavra nagyon kevés energiát termel s csak akkor pótolhatja valamelyest a cukor teljes elégetéséből nyerhető energiát, ha olyan nagy intenzitással megy végbe, mint például a tejsavbaktériumok tejsavas erjedésekor. Ugyanez vonatkozik például az élesztőgombák előidézte alkoholos erjedésre is, amely utóbbinak csak annyiban különbözik a mechanizmusa a tejsavtermelésétől, hogy a piroszőlősavat keletkezésekor azonnal CO_2 -ra és acetaldehidre dekarboxilálja a *karboxiláz* enzim:



és ez az acetaldehid veszi fel a triózfoszfáthidrátból a 2H -t:



A cukorbomlást — illetőleg a cukor teljes elégését előkészítő reakciókat — tehát a foszfátátvitel és a hidrogénátvitel kormányozza: előbbit a foszforiláz végzi. Működéséhez magnéziumionok jelenléte szükséges, prosztetikus csoportja pedig az adenilsav (LOHMANN). Ez az adenozinból (= adenin + d-ribóz) és foszforsavból álló nukleotid az apoenzim felületén felveszi az egyik vegyülettől a foszfátcsoportokat és átadja a másik vegyületnek. Ezt a foszfátátvitelt két szakaszban végzi: egy foszfátcsoport felvételével adenozindifoszfát, még egy másiknak a felvételével adenozintrifoszfát (= adenilpirofoszfát) keletkezik belőle átmenetileg. Ugyanígy két szakaszban történik a két foszfátcsoport átadása is (ennek megfelelően a hexózdifoszfát keletkezését megelőző átmeneti termékek a hexózmonofoszfátok). A hidrogének lehasítását (aktiválását) és átvitelét dehidráz végzi, amelynek a hatócsoportha az adenilsavval strukturális összefüggésben van, mert adenilsavból (= adenin-nukleotid) és piridin-nukleotidból (= nikotinsavamid + ribóz + foszfát) áll, amint ezt legújabban felfedezték (WARBURG, valamint EULER). A piridin-nitrogén vegyértékváltozásával képes 2 H-t felvenni, majd ismét leadni, azaz redukált és oxidált alakját reverzibilisen változtathatja. Ez a kétféle hatócsoportha mosással vagy dialízissel eltávolítható a hordozó fehérje, az apoenzim mellől, s ez az aránylag termostabil kodehidráz és kofoszforiláz, valamint magnéziumion volt a hatásos alkotórésze azoknak az izom-, vagy élesztőfőzeteknek, amelyekkel már régebben sikerült a cukrot már alig bontó mosott izmot, vagy mosott élesztőt reaktiválni.

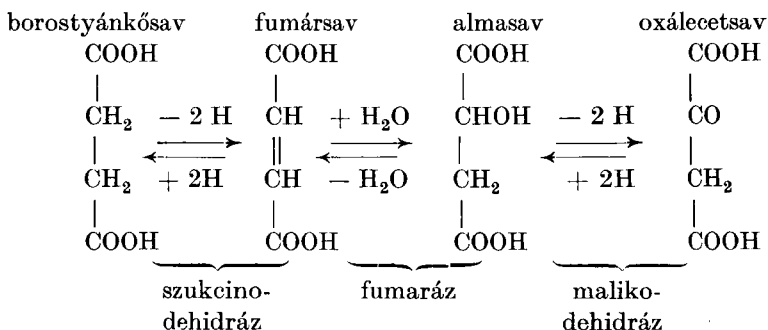
A sejtmentes enzimek készítményekkel *in vitro* végzett kísérletekben a foszfátcsoportoknak egyszerű át- meg áteszterifikálódása nem biztosítja a cukorbomlás sebességét, úgyhogy csak anorganikus foszfát nagy mennyiségben való hozzáadásával, sok hexózfoszfát egyidejű felhalmozódása mellett sikerül azt fokozni: az anaerob cukorbomlásról mondták azt akarták megmutatni, hogy milyenek rekonstruálhatók — éppen *in vitro* kísérletek alapján is — magában az élő sejtben lejátszódó folyamatok. Kívül esik e cikk területén, hogy azokra az érdekes összefüggésekre mutassunk rá, amelyek az izomösszehúzódás és a cukorbomlás között fennállnak (hogyan kapcsolódik bele például a foszfokreatin foszfátcsoportja a cukorbomláshoz szükséges foszfátátvitel körforgalmába, stb.).

A cukor elégetését előkészítő reakciók vázlatos áttekintése után lássuk, hogyan magyarázható a molekuláris oxigén hatásossá tétele, bekapcsolódása a folyamatokba?

Már WARBURG kimutatta, hogy az O_2 a sejtben a lé g z ő f e r m e n t u m o t oxidálja és ez az utóbbi oxidál tovább a sejtben; ezek szerint a molekuláris O_2 aktiválása abból áll, hogy a lé g z ő f e r m e n t u m prosztetikus csoportja, — amely vasat komplex formában tartalmazó hemin-származék, — a u t o x i d á b i l i s, azaz az elemi oxigénnel könnyen reagál, ilyenkor a ferrovas ferrivé oxidálódik: mihelyt ez utóbbit a tápanyagoknak (cukor, fehérje, zsírok oxidációra előkészített bomlástermékei) a dehidrázok által lehasított hidrogénjei (aktivált hidrogének) redukálják ferróvá, az O_2 újra ferrivé oxidálja. KEILIN arra mutatott rá, hogy a tápanyag hidrogénjei nem közvetlenül redukálják az oxidált lé g z ő f e r m e n t u m o t, hanem a sejtheminek csoportjába tartozó c i t o k r o m o k sorozatán át, amelyek maguk nem autoxidábilisak, hanem a bennük levő komplex vas.

vegyértékváltozásaiával csak közvetítik az O_2 irányából az oxidáló, a tápanyaghidrogének irányából a redukáló hatást; a légzőfermentum = citokromoxidáz.

De hiába tartalmazta egy rendszer (például mosott izomból kiindulva) az összes eddig ismertetett tényezőket, a légzés, a cukor oxidációja mégsem ment végbe. Mi hiányzott még? SZENT-GYÖRGYI és munkatársai (ANNAU, BANGA, BLAZSÓ, BRUCKNER, GÖZSY, HUSZÁK, LAKI és STRAUB) fedezték fel, hogy a rendszer csak a C_4 -dikarbonsavakkal való kiegészítés után teljes. Az $O_2 +$ citokromoxidáz által oxidált citokrom közvetlenül csak a borostyánkőssavat tudja oxidálni, amikor is a citokrom maga redukálódik, a borostyánkőssav pedig fumársavvá oxidálódik (dehidrálódik) a szukcinodehidráz (borostyánkőssav-dehidráz) felületén: a citokromról tudjuk már, hogy az O_2 a citokromoxidázon át visszaoxidálja, de mi történik a fumársavval? Az erős fumaráz gondoskodik arról, hogy akár fumársavból, akár almasavból kiindulva mindkettőnek egyensúlyi keveréke álljon rendelkezésre a sejtben: a két sav egymásba való kölcsönös átalakulása csak H_2O felvételével, illetve leadásával kapcsolatos. A fumársav és almasav között az a reakció megy végbe, hogy a fumársav az utóbbinak a rovására redukálódik vissza borostyánkőssavvá, azaz az almasav maga oxálecetsavvá oxidálódik: az almasav a malikodehidráz felületén lead 2 H-t, amit a szukcinodehidráz felületén a fumársav felvesz. A borostyánkőssav tehát újra redukálhatja a citokromot, de mikorára visszaoxidálódik fumársavvá, akkorára az oxálecetsavat a tápanyagok aktivált hidrogénjei visszaredukálták almasavvá: az almasav és fumársav között újra megtörténik a 2 H helycseréje, megint borostyánkőssav és oxálecetsav keletkezik, újból van mit oxidálnia a citokromnak és redukálnia a tápanyagok aktivált hidrogénjeinek. A C_4 -dikarbonsavak — a sejtek leghatékonyabb enzimeinek, a fumaráznak, szukcino- és malikodehidráznak a segítségével — azt a szerepet töltik be, hogy a tápanyag-hidrogéneket szállítják a citokrom redukálásához: rajtuk keresztül redukálódik vissza újra meg újra az $O_2 +$ citokromoxidáz által mindannyiszor visszaoxidált citokrom. A C_4 -dikarbonsavak katalitikus rendszerét az alábbi összeállítás tünteti fel:



Honnan kapja az oxálecetsav a hidrogéneket? Elsősorban is a triózfoszfát-ról (illetőleg annak hidratjáról). Ugyanazon enzim felületén, amelyen anaerob körülmények mellett a piroszőlősav redukálódott tejsavvá, most egy szerkezetiileg hasonló — éppen csak egy karboxilcsoporttal többet tartalmazó — vegyület, az oxálecetsav (= karboxipiroszőlősav) redukálódik. Ez magyarázza meg, hogy

aerob körülmények mellett tejsav nem keletkezik. De mi történik akkor a piroszólósavakkal, amelyek a foszforpiroszólósav foszfátjának mindig újabb hexózmolekulára való áteszterifikálása után ott maradnak? E vitás kérdésre még nem tudunk biztosat felelni: kétségtelen, hogy a piroszólósavhoz fűződnek azok a további reakciók, amelyekben újabb hidrogének szabadulnak fel, hogy szintén a C_4 -dikarbonsavakon keresztül végeredményben az elemi O_2 vízze való redukálására szolgáljanak. A triózfoszfát dehidráálásával hexózonként még csak egy O_2 redukálásáról adtunk számot, holott 6 O_2 -nek kell elhasználnia: azt sem tudjuk, hogy a cukor további bomlásának melyik közbeeső termékéről hasad le a CO_2 (valószínűleg itt is, mint az élesztőnél, egy karboxilcsoportból). Maga az oxálcetsav is dekarboxilálódik ugyan, de olyan kis mértékben, hogy csak azért veendő számításba, mert a C_4 -dikarbonsavak ezen az úton, még ha lassan is, elhasználnak, az élő sejtnek tehát rendelkeznie kell bizonyos forrásból való pótlásukhoz szükséges mechanizmussal.

Ha nem is ismerjük még azokat a reakciókat és közbeeső termékeket, amelyekben keresztül a glükóz teljes oxidációja, vagy az anaerob körülmények mellett keletkezett tejsavnak részben elégeése, részben glükózzá, illetve glikogénné való visszaalakulása végbemegy, SZENT-GYÖRGYI és munkatársainak a magyar tudományos kutatómunka dicsőségét szolgáló kutatásai alapján tiszta képünk van arról, hogy milyen úton jutnak el a tápanyagok aktivált hidrogénjei a molekuláris oxigénre, hogy a szervezet a víznek elemeiből való szintézisét energiaforrásnak — nem robbanásszerűleg, hanem reakciók hosszú láncolatán elosztva, a szükséglethez mindig finoman hozzászabályozva — használhassa fel.

Dr. Tankó Béla.

Néhány újabb adat a szenek ismeretéhez.

A kőszenek és barnaszenek anyagát szolgáltatató növényfajok meghatározása a növényöslénytan, az elszenesedés folyamatának felderítése pedig a szénkőzettan feladata. Bár ezeknek a tudományágaknak a kémiához nincs sok közük, mégis úgy vélem, hogy ha a kémikus a szenekről megfelelő képet akar alkotni magának, szintén rendelkeznie kell e tudományágak körébe vágó ismeretekkel és alkalmaznia kell szükség esetén módszereiket is.

Kinek figyelmét ne keltenék fel az ősnövények lenyomatai, melyek egymásik széndarabon láthatók? Néhány kőszénfajtaban (például a ruhrvidéki, saarvidéki kőszenekben) meglehetősen sűrűn lehetők ilyen lenyomatok, melyek néha kitűnő állapotban maradtak meg. Az óbudai gázgyárban jelenleg tekintélyes mennyiségben hasz-

nálnak fel a gázgyártáshoz ruhrvidéki szeneket. A szenek mintázása közben számos esetben kerültek kezembe olyan széndarabok, melyeken meglepő szépek voltak az ősnövények lenyomatai. A felvételek egy részét a mellékelt képeken mutatom be. (1—5. kép.)

A fiatalabb korú szenekben, a barna szenekben növénylenyomatok csak igen-igen ritka esetben lelhetők fel, inkább e szenek paláiban fordulnak elő. Kivételek a lignitek, melyekben néha tekintélyes nagyságú ősfatörzsek is találhatóak.

Még a kőszenekben is elég ritkák a lenyomatok, de rajtuk más jellegzetességek is észlelhetők. Ha kezünkbe vesszünk egy nagyobb kőszéndarabot, mindjárt észre fogjuk venni, hogy benne erősebben fénylő és fénytelen rétegek váltogatják egymást, sőt elég gyakran találhatunk olyan széndarabo-

kat is, amelyek felületén rostos szer-
kezetű, selymes fényű, bársonyos tapin-
tású, faszénhez hasonló réteg foglal
helyet. A szénkőzetben a fénylő



1. kép. *Sigillaria* törzsének részlete, jól láthatók a hatszögletű vagy kerek pecsét-
alaku levélnyomok. A középső kőszénkorszakban élt hatalmas fák, a mai korpa-
füvekkel hozhatók rokonságba.

szenet vitritnek, a bágyadt fényűt vagy fénytelen duritnak, a faszénhez hasonló szénféleséget pedig fuzitnak nevezik. Barnaszeken ezeket a szénféleségeket szabadszem-

mel vagy csak nehezen vagy egyáltalán nem tudjuk megkülönböztetni, ehhez mikroszkóp szükséges.

A szenek mikroszkópiai vizsgálata nagyon sokféleképen lehetséges.



2, kép. *Sigillaria* törzsének részlete.



3. kép. *Sigillaria* törzsének részlete.

A vizsgálathoz való előkészítésnek a legelterjedtebb módja az, hogy a szenekből vagy vékony csiszolatokat vagy úgynevezett relief-csiszolatokat készítenek. A vékony csiszolatok készítésekor, minél vékonyabb, illetőleg minél átlátszóbb csiszolat előállítása a főcél. A relief-csiszolat lemezkéje vastagabb is lehet, nem szükséges, hogy átlátszó legyen. Az előkészítéskor főleg arra kell ügyelni, hogy minél tökéletesebben csiszolt legyen a felület; ha ezt elértük, következik a csiszolt felületnek a maratása vagy felületi el-

hamvasztása. A maratáshoz legmegfelelőbb a fluorsav és kénsav keveréke, a felületi elhamvasztáshoz pedig kisebb fujtatóláng. Az így kezelt csiszolt felületen azután a szenet alkotó anyagok jellemző domborzati képei (reliefjei) tűnnek elő.

A vékony csiszolatok készítése rendkívül nagy kézügyességet és türelmet igénylő, fárasztó művelet, mert minél tökéletesebb vékony csiszolatot akarunk készíteni, annál nagyobb a veszély, hogy a csiszolandó anyag a csiszolás közben szétaprózódik. Éppen ezért a legtöbb szénfajtát a vékony-csiszolat készítése előtt különleges kezelési módnak kell alávetni. (Például kanadabalzsamban kell főzni, alkoholos sellakk-oldattal kell kikészíteni stb., hogy a csiszolás közben való szénporlódást megakadályozzuk).

A vékony csiszolatok segítségével a vitrit, durit és fuzit szerkezeti sajátosságai jól tanulmányozhatók. A vitrit, a csiszolat vastagsága szerint, sötétebb vagy világosabb barnaszínű, melyre még hasadozottsága jellemző. Anyagát repedések járják át, a repedések elrendeződésében azonban bizonyos szabályosság észlelhető. A repedések a száradó anyag zsugorodásának következtében keletkeztek. A kőszenek alkotórészei közül a vitritnek van a legjobb kokszolódó képessége és a legnagyobb tiszta szénre számított karbontartalma. A vitritben a szénnek a hidrogénhez való arányszáma nagyobb mint a duritban. A vitritnek kimonodottan kagylós törése van, és minél nagyobb az elszenesedési foka, annál fénylőbb a felülete (6. és 7. kép).

A duritra jellemző bágyadt fénye, sőt többnyire fénytelen felülete. A vitritnél keményebb, azért is nevezik duritnak. Hidrogéntartalma nagyobb, mint vitrité. Vékony csiszolati képén a durit legtöbbször átlátszatlan tömegnek látszik (opak durit). A duritra különben jellemző spóragazdagsága. Megfigyelték, hogy valamely kőszén annál silányabb kokszot ad, minél nagyobb a mikrospóra tartalma. A durit nem kokszolódik, a kokszolási próbánál por marad vissza. A durit hamutartalma a vitriténél nagyobb.

A fuzitra a rostos szerkezet, a fa-szénre emlékeztető külső jellemző. Vékony csiszolatát mikroszkóppal vizsgálva, a fasejtek többnyire jól láthatók

benne. A három szénalkotórész között többnyire a fuzit hamutartalma a legnagyobb. Tiszta széntartalma néha még a vitriténél is nagyobb. Egyáltalán



4. kép. *Lepidodendron* törzsének részlete; jól láthatók a spirális helyzetű pikkelyek, melyek lehullott levelek nyomai. Szintén a kőszénkorszakban élt hatalmas fák, a mai korpafüveknek ősei.

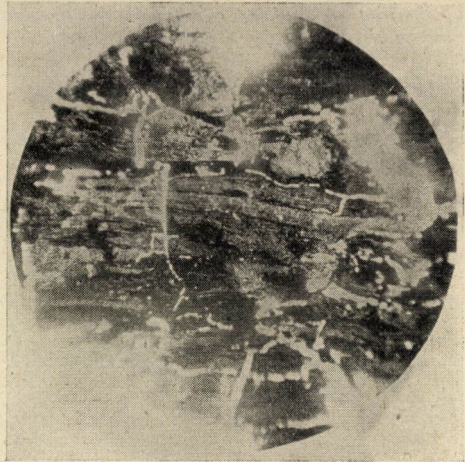
nem koksizálódik. Keletkezésére vonatkozólag régebben azt hitték, hogy erdőtüzek következtében keletkezett faszénnek maradványa, újabb kutatók



5. kép. *Lepidodendron* törzsének részlete saarvidéki szénből.

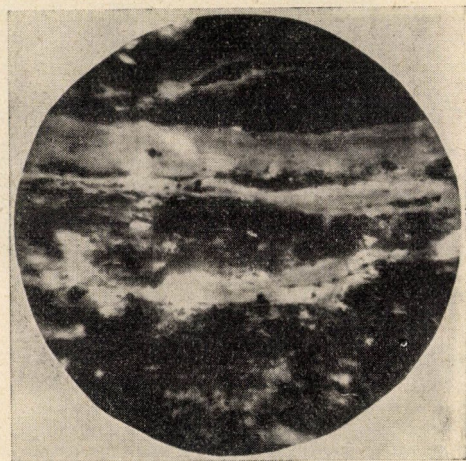
azonban ezt a feltevést kétségbevonják.

Az alábbi táblázat egy ruhrvidéki aknászénből kiválogatott vitrit, durit és fuzit részletek vegyvizsgálati adatait tartalmazza, az óbudai gázyár laboratóriumának eredményei alapján.

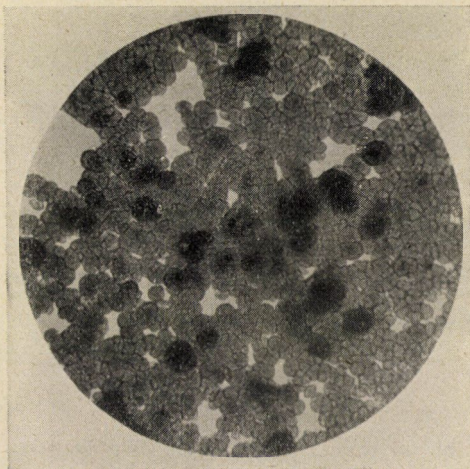


6. kép. Vitrit ajkai szénből.

Szénfésesség	Vitrit	Durit	Fuzit
Nedvesség % ..	1·23	0·84	1·00
Hamu %	2·58	29·33	11·91
Éghető %	96·19	69·83	87·09
Koksz %	69·83	61·55	85·86
Fix carbon % ..	67·25	32·22	73·95
Illó %	28·94	37·61	13·14
Koksz jellemzése:	fuvódott, szilárd	silány, repedezett	por marad.
<i>A nedvesség és hamu- mentes szénben:</i>			
C %	87·94	77·39	92·85
H %	5·49	4·45	2·92
$\frac{H}{C} \times 100$	74·1	68·4	43·0



7. kép. Vitrit és durit ajkai szénből.



8. kép. A pécsi szénben előforduló hosszukás cipóalaku zárványsejtjei. (Tömény salétromsavval és káliumkloráttal kezelt szénből. Kb. 150-szer nagyítva.)

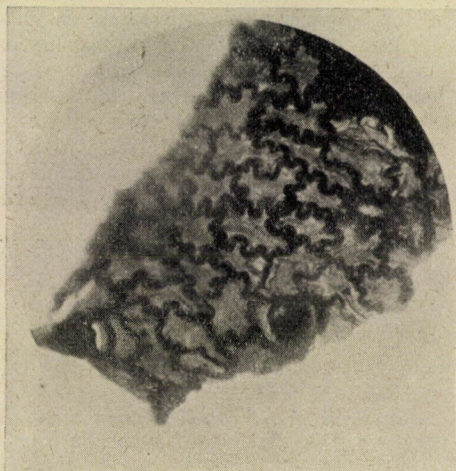
Az ajkai szénből készített néhány vékonycsiszolatnak mikroszkópi képe a 6. és 7. képeken látható.

A csiszolatok készítésénél kevésbé fárasztó módszer az úgynevezett „maceráció“. Célja, hogy az elszenesedés következtében átlátszatlaná lett anyagokat ismét átlátszóvá tegyünk, amit különféle erősen oxidáló savakkal való kezeléssel érhetünk el.

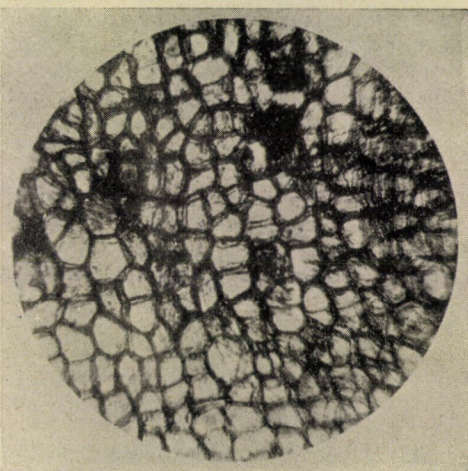
Az oxidálás következtében az elszenesedett anyag molekuláiba oxigént veszünk be, pótolva az elszenesedés következtében elvesztett oxigént, miáltal az anyag újból átlátszóvá lesz. A sav, közömbösítése és a huminanyagok kioldása céljából az oxidálás után még alkáliakkal (ammoniával vagy nátronlúggal) való kezelés is szükséges. A lúggal kioldott huminanyagokat azután vízzel mossuk ki. A maceráció szintén nagy gyakorlatot igénylő művelet és rendszerint igen hosszadalmas.

A macerációnál sem az időtartamot, sem pedig azt, hogy melyik oxidáló szer fog célunknak a legjobban megfelelni, előre megszabni nem lehet, ezt mindig a vizsgálandó szén viselkedésének megfelelően kell megválasztani, tehát külön-külön ki kell kísérletezni. Macerációval olyan készítmények állíthatók elő, melyek átlátszósága olyan nagyfokú, mintha valamely élő növényből készítettünk volna mikrotommal metszeteket. A maceráció hátránya azonban az, hogy csak azok az anyagok maradnak épek, melyek az alkalmazott erős vegyszerek roncsoló hatásának ellen tudtak állani. Sajnos, bizony néha nagyon kevés az az anyag, amit a szénből ilyen módon elő tudunk állítani.

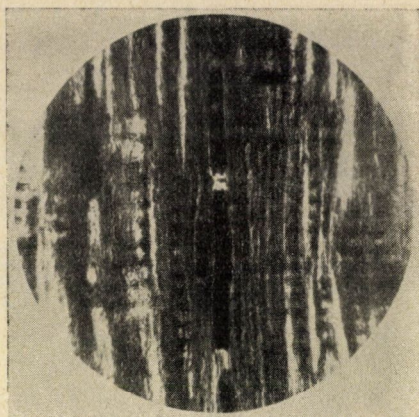
Mint mondtuk, a macerációval készített praeparatumban a növényi sejtek, spórák, bekérgező anyagok stb.



9. kép. Epidermisz-sejtek nagymányoki szénben.



10. kép. Dorogi szénből készült csiszolaton látszó alapszövet.



11. és 12. kép. Várpalotai szénből készült csiszolat; sejtek, baloldalt keresztmetszetben, jobboldalt hosszmetsetben.

igen tisztán láthatók. A készítmény képe azonban sohasem egyezik a vékony csiszolatok képével, ennél fogva a vékony csiszolatok és macerációs készítmények rendeltetése más és más.

A vékony csiszolatok segítségével a vitrit, durit, fuzit jellegzetes sajátosságai jól tanulmányozhatók, sőt, ha a vékony csiszolat elég jól sikerült, sejtrészletek és egyes spórák is láthatókká lesznek. Ezzel szemben a macerálással előállított készítményeken a vitrit, durit nem látható. A vékony csiszolatok tehát inkább a szeneket felépítő anyagok elszénesedési folyamatáról adnak tájékoztatást, viszont a macerációs készítmények annak a növényzetnek sejtjeit, spóráit tárják elénk, melyekből a szén keletkezett, néha feltárják az ősnövényzet elbomlási folyamatát előmozdító gombákat és spóráikat is.

Az óbudai gázgyár laboratóriumában eddig pécsi, felsőgallai, dorogi, nagymányoki, nagybátányi, egercsehi és várpalotai hazai szeneket vetették alá macerációs vizsgálatoknak. A vizsgálendő szeneket a Schulze-féle macerációs folyadékkal (kálium-klorát tartalmú tömény salétromsav) kezeltük. A vizsgált szenekből előállított készítmények mikrofotografiáit a 8–10. képek szemléltetik.

A várpalotai lignitben előforduló fás részletekből sikerült mikrotommal is metszeni készítményeket. Az anyagot a metszés előtt természetesen megfelelő

vegyszerekkel kellőképpen meg kell puhítani. (11. és 12. kép.)

Mint hogy számos növény sejtjei hasonlítanak egymáshoz, ennél fogva a képek alapján majdnem lehetetlenség eldönteni, hogy melyik is az a növény, melynek sejtjeit láthatóvá sikerült tennünk. Ennek a kérdésnek eldöntése céljából még számos készítményre volna szükség. A feladat már nem a vegyész, hanem a botanikus munkakörébe tartozik.

Érdekesnek tartom felemlíteni, hogy eddigi vizsgálataink során még egyszer sem fordult elő, hogy valamelyik szénfajtában olyan sejtípust találtunk volna, amelyik a másokban is előfordult volna. Lehet azonban, hogy ez csak véletlen. Nézetem szerint azonban nagyon valószínű, hogy mindegyik szénfajtának főtömegét csak egy bizonyos növény vagy faféleség alkotja és ezért van az, hogy a macerációval főképpen csak ennek a sejtjeit sikerül elkülöníteni.¹

Dr. Sümegi László.

¹ Köszönetet kell mondanom NAGY ZOLTÁN kártársamnak, aki a praeparatumok készítésében segítségemre volt és szíves volt a mikrofotografiákat elkészíteni, ezenkívül DR. SÁRKÁNY SÁNDOR gimnáziumi tanár, tudományegyetemi tanársegéd úrnak, aki szíves volt az egyes sejtek mineműségét meghatározni és EDELSTEIN MIKSA vegyész-mérnök úrnak, aki az ajkai szén magakészítette vékonycsiszolatait szíves volt rendelkezésemre bocsátani.

A nagyothallás és a hallásjavító készülékek.

Gyakran hallani azt a véleményt, hogy a fülészet még elég messzire el lehet maradva a természet mögött, mert a nagyothalláson máig sem tud olyan egyszerű és hatékony eszközzel segíteni, amilyen a szemüveg. Bármennyire indokoltnak látszik is első pillanatra ez a vélemény, ha jobban utána járunk, azt látjuk, hogy a hallásjavító eszközökkel sok esetben nagyobb eredményeket érünk el, mint a látásjavító szemüveggel.

Hogy ezt megérthessük, fel kell idéznünk emlékezetünkben érzékszerveink szerkezetének lényegét. Az érzékszerv zavartalan működéséhez elengedhetetlenül szükség van az ingereket felfogó érzősejtekre, a vezető idegpályára és agyi központra, hol az inger tudatossá válik. Az alacsonyabbrendű érzékszerveknél ezeknek a részeknek épsége elegendő is, hogy rendes érzés létrejöhessen, mert az érzést előidéző inger közvetlenül hat az érzékszerv érző sejtjeire. Például a meleg vagy fájdalomérzést létrehozó inger közvetlenül hat a bőr idegvég-készülékeire vagy az ízérzést létrehozó oldat a nyelv ízérző papilláira.

Másként áll a dolog a magasabb érzékszervekkel, a szemmel és a füllel. Mielőtt a fénysugár az ideghártyához jut, közbeiktatott képleteken: a szemgolyó szaruhártyáján, lencséjén és üvegtestén halad át és közben iránya megváltozik. Az ideghártya előtti részek tehát sem lényegében meg nem változtatják, sem meg nem erősítik a fénysugár erejét, csak útját módosítják s így lehetővé teszik a pontos látást. A szemüvegnek az a feladata, hogy ezen közbeiktatott rétegek fénytörésében esetleg mutatózó hibákat kijavítsa.

Hasonló, bár sok lényeges pontban eltérő a hallószerv működése. A hang-ingeret felfogó hallósejtek: a fül érzősejtjei a belső fülben, két helyen hárttyás ablakkal megszakított csontos burokban, kettős folyadékrendszerben felfüggesztve foglalnak helyet. A belső fül szerkezete csigaalakú, amelynek különböző részei más és más hangokat fognak fel. A csiga csúcsában a legmélyebb hangok, az alapja felé haladva a mind magasabb, legszélesebb alapi részén pedig a legmagasabb hangok felfogására szolgáló sejtek foglalnak helyet.

A belső fül hangfelfogó szerepével szemben, a külső és közép fül szerepe mindössze a hangok gyűjtése, illetőleg átalakítása. A külső fül, azaz a kagyló és a hallójárat feladata majdnem kizárólag a hang összegyűjtéséből áll és csak kis mértékben erősítik a hangot rezonancia útján. Az ember külső fülének hang-erősítő hatása nem túlságos nagy, az állatvilágban azonban nagyobb. Mégis észrevehetjük a hang gyengülését, ha a külső fület kikapcsoljuk, úgy, hogy a kagylót képlékeny anyaggal kitöltjük. Sokkal nagyobb a középfül szerepe. A levegőrezgések, melyek a hangokat közvetítik, a kagylón és a külső hallójáraton át a dobhártyáig jutnak, ahonnan nemcsak egyszerűen továbbszállítódnak a hallócsontok láncolatán át a belső fül tojásdad ablakához, hanem újukban fontos változást szenvednek. Mindenekelőtt a dobhártya sajátos szerkezete és elhelyezkedése, valamint terhelési viszonyai következtében nagy hangterületet tud felerősíteni. Az emberi beszéd hangjai, az úgynevezett Schmiegelov-féle beszédzóna ($c_1 - c_3$)¹ hangjai is beleesnek a dobhártya ál-

¹ K. 259—1034 rezgésszám mpként.



felerősített hangok területébe. Azonban nemcsak erősíti a hangokat a középfül, hanem fontos szerepe van különösen a mély hangok vezetésében is. A magas hangok vezetése szempontjából kevésbé fontos a középfül ép volta, úgy, hogy akik műtét következtében dobhártyájukat is, hallócsontjaikat is elvesztették, a magas hangokat zavartalanul fel tudják fogni.

A dobhártya-hallócsontlánc sajátságos szerkezete révén a hangrezgések amplitudóját csökkenteni tudja, de ezzel szemben eleven erejüket fokozza. A belső fület elzáró ablakos rugalmas hártájához így kisebb, de nagyobb erejű kilengések érkeznék. Ez a berendezés megkíméli a hártáj rugalmasságát meghaladó túl nagy kilengésektől, amiben még különleges gátló berendezés is segíti a középfület. Ha ugyanis túlerős a hang, a hallócsontok izmai reflektorkusan megfeszülnek és a hallócsontok túlságos kilengéseit megakadályozzák. Ezzel a biztonsági berendezéssel a belső fül hártáj szerkezete meg van védve a túlerős hanghullámok esetleg romboló hatásával szemben. Természetesen túlerős hanghullámok (ágyúlövés, robbanás) még így is kiterjedt romboló hatást okozhatnak a belső fülben.

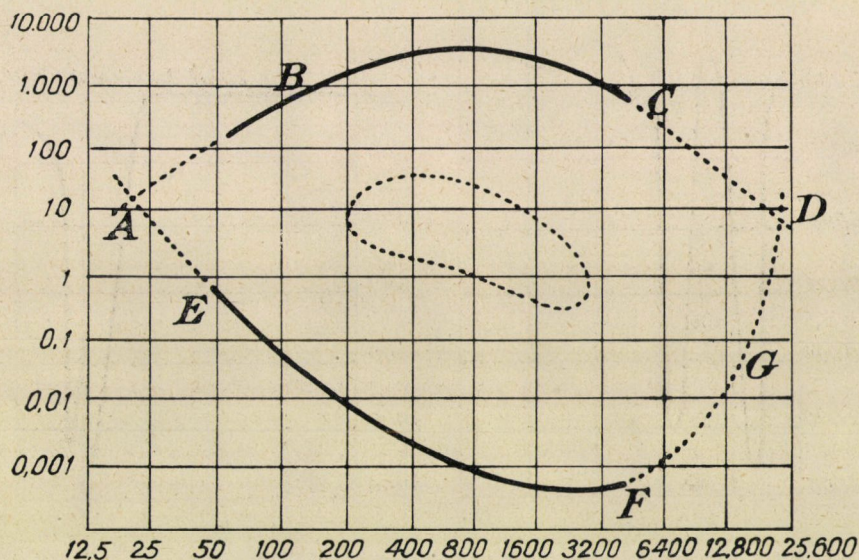
A középfül működése tehát nem merül ki a hang tovavezetésében, vagy irányválttatásában, mint a szemé a fénysugarak irányításában, hanem fontos átalakító, részben erősítő, szükség esetén gyengítő hatása is van, amely a hangot a belső fül érzősejtjei számára, hogy úgy mondjuk, legalkalmasabbá teszi. Az ideális hallásjavító készüléknek tehát mindeme feladatot meg kellene oldania, a mi lényegesen nagyobb feladat, mint a szemüvegnek a fénysugár irányát helyesbítő hatása.

Ha a középfül megbetegszik, a nagyothallás nem fog ezek szerint egyenletesen kiterjedni a hangok egész skálájára, mely, mint tudjuk, embernél körülbelül nyolc oktávot, vagyis 20—20.000 rezgésig terjedő hangokat ölel fel. A mély hangok felfogása, melyben a középfülnek nagyobb szerepe van, jobban fog szenvedni, mint a magas hangoké. Ezzel szemben a magas hangok felfogásának erősebb romlása jellemző a belsőfülmegbetegedésre, mert ilyenkor éppen ellenkezőleg, először a csiga alapján lévő érzősejtek betegszenek meg, melyek, amint mondtuk, a magas hangokat fogják fel. A hallásromlásnak e két fő típusán kívül vannak ritkább megbetegedések is, amikor valamennyi hang egyformán szenved, vagy a hangkiesés szigetyszerű.

A nagyothallóknak rendszerint két nagy csoportjával van dolgunk: a középfülbántalmas nagyothallókkal, kik elsősorban a mély hangokat és a belsőfül megbetegedésben szenvedőkkel, kik leginkább a magas hangokat hallják hiányosan. Minthogy a nagyothallók főleg a beszéd hiányos megértése miatt szenvednek, a középfülbántalomban szenvedők aránylag jobb helyzetben vannak, mert a beszéd megértéséhez a mély hangok hallása kevésbé fontos. De a magas hangok gyengülésével sem válik a beszéd megértése azonnal lehetetlenné; a természet olyan bőkezű volt, hogy eredeti hallóképességünknek egy századára kell csökkennie, hogy lényeges megértési zavarokat okozzon. Kísérletek kimutatták, hogy teljesen csendes, zárt helyen, például lovaglópályán, a suttagást a rendes fül még 30 méter távolságból is megérti. Zajos helyen természetesen sokkal kisebb lesz a hallástávolság; még inkább csökken, ha egyszerre többen beszélnek és így figyelmünket meg kell osztani. Egyrészt a hallószervnek ez a

nagy alkalmazkodó képessége, másrészt társadalmi szempontok az okai annak, hogy a nagyothalló csupán hallásának igen lényeges csökkenése esetén, ha már csak 1—2 méterről érti meg a beszédet, szokott orvoshoz fordulni és szánja rá magát hallásjavító készülék használatára.

Mielőtt rátérnénk az egyes fülbántalmak alkalmával fellépő hallásrosszabodás ismertetésére és azokra az eltérésekre, melyeket a beteg fül hangfelfogóképessége az egészséggel szemben mutat, ismernünk kell a rendes hallószerv hangfelfogó képességének határait. Nemcsak azt kell tudnunk, hogy milyen hangokat tud hallószervünk felfogni, hanem azt is, hogy melyik az a legkisebb inger, amelyik hallószervünkben már a hang érzetét kelti.



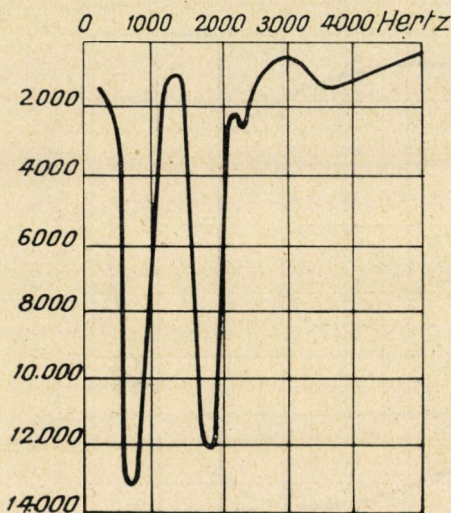
1. ábra. A hallási görbék és a hallási terület. A kihúzott vonalak kísérleti eredményeket ábrázolnak, a pontozottak önkényesek.

Annak a legkisebb hangingernek pontos mérése, melyet az egészséges fül még felfogni tud, egyike a fülészet legnehezebb feladatainak, mert a hangrezgés amplitudójából még nem tudunk a dobhártyát érő ingerek erősségére következtetni. Többen végeztek újabban méréseket, amelyek a küszöbértékeket illetően, egymástól elég nagy eltéréseket mutattak. De az a görbe, mely a különböző hangmagasság küszöbértékeit összekötötte és bennünket elsősorban érdekel, — nagyjában egyező volt. A vizsgálathoz WIEN szabadon álló telefont beszéltetett a térbe és azt az energiát számította ki, mely ebből a hallójáratba jutott. Amerikai kutatók a telefont a fülkagylóhoz szorították és kiszámították azokat a dobhártyaelmozdulásokat, melyeket a telefon lemezének megmért elmozdulásai kiváltottak.

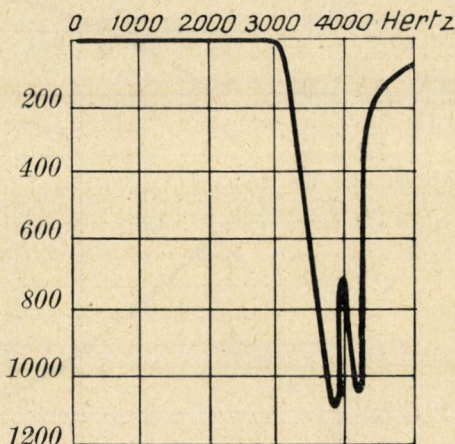
Az 1. ábrán a vízszintes tengelyen vannak a hangmagasságok feltüntetve, úgy, hogy minden következő rezgésszáma a megelőzőnek kétszerese. A függőleges tengelyen találjuk a küszöbértékeket, din/négyzetemben fejezve ki a

dobhártyán észlelhető nyomást; 1 dyn kb. 1 mg súlyával egyenlő erő. A küszöbértékeket az alsó A E F G D görbe mutatja, míg a felső A B C D görbe a hangerősségnek azt a felső határát jelzi, mely mellett a légrezgéseket még mint hangot fogjuk fel. Ezekon a határokon túl, mint a gyakorlat mutatja, nem hangot hallunk már, hanem a túlerős rezgést, mint fájdalmat, vagy mély hangok esetén, mint bizsergetető érzést fogjuk fel. Hallóképességünknek tehát mind lefelé, mind felfelé is meg van a maga határa. A görbék által határolt terület a hallási terület.

A következő 2. és 3. ábra egy közép- és egy belső fülmegbetegedésben szenvedő egyén hallásreliefjének küszöbértékeit ábrázolja. Ezekon az ábrákon az



2. ábra.



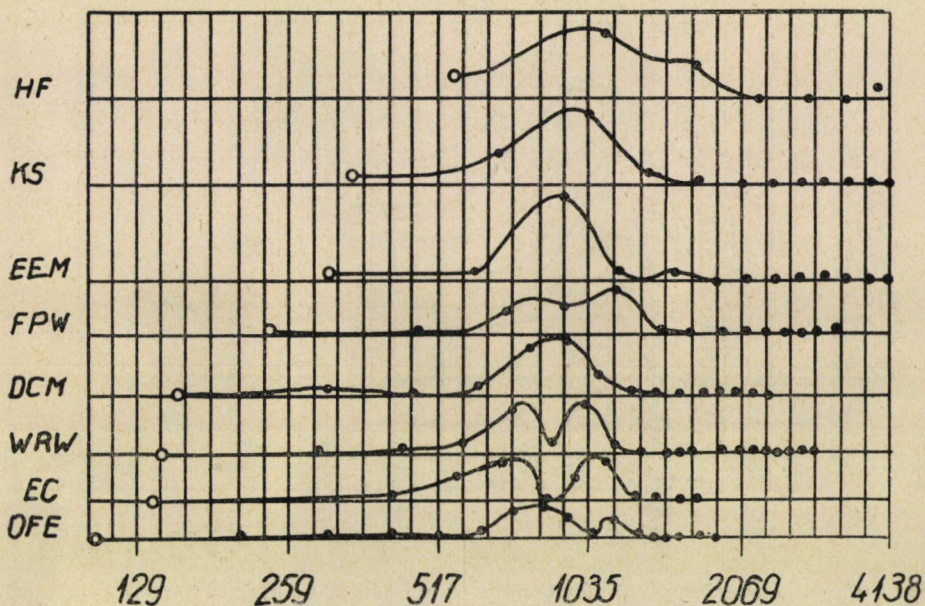
3. ábra.

A vízszintes sor számai a hangok rezgésszáma másodpercenként. A legfelső vízszintes vonal az egészséges fül küszöbértékeit ábrázolja (az 1. kép alsó görbéjének felel meg). A függőleges oszlop számai a hangerősséget jelentik az említett egységben.

egészséges fül küszöbértékeit az ábra felső részén lévő vízszintes vonal tünteti föl és a halláscsökkenés abban jut kifejezésre, hogy ez az egyenes, a halláscsökkenés mérve szerint mindjobban lefelé görbül. Mint látható, sem a külső, sem a középfülbántalmak hallásreliefjének nem felel meg egy egyszerű vonal, hanem ez a görbe egyenként igen változó hullámokat mutat, amint ezt különösen a második ábrán látjuk, melynek legmélyebb pontja korántsem esik össze mindig a legmélyebb hanggal.

De ha csupán a hallásrelief alapján következtetnénk egy megfelelő hallókészülék szükségességére, úgy kellene eljárunk, hogy a középfül megbetegedésekor elsősorban a mély, a belső fül megbetegedésekor pedig a magas hangokat erősítsen meg a hangkiesésnek megfelelően. A gyakorlatban azonban ez nem így van, aminek oka az emberi hang sajátosságaiban rejlik. A magánhangzóknak és a mássalhangzóknak ugyanis a beszélő hangjának minősége szerint változó alaphangjai és felhangjai vannak. A rendes felhangok az alaphangnak mindig

egyszerű többszörösei és az egyes magánhangzókban egyéenként változó magasságúak és erősségűek. Az olyan emberi hang, amelyben sok a felhang, ép úgy, mint bizonyos hangszerek (zongora, hegedű) sok felhangú hangja, teltek hallatszík, ellenkező esetben a hang üres, mint a fuvola és a fúvóhangszerek hangja. Azonban már HELMHOLTZ felismerte, hogy az emberi beszéd hangjainak a rendes felhangokon kívül még olyan felhangcsoportja is van, amely nincs összefüggésben az alaphanggal és az egyes magánhangzókra jellemzően majdnem állandóan ugyanaz, akármilyen hangmagasságot használ is a beszélő. Ezek a rendkívül magas különleges felhangok, melyeket formánsoknak nevezünk,



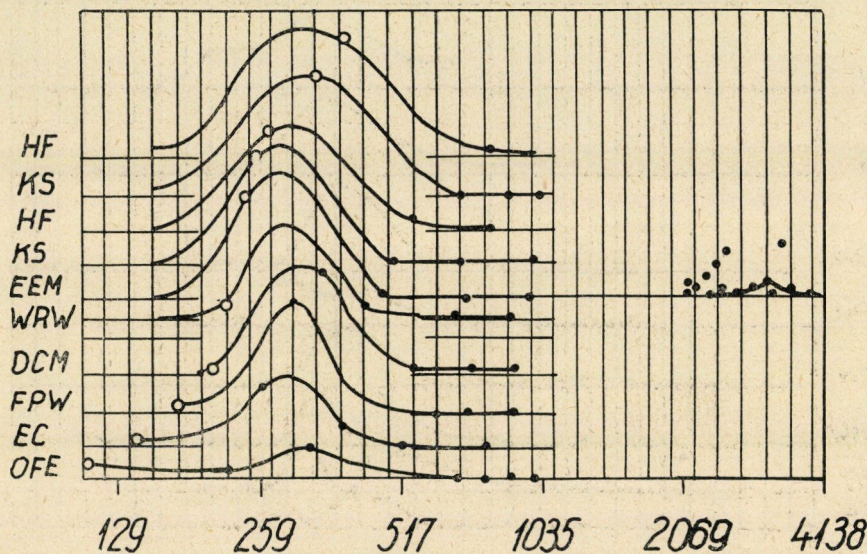
4. ábra. Az *a* magánhangzó formánsai a különböző hangterületeken. A vízszintes számok a hangok rezgésszámai mp.-enként. A függőleges betűk a különböző hangterületek, pl. a HF szoprán (lányok), az OFE basszus stb.

a beszéd megértéséhez nélkülözhetetlenek. HELMHOLTZ feltevését annak idején rezonátorokkal igyekezett igazolni, de csak napjainkban sikerült korunk tudományos eszközeivel, kondenzátormikrofonokkal és oszcillográfokkal teljesen bebizonyítani. Ezekkel az eszközökkel azután mind a magán-, mind a mássalhangzókat sikerült pontosan megelemezni és összetevődésüket rajzban ábrázolni.

A 4. ábra az *a* magánhangzó formánsait tünteti föl, különféle magasságú hangnemekben. Látjuk, hogy ezek a szoprántól a basszusig majdnem azonos magasságúak, legnagyobb rezgésszámuk mindig 1000 körül van. Az 5. ábrán a német nyelv nyílt magánhangzóinak formánsait látjuk. Érdekes, hogy a legmagasabb alaphangú *i* hang formánsainak a maximuma 300 körül mozog; mellettük még egy igen magas formáns csoport van körülbelül 3000 rezgésszámmal. (4. és 5. ábra.)

A formánsok fontosságát BRÜNING a német fülorvosok bécsi nagygyűlésén egy általa szerkesztett készülék segítségével gyakorlatilag is szemléltette. A készülékkel tetszés szerint meg lehetett erősíteni bizonyos hangokat, másokat pedig ki lehetett rekeszteni. Kiderült, hogy ha az 5000 rezgésszámig rekesztjük ki a hangokat, a beszéd érthetősége már csökken, 3000 rezgésszámig kirekesztve a hangokat, az érthetőség erősen szenvedett, ezt folytatva 2000 rezgésszámig a beszéd teljesen érthetlenné vált.

Mindebből az következik, hogy a nagyothalló hallása nemcsak mennyiségileg csökken, hanem a beszédet minőségileg is megváltozva hallja. Az a beszéd, amelyet a nagyothalló meghall, olyan mint egy idegen nyelv, amelyet a nagyot-



5. ábra. Az *i* magánhangzó formánsai. A vízszintes számok a hangok mp.-kénti rezgésszámjai. A függőleges betűk a különböző hangmagasságok, pl. a H F szoprán (leányok), az O F E mély basszus.

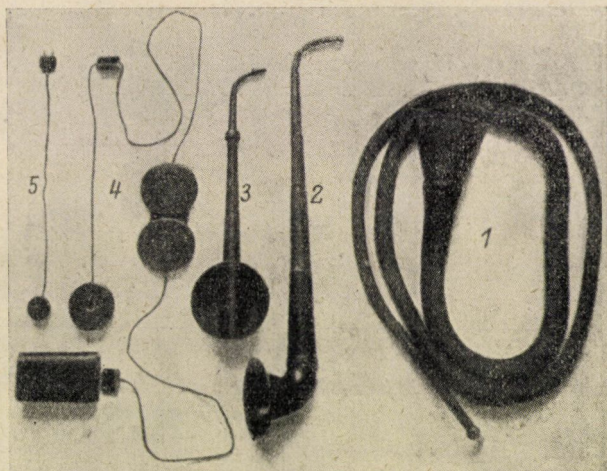
hallónak meg kell tanulnia, hogy megérthesse, amiben igen sok van a beteg kombináló képességére bízva. Ha a nagyothallónak hiányzik ez a képessége, sohasem fogja az új nyelvet megtanulni. Egyszerű megoldás lenne, ha az egyén halláscsökkenésének figyelembevételével olyan készüléket tudnánk szerkeszteni, amely a formánsok tartományát különösen megerősítené. Sajnos, ilyen készülékkel eddig még nem tudott a technika bennünket megajándékozni, mert a hangerősítőnek használt eszközök rezonálása bizonyos korlátokhoz van kötve.

A legeszményibb hallásjavító eszköz olyan lenne, amely amellet, hogy a c_1 – c_3 hangtartományt, amelyben az emberi beszéd hangzóinak alaphangjai is fekszenek, a legjobban megerősítené és amellet a formánsok érthetőségét is megőrizné és a hallászavart okozó fülbántalomra is tekintettel lenne.

A régebbi hallásjavító eszközök elég egyszerűek voltak, de mióta a technika erre a feladatra is reávetette magát, se szeri, se száma a legkülönbözőbb faj-

táknak. Sajnos, éppen sokféleségük bizonyítja azt, hogy eddig nem sikerült még a feladatot kielégítően megoldani. A legrégebb és legegyszerűbb hallásjavító eszköz a hallócső. (6. kép.) Egyszerű rugalmas cső, egyik végén tölcserrel, melybe a beszélő beleszól, míg másik, illesztékes végét a nagyothalló hallójáratához emeli. Jelentősebb hangerősítő hatása nincs. E hátránya mellett, mely csak kisebb fokban nagyothallók részére teszi alkalmassá, nagy előnye, hogy teljesen hűen adja vissza a beszédet, nem torzítja el.

A következő eszközök hangerősítő hatásukat részben nagyobb hangmennyiség összegyűjtésével, részben a készüléknek már bizonyos fokú rezonáló hatásával gyekeznek elérni. Számuk beláthatatlan nagy. Az előbbieknél két főfajtája van: a hangszóróhoz (megafonhoz) hasonló tölcseralakú és a kanál-



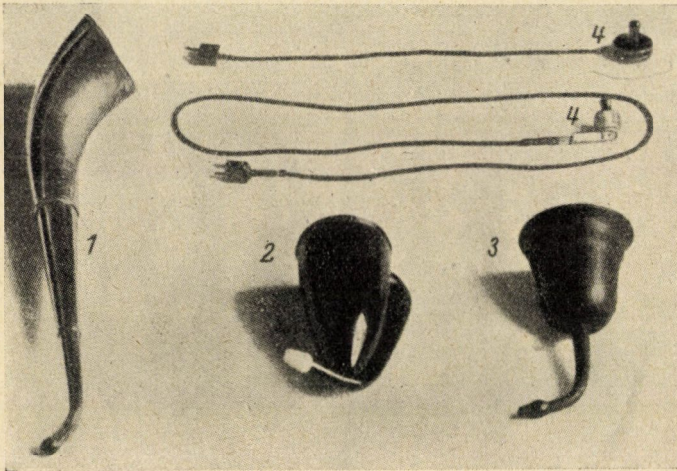
6. kép. 1. Duncker-féle hallócső. 2. Halló-pipa. 3. Guye-féle hallókanál. 4. Elektromos halló-készülék és hozzávaló kisebb hallgató(5).

alakú. A tölcseralakú átlagban nyolcszorosára erősíti a hangot, legnagyobb teljesítményét az a_1-c_3 hangtartományban¹ éri el. Hátránya, hogy csak mérsékelten erősíti a hangot és hogy a legjobban megerősített hangoktól az átmenet a gyengébben erősítettek felé nagyon hirtelen. A kanálalakú eszközök erősebb hatást fejtenek ki. Számos mintájuk közül megemlítem a Siebenmann-féle csövet, melynek hangerősítő hatása 9–14-szeres (7. kép). Előnye, hogy az eszköznek saját hangjait keresztalakú falak erősen letompítják, miáltal hangerősítése egyenletesebb lesz.

Ez az eszköz már átvezet azokhoz, amelyeknek hangerősítő-hatása rezonáló hatáson alapszik. Egyik fajtájuk a kanálalakú, melynek legsikerültebb mintája a Guye-féle kanál (6. kép, 3), a másik a paraboloid-típus (7. kép, 2). A Guye-féle kanálnak van egy megnagyobbított kagylóként szereplő tágulata, mely a hangot nagyobb területről gyűjti össze és az összegyűjtött hangot egy szemben lévő falra veri vissza, ahonnan megkeskenyített csövön át a hallójáratba kerül. Hangerősítő

¹ A 435—1035 rezgésszámú tartományban.

hatása átlagosan 18-szoros. Előnye, hogy legjobban éppen a beszédterületre eső hangokat erősíti, ahol két rezonáló maximuma 34-szeres és 65-szörös erősítést ér e^1 , míg a hangok alsó tartományában az erősítés csak 2–6-szoros; további előnye, hogy a hirtelen bekövetkező erősítésbeli különbségek elkerülhetők vele. Mint-hogy főleg a magas hangokat erősíti, elsősorban a belfül megbetegedéseiben szenvedők használhatják. A kanálalakú eszközökkel ellentétben a paraboloidalakúak inkább a mély hangokat erősítik $C_1 - a_1 \cdot ig^2$ és így ezeket inkább a középfül bántalmaiban szenvedők használják. Harangalakú falai a hangokat összegyűjtve egy pontra verik vissza, ahonnan egy kis csésze a hallójáratba vezető csőbe irányítja őket; előnyös tulajdonsága, hogy a mellékzörejek száma csekély s a hangot nem torzítja.



7. kép. 1. Siebenmann-féle hallókürt. 2. Parabola-keresztmetszetű hallótölcsér. 3. Harangalakú hallótölcsér. 4. Kicsiny elektromos hallgatók.

A mechanikus eszközök a villamos eszközök mellett újabban kezdenek háttérbe szorulni, ami nincs egészen rendjén. Mert ha nagyobb is a hangerősítő hatásuk, — 80-szoros, sőt még ennél is több, — annyi a hátrányuk, hogy sok beteg számára hasznavehetetlenek.

Valamennyiüknek lényeges alkatrésze, épúgy mint a távbeszélőnek, a mikrofon, amelynek segítségével a levegőhullámok a villamos áramban intenzitásbeli változásokat idéznek elő (6. kép, 4). Másik lényeges alkatrészük a telefon, amely a villamos energiát felerősítve ismét levegőrezgésekké alakítja. A mikrofonhoz egy 2–4 voltos száraz elem adja az áramot. E közönséges mikrofon lemezére eső hanghullámok megváltoztatják a szénzemeckék érintkezését és egyúttal a mikrofon ellenállását is, tehát a rajta keresztülhaladó áramban ingadozásokat okoznak. Ez a változó intenzitású áram kerül a fülön levő telefonmembránhoz, amely ismét felerősített hanghullámokká alakítja vissza. A készülék száraz elemét a beteg zsebében hordhatja, honnan vezetékek mennek a mikro-

² A 32—435 rezgésszámú tartományban.

fonhoz, amely a hangokat felfogja ; a mikrofontól ismét vezeték megy a fül elé tartott telefonkészülékhez. A villamos készülék előnye, tetemes erősítőképességén kívül, hogy nem feltűnő, rúgóval a fejre erősíthető és a karokat szabadon hagyja. Legnagyobb hátránya a benne fellépő rezonancia, melynek következtében bizonyos hangok jobban erősödnek meg, mint mások. Ezen a bajon úgy igyekeztek segíteni, hogy finom lemezek alkalmazásával a rezonáló hangterületet megnövelték és a túlságos kilengéseket csökkentették. Másik hátránya a mikrofon szénszemecskéinek mozgása okozta finom recsegés, amelyet a telefonkészülékből is ismerünk. Ezt a recsegést teljesen megszüntetni még nem lehetett, pedig ha erősebben jelentkezik, annyira zavaró lehet, hogy a készülék hasznavehetetlenné válik. Kellemtelen a hangoknak a villamos készülékekben fellépő utórezgése is, aminek oka az, hogy a mikrofon szénrészecskéi tehetetlenségüknél fogva a hang elhangzása után nem kerülnek vissza eredeti helyzetükbe mindjárt. Az ilyen utórezgés villamos készülékekben harminc-egyvenszer olyan hosszú ideig tarthat, mint a mechanikus eszközökben. A jó villamos készüléktől meg kell követelni, hogy az utórezgést tűrhető mértékben letompítsa. Az is baj, hogy a villamos készülékeket a membrán csekély érzékenysége miatt csak kisebb távolságokra lehet használni. Ezért a kisebb mértékben nagyothallók, akik két méter távolságból amúgy is hallják a beszédet, a készüléknek nem látják hasznát, a nagyfokban nagyothallók ellenben, akik esetleg csak fél méter távolságból értik meg a beszédet készülék nélkül, meg vannak vele elégedve, hiszen hallótávolságuk két méterre bővült. A villamos készülékek tehát jók négy szemközti beszélgetésre, de színházban, hangversenyeken, gyűléseken már kevésbé alkalmasak. Az újabb, tökéletesebb szerkezetek már szép eredménnyel tudják az utórezgéseket és a recsegést csökkenteni, de megoldásra várnak még egyéb feladatok is, amelyek részben a fülbántalmaknak egyénien változó voltával, részben az emberi hangnak már említett sajátjaival, részben pedig magának a villamos készüléknek alaptulajdonságaival függenek össze.

Mielőtt ezekre rátérnék, megemlítem, hogy a gyógyműszaki ipar a nagyjában egyező rendszerű készülékeknek már egész sorát állította elő. Különösen az amerikai és a német gyáraknak sikerült olyan készülékeket előállítani, amelyeken az említett hibák már csak kisebb mértékben jelentkeznek. Ilyenek az amerikai „sonoton“, a német „bausophon“ és „audiophon“ és különösen a Siemens—Reiniger—Veifa-művek „phonophor“-ja, melynek drágább mintái már jelentős haladást mutatnak. Alkalmazásukban már tekintettel lehetünk a beteg hallásában egyénileg változó hiányokra, a BRÜNINGTÓL bevezetett szűrőcsövek felhasználásával pedig bármely hangot le tudunk tompítani. Ezzel az eljárással a beteg hallóreliefjének mintegy fordított képéhez jutunk és egyénileg beállított hallókészüléket tudunk előállítani. Ezeknek az ára azonban egyelőre rendkívül magas és olyan terjedelmesen nagyok, hogy általános elterjedésre egyelőre nem igen számíthatnak. De remélhető, hogy az utolsó évek nagyarányú fejlődése nem áll meg és mind az előbbieken tárgyalt fogyatékoságuk kiküszöbölésében, mind az egyénileg beállított készülékek egyszerűsítésében további eredményeket fogunk elérni. Igaz, hogy egy olyan hallókészülék, amely terjedelmének kicsiny volta mellett is zöreijmentes, nagy hatásfokú és egyénien beállítható, ma még csak jámbor óhaj. A hirdetésekben szereplő készülékek, melye-

ket a hallójáratban hordhatunk, csak játékszerek, de nem komolyan használható eszközök.

Bármily bizalommal nézünk is azonban a hallókészülékek jövője elé, az eredeti hang teljesen kifogástalan hű visszaadása és felerősítése olyan nehézségekbe ütközik, melyek a készülékek természetében rejlenek s amelyeken változtatni egyelőre nincs is reményünk. Ilyen nehézség a hangerősségnek tág ingadozásai aszerint, hogy szemben éri-e a lemezt a hang, vagy oldalról, vagy pedig éppenséggel hátunk mögött van a hangforrás. Ezzel a nehézséggel függ össze az a közismert tapasztalat, hogy egyetlen egyén beszédét hasonlíthatatlanul jobban értjük meg készülék segítségével, mint nagyobb társaságét, mikor a hangok különböző oldalról jönnek és a beszélők közben még helyüket is változtatják. Ezért hall a beteg rendszeren sokkal jobban a hallókészülék eladásával foglalkozó üzlet vizsgáló helyiségében, ahol csend uralkodik és vele szemben próbálják ki a készüléket, mint kinn az élet változó viszonyai között. Ezért ajánlatos is, hogy a készülék kipróbálásához a beteg magával vigyen valakit, vagy még jobb, ha néhány napra kipróbálás végett kölcsönveszi a készüléket. Minden készüléknek van még egy másik, eddig még ki nem küszöbölhető hibája, ez a hang visszaadásának pontszerűsége, illetőleg a térbeli visszaadás hiánya. Ugyanis minden hangerősítő készülék a különböző irányból jövő hangokat egy pontban (a lemezben) gyűjti össze és onnan adja, mintegy új hangforrásból tovább, pedig a hang térbeli elosztásának felismerése, melyet a két fület érő fáziskülönbség révén érzékelünk, különösen ha zenét hallgatunk, nem elhanyagolható tényező.

De ha ezen a téren nem látjuk is még egyelőre a megoldást, nincs kizárva, hogy a jövő meg fogja találni, amint az utolsó húsz év alatt, mely valóságos fénykora volt a hangtannak, az új felfedezéseknek egész sora követte egymást. Hiszen ez a kor ajándékozott meg bennünket egyebek közt az akusztikus messzelátóval: a rádióval és az akusztikus mikroszkóppal: a kodenzátor mikrofonnal és az oszcillográffal, mellyel a legfinomabb hangot is meg tudjuk elemezni.

Dr. Lorenz Hugó.

300 éves az első magyar tudományos rovar-tani munka.

A nemzetközi tudományos rovar-tani irodalom ARISTOTELES-hez szokta visszavezetni az eredetét. Utána majdnem két évezredes tespedés következik, hogy azután az utolsó kétszáz évben a természettudománynak ez az ága is, ismét hatalmasan fellendüljön.

Ez a dolgozat, amelynek a címlapját fényképmásolatban mutathatom be, 1637-ben, tehát éppen háromszáz évvel ezelőtt jelent meg Wittenbergában. Szerzője magyar ember, az abaújmegyei Perényből származó HORVÁT ANDRÁS, aki ezzel a munkával

doktori címet nyert és a magyar tudományos rovar-tan alapját vetette meg. 300 esztendő óriási idő a zoológia történetében. 300 évvel ezelőtt a zoológia a kőkorszakát élte, amikor megvetés átka nehezedett arra, aki természeti tárgyakon megfigyeléseket végzett. 300 évvel ezelőtt csak a legbátrabbak merészelték meg ARISTOTELES elfeledésre ítélt megfigyeléseit újra feleleveníteni.

A tudományos entomológia újraéledését a világirodalom az olasz MALFIGHI, a holland SWAMMERDAM és a svéd LINNÉ nevéhez fűzi. Ezek

munkái azonban jóval későbbi keletűek, így például LINNÉ híres műve 98 évvel később jelenik meg. Büszkék lehetünk rá, hogy a magyar tudományos rovartan csaknem egy évszázaddal előbb veszi a kezdetét.¹

HORVÁT ANDRÁS munkáját a Magyar Nemzeti Múzeum Széchényi Könyvtára egyetlen példányban őrzi. Az akkori idők szokása szerint latin nyelvű és annak a gróf NÁDASY FERENC országbírónak ajánlja, akit

Phys.
134d.

DISPUTATIO PHYSICA
De
INSECTIS,
Quam
DEO DUCE
In celeberrimâ Academia Vitebergensî
SUB
PRÆSIDIO
Clariss. & Excellentiss. Viri
Dn. M. JOHANNIS Sperlings /
Physic. Profefs. Publ. Laudatissimi, nec non Spectabilis Facult. Philos. amplifs. p. t. Decani, Præceptoris ac Promotoris sui. æternum colendi.
Publico Examine submittit.
ANDREAS HORVAT, PERENIENSIS HUNGARUS.
Ad diem 5. Jun. hor. à 7. mat.
In Auditorio majori

WITTEBERGÆ,
Typis AMBROSII ROTHII, Acad. Typogr.
Anno M DC XXXVII.

¹ Egyedül az olasz ALDOVRANDI előzte meg HORVÁT ANDRÁST. ALDOVRANDI U. „De animalibus insectis“ c. dolgozata 1602-ben, MALPIGHI A. „Dissertatio de bombyces és SWAMMERDAM G. „Biblia Naturae“ c. munkái 1669-ben, míg LINNÉ C. „Systema Naturae“ című műve 1735-ben jelentek meg.

mint Wesselényi-féle összeesküvés részeszt 1671-ben Bécsben lefejezték.

Dolgozata első fejezetében a rovarokkal általában fogalkozik, míg a további öt fejezetet egy-egy rovarfajnak szenteli. Ezek a fejezetek a méhről, a légyről, a hangyáról, a

pókról és a tetűről szólnak. Értekezését egy rövid összefoglalás fejezi be.

Lássuk már most milyen kérdések érdekelték. Kérdései között nincsen egyetlen sem, amely ma három évszázad után értelmetlenné, vagy akár csak kezdetlegessé vált volna. Hogyan lélekzenek a rovarok? Miért képes a legtöbb rovar két vagy több részre darabolva élni? Miért olvad meg a méhviasz a nap vagy a tűz melegétől? Hogyan magyarázható a hangyának az a képessége, hogy a szűkös idők beköszöntését megéri, nyáron gabonát gyűjt, nehogy inség idején elpusztuljon? Miért hagyják el a tetvek a haldoklót? stb.

Amíg kérdései józan probléma meglátásra vallanak, addig feleleteiben kiváló probléma megoldóképessége és éles kritikája domborodik ki. Megfigyelései alapján határozott biztonsággal száll szembe korának meggyökeresedett tévhitével, hogy piszokból élőlények keletkezhetnének, és kimutatja, hogy a tetvek sem a húsból, vérből, vagy a rothadékból, hanem megtermékenyített petéből, a serkéből kelnek ki.

HORVÁT ANDRÁS irodalmi munkássága nem zárul le ezzel a dolgozatával. Még kilenc más, főképp vallásfilozófiai értekezése jelent meg, az egyik még Wittenbergában, a többi pedig Magyar-

országon, ahova tanulmányai befejeztével még ugyanabban az évben, 1637-ben visszatér.

I. RÁKÓCZI GYÖRGY 1644-ben behelyezi a kassai ev. ref. egyházközségbe első lelkésznek, ahol egyúttal az ottani iskola igazgatója is. 1652-ben Trencsénbe távozott, de már 1656-ban Eperjesre hívják meg iskolaigazgatónak. Méltatói szerint hazáját féltve szerető, igen csendes, hitbuzgó ember volt, aki gyakran bezáratta magát a templomba, hogy magánosan, áhitattal imádkozhassék az Istenhez.

Erre az évfordulóra egy kis gyűrt cédula tett figyelmessé, amelyet a múlt évben elhunyt HORVÁTH GÉZA hagyatékának a rendezése közben találtam és amelyre a megboldogult évekkel ezelőtt a következőket írta: . . . „1937-ben lesz 300 éve, hogy HORVÁT ANDRÁS entomológiai értekezése megjelent. Ne feledkezzünk meg annak idején erről az évfordulóról és ünnepeljük meg az első magyar entomológiai dolgozat megjelenésének háromszázados évfordulóját.“

Őszinte örömmel és mondhatom nem csekély büszkeséggel tettem ennek eleget. Háromszázéves multunk első helyet biztosít számunkra nemcsak a tudományos entomológiában, hanem az egész zoológiában.

Dr. Tóth László.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A nőtényvakondoknak csak tavasszal van külső ivaranyílása. Nagyon érdekes adatokat közöl MATTHEWS HARRISON a nőtényvakondok ivarszervéről.¹ A vakondok (*Talpa europea*) ivari ciklusa más mint a legtöbb emlőse. Évente egyszer kölykezik, s ezt az időszakot leszámítva, az év nagyobb részében ivartalan. A hosszú ideig tartó nemi nyugalmat tavasszal vagy kora nyáron igen erős, de rövid ideig tartó ivaros időszak szakítja meg.

A nőtényvakondok külső ivarszervei a híméhez hasonlóak, a clitoris hosszú, penis-alakú; az utero-vaginális csatornának nincs külső nyílása. Ez a magyarázata annak, hogy a kellőleg ki nem oktatott preparátor kezéből legfeljebb csak tavasszal, az ivarzás idején kapunk nőtényjelzésű vakondokat is, amikor a vaginának külső nyílása is megvan, amely azonban ellés után újból bezárul, eltűnik. A nőtényvakondok, megfelelő gyakorlattal, boncolás nélkül is megkülönböztethető a hímétől. A hím nagyobb a nőténynél és ennek megfelelően a farka is hosszabb, de ezek

¹ Proc. Zool. Soc. London. 1935. 347—386. I.

a méretek nagyon egybefolyók. A hátsó láb mérete, a talp hossza azonban meglehetősen állandó mindkét nemnél, a nőtényé 18 mm, a hímé 19 mm hosszú; átmeneti méretek itt is lehetségesek. Kétségtelenül megállapítható az állat neme a clitoris és a penis hosszából, mert míg a clitoris hossza 3 mm (3–6 mm), addig a penis hossza 7 mm (6–10 mm). Egy másik megkülönböztető méret a hím és a nőtény között a clitoris vagy a penis töve és az alfelynyílás széle közötti távolság: a perineum hossza, amely a nőténynél az asexuális időszakban mindössze 3 mm (2–4 mm), míg a hímnél 8 mm (5–10 mm); a nőtény ivarzása idején a perineum 5 mm (4–6 mm) hosszú.

A nőtény belső ivarszerve, a méhszarvak és az uterovaginális csatorna, ivarzás idején feltűnően erősen meghosszabbodik és megszélesedik, megduzzad, míg az ellés bekövetkezése után hirtelen újból összezsugorodik. A külső ivarnyílás nyomai Angliában február elején észlelhetők, teljes ivarnyílás március közepétől május elejéig található, a bezáródó nyílás utolsó nyomai június közepéig láthatók.

Nagyon érdekes, hogy a petefészkek télen a legnagyobb, a legsúlyosabb, tehát asexuális időszakban. A petefészkek két részből áll, a tulajdonképeni petefészki részből és intersticiális szövetből, mely utóbbit „intersticiális mirigynek” is neveznek. Télen az intersticiális rész feltűnően nagy, míg a tulajdonképeni petefészki rész erősen visszafejlődött. Ivarzás idején a petefészki rész a nagyobb, az intersticiális szövet erősen redukálódott, azonban mindkettőnek együttes súlya kisebb, mint télen. Az év folyamán a petefészkek két része felváltva ritmikusan fejlett; az ovárium petefészki részének aktivitása összeesik az ivarzás idejével, míg az intersticiális szövetek aktivitása a nyugalmi, a hím állapotnak megfelelő időben következik be. Több szerző szerint a petefészkek intersticiális szövete homolog képződmény a hím heréjével. A nőtény vakondok tehát az év nagyobb részében intersexuális állapotban él, mely állapot a legtöbb emlősnél legfeljebb mint abnormális jelenség észlelhető. Dr. Éhik Gyula.

A németországi rovarfajok száma.
A Németországban élő rovarfajok számát a német entomológusoknak 1933-ban Berlinben tartott vándorgyűlésén RÜSCHKAMP körülbelül 13.000-re becsülte. WARNECKE G. szerint¹ ez a becslés túlszerű, mert az irodalom áttanulmányozása és a specialista entomológusok megkérdezése alapján készült ideiglenes összeállítás szerint a Németországban honos, eddig ismert rovarfajok száma hozzávetőlegesen 27–28.000!

Rend:	fajok száma
1. <i>Thysanura</i> , — Sertefarkúak	16
2. <i>Diptera</i> , — Lábaspotrohúak	3
3. <i>Protura</i> , — Félrovarok	..... 5
4. <i>Collembola</i> , — Ugróvillások	214
5. <i>Ephemeroptera</i> , — Kérészek	86
6. <i>Odonata</i> , — Szitakötők	..... 80
7. <i>Plecoptera</i> , — Perlák	..... 80
8. <i>Orthoptera</i> , — Egyenes-szárnyúak	..... 90
9. <i>Copeognatha</i> , — Kéreg- és könyvtetvek	..... 70
10. <i>Mallophaga</i> , — Szőr- és tolltetvek	..... 100
11. <i>Thysanoptera</i> , — Hólyagos-lábúak	..... 250
12. <i>Rhynchota</i> (Hemiptera), — Szípókás rovarok	.....
A) <i>Heteroptera</i> , — Poloskák	..... 7–800
B) <i>Homoptera</i> , — Egyféle szárnyúak.	
1. <i>Cicadina</i> , — Kabócák	500
2. <i>Psylloidea</i> , — Levélbolhák	..... 120
3. <i>Aphidoidea</i> , — Levél-tetvek ?
4. <i>Coccoidea</i> , — Pajzs-tetvek	..... 60
13. <i>Anoplura</i> , — Tetvek	..... 26
14. <i>Coleoptera</i> , — Bogarak	6600–7000
15. <i>Strepsiptera</i> , — Sodort-szárnyúak	..... 60
16. <i>Hymenoptera</i> , — Hártás-szárnyúak	..... 10000
17. <i>Megaloptera</i> , — Nagy-szárnyúak	..... 13
18. <i>Neuroptera</i> , — (Planipennia), — Síkszárnyúak	..... 63

¹ Arb. phys. angew. Entom. III. 1936, p. 249.

19. *Mecoptera*, — (Panorpatae),
— Skorpiólégy-félék 7
20. *Trichoptera*, — (Phrygano-
idea), — Tegzesek 250
21. *Lepidoptera*, — Lepkék 3000
22. *Diptera*, — Legyek 5000
23. *Aphaniptera*, — Bolhák 63
- Összesen hozzávetőlegesen 27—
28.000 rovarfaj. Természetesen a kö-
zölt számok csak átlagosak és egyes
rendek esetében igen bizonytalanok,
a valósághoz azonban ez a becslés

feltétlenül közelebb jár, mint a Rüs-
kamp-féle.

A közölt számokból is kitűnik,
hogy az entomologusokra még igen
sok munka vár, mégpedig a magyar
entomologusokra sokkal több, mint
a németekre. Alapos munkára van
még szükség, ellenkező esetben belá-
tható időn belül a balkáni országok
rovarfaunája is ismertebb és kikutat-
tottabb lesz, mint hazánké.

Dr. Aczél Márton.

II. A FÖLDTAN KÖRÉBŐL.

Közetek mágnessége és a földmágnes-
ségi erő változása a geológiai korok
folyamán. Amikor izzó mágnesezhető
anyag lehülve azon hőmérséklet alá jut,
amelyen (hevítéskor) mágnesez tulaj-
donságát elveszti (Curie-pont), újból
mágnesezhető lesz és ha lehülése mág-
neses mezőben történik, a mágnese-
s mező irányában mágneseződik és ezt
a mágnességét megtartja. E tapasztal-
talból kiindulva, várható, hogy a
Föld kérgét alkotó eruptív kőzetekben
amidőn lehültek, a lehülésükkor ural-
kodó földmágnességi erő mágnességet
gerjesztett. Feltehető, hogy ezt a mág-
nességet meg is tartották és a meg-
merevedésük óta a Föld mágnese-
s mezőjében történt változás nem módo-
sította lényegesen a mágnesezettségük-
et. Hasonlót mondhatunk az üledékes
kőzetekről, amelyekről feltehetjük,
hogy mágnességüket a leülepedésük
alkalmával uralkodó földmágnességi
erőtől nyerték.

E megfontolás hasznos módszert ad
arra, hogy a Föld mágnesez állapotát
távoli geológiai korokig visszafelé meg-
ismerjük abból, hogy ismert geológiai
korokban keletkezett kőzetek mágne-
sezettségét állapítjuk meg. Így talán
sikerül a szekuláris változást behatóbb-
ban tanulmányozni és például eldön-
teni, vajjon e jelenség időszakos-e,
(amire az utolsó néhány évszázadban
végzett mérési adatokból némi való-
színűséggel következtetni lehet), vagy
nem. A módszer a geológusoknak is
igen nagy szolgálatot tehet kőzetek
keletkezése időpontjának megállapí-
tásában. Valamely kőzet korára mág-
nesezettségéből következtethetünk, ha

mágnesez állapotát összevetjük ismert
korokból származó más kőzetekével.

Az előadott megfontolást égetett
agyagedényekre régebben FOLGHERAI-
TER és nálunk EÖTVÖS báró alkalmazta
és e módszerrel a földmágnességi erő
szekuláris változására érdekes követ-
keztetéseket vontak le. EÖTVÖS báró
földnehézségi és mágnességi mérései-
vel kapcsolatban kőzetek mágnességét
is vizsgálta nagy érzékenységgű mág-
neses translatométernak nevezett mű-
szere segítségével.

A kőzetek általában gyenge mágnese-
zettségének a mondott célra végzett
rendszeres vizsgálata igen érzékeny
mérő módszert és eljárást kíván. Újab-
ban ilyen módszert dolgoznak ki a
washingtoni Carnegie Institution föld-
mágnességi osztályán.¹ E módszer
abban áll, hogy a megvizsgálandó
kőzetdarabot egy álló dróttekeresben
forgatják és a dróttekeresben gerjeszt-
ett (indukált) elektromos erőt mérik
megfelelően felnagyítva egy katód-
sugár oszcillograf segítségével. A kőze-
tet három különböző, egymásra merő-
leges helyzetben vizsgálják és így
nyerik teljes mágnesezettségét. Eddig
még nem sikerült kielégítő mennyiségi
eredményekhez jutni. Különös kísérleti
nehézség támadt abból, hogy a kőzet-
minta forgatásakor az őt magában
foglaló tekercs rezgésbe jön és a rezgés
folytán a földmágnességi erő gerjeszt
a tekercsben áramot. A földmágnességi
erő zavaró hatása ellen a földmágnes-
ségi erőt ellensúlyozó mesterséges mező-
vel védekeznek.

St. L.

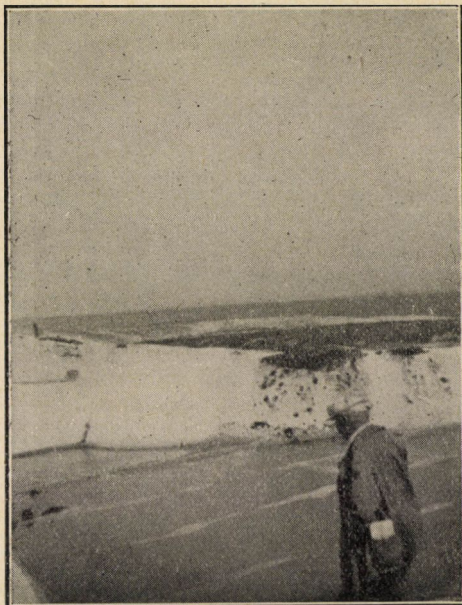
¹ Terr. Magn. Atm. Electr. September
1937. 283—284. 1.

Kvarchomok érdekes előfordulása.

A németországi barnaszénbányák a geológus számára elsőrangú feltárásokat nyújtanak. Közép-Németországban Halle környékén van rendkívül kiterjedt barnaszénbányászat, ahonnan már eddig is számos érdekes és értékes őslénytani lelet került elő. Ha annyi minden fontos őslénytani anyagot, mint a Halle környéki bányák, még nem is szolgáltatottak az Alsó-Lausitzban levő hatalmas szénbányák, mégis rendkívül érdekes megfigyeléseket tehetünk itten is.

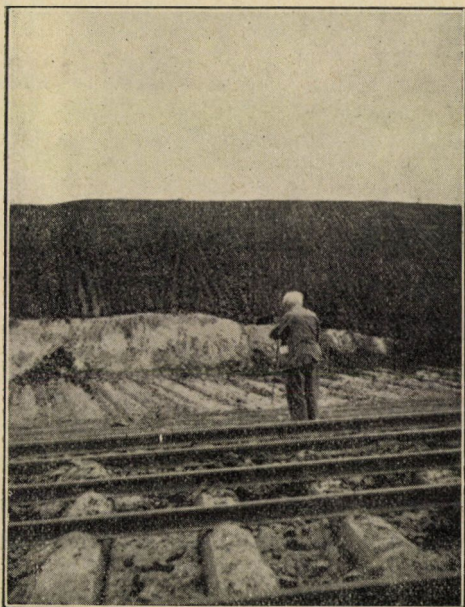
Az Alsó-Lausitz széntelepei miocénkori barnaszénekből állanak. Kitermelésük külfejtéssel történik. Így aztán ez a bányavidék is egészen csodálatos képet tár elénk, mely nemcsak a táj szemlélőjének érdekes, hanem a geológus számára is nagyon fontos adatokkal szolgál.

Az alsó-lausitzai bányák egyikének nevezetessége abban van, hogy itt a széntelep alatt pár méteres vastagságban vakító hófehér színű kvarchomok fordul elő. Már maga a kép is, amit ez a feltárás mutat, egészen különleges, amint a hófehér homokra rátelepül a szén sötét tömege. A csillogó



2. kép.

homok a napfényben annyira vakító fehér színt mutat, hogy szinte a szemünk is belefájdul. Ez a homokrétteg teljesen tiszta kvarchomokból áll, amelynek szemcséi csaknem tökéletesen egyforma nagyságúak. Elsőrangú homokot szolgáltat az üvegyártás céljaira. Kiváló tulajdonságaira KEILHACK már régebben is rámutatott, de mégis csak az utóbbi évek folyamán kezdték meg ipari felhasználását. A homok miocénkori. Úgy keletkezett, hogy a szél kifújta a miocénkori homokot és tökéletesen osztályozta. A szél ezen osztályozó működésének a következménye azután az a körülmény is, hogy a homok szemcsenagysága annyira egyenletes. Az uralkodó szélirányok hatására a homok szabályszerű buckákban rendeződött, úgy, hogy ha most a felette levő szénréteget lefejtik, akkor valóságos „fosszilis” dűnék állanak szemünk előtt. Ezek a dűnék észak-déli irányú sorokban rendeződtek el. Az egyes dűnéknek a déli oldala a meredekebb, az északi a lankásabb. Ebből a körülményből a miocén folyamán ezen a területen uralkodott szélirányokra is következtethetünk.



1. kép.

Első képünk a kvarchomok települését mutatja a szén feküjében, a második pedig a széntelep lefejtése utáni álla-

potot tünteti fel, amikor jól láthatjuk, hogy milyen formában helyezkedik el a vakítóan fehér kvarchomok.

Dr. Bogsch László.

III. A KÉMIA KÖRÉBŐL.

A vitaminok új elnevezése. Mikor a vitaminkutatás az első kezdetleges lépéseket tette, a régi, klasszikus vitaminjelzések, *A*-tól *E*-ig, teljesen megfelelték a szükségleteknek. Mikor azonban kiderült, hogy az eddig egységesnek hitt *B*-vitamin számos — ezideig 7 frakcióját különítették el — egymástól teljesen független, különböző működést kifejtő vitaminokból áll, illetőleg, hogy egyes esetekben két vagy több önálló kémiai vegyület együttesen fejt ki az eladdig egységes vegyületnek ismert vitamin működését, a régi elnevezési rendszer felborult.

A hét *B*-vitamin frakciót eredetileg úgy különböztették meg, hogy a régi *B*-jelzést megtartva, indexeket alkalmaztak (*B*₁—*B*₇), másrészt azonban az egyes *B*-faktorok, illetőleg faktor csoportok új jelzéseket is kaptak. Így Amerikában az antineuritikus *B*₁ faktor kapta az eredeti, mind a hét faktorra együttesen érvényes *B*-jelzést, a működési egységet képviselő *B*₂ növekedési faktort (laktoflavin), a *B*₆ pellagra faktort és a Castle-féle anémiás faktort, együttesen *B*₂-komplexumnak is szokás nevezni, míg Amerikában ennek a csoportnak a neve *G*-vitamin. A *B*₃—*B*₅ frakciókat hőálló (termolabilis) növekedési faktoroknak nevezik, a pellagra-faktort (*B*₇) viszont *Y*-faktor-nak is. Újabban a *B*₆, az enterális vitaminról, amely az emésztőszervek anatómiai és működési épségének fenntartásán örökődik, szintén kiderült, hogy nem egységes anyag, mert különféle alkoholokkal több faktorra bontható, melyek egyenként és önállóan is tudnak bizonyos működéseket kifejteni,¹ tehát itt újabb vitaminjelölésekre van kilátás. A *B*₇ vitamint egyébként Bolognában 1933-ban *H*-vitaminnak nevezték el, közben azonban a nemzetközi irodalom egy része a

György-féle bőrvitaminra fogadta el a *H*-nevet. CENTAMINI erre a *B*₇ részére az *I* nevet ajánlotta, de egyidejűleg így nevezte el EULER is az antipneumóniás vitaminját. Mivel most már a *K* betű is le van foglalva a Dames Schönheyder-féle antihemorragiás vitamin számára, a *B*₇-nek csak az *L*-jelzés állhat rendelkezésre.

F-vitaminnak nevezte el EVANS (1928) és ONCKEN (1935) azt az igen erősen telítetlen, a szervezetben elő nem állítható, tehát vitamin jellegű nélkülözhetetlen zsírsavcsoportot, amelynek hiánya a patkányoknál bőrnekrózist, sterilitást és urémiát idéz elő. Hogy a zavar még nagyobb legyen, a György-féle bőrvitamin (*H*-vitamin), egyidejűleg még két nevet is kapott, *R*-faktor nevet WILLIAMSTÓL és *X*-faktor nevet BOAS-FIXSENTŐL. Újabban a *D*- és az *E*-vitaminról is kiderült, hogy nem egységes anyagok, tehát itt is vagy *D*- és *E*-indexes, vagy újabb betűs elnevezésekre lesz szükség, valószínű, hogy itt megint zavarok jelentkeznek. Vannak végül olyan vitaminok is, melyeknek betűjelzésük nincs is, így a Coward—Key—Morgan-féle zsíroldható növekedési vitamin és a Castle-féle antianémiás vitamin.

Ilyen körülmények között csak a legnagyobb örömmel üdvözölhető az a javaslat, amely már ismételten felmerült, hogy nemzetközi bizottság hívassék össze a vitaminok új, egységes elnevezésére, mert még néhány év és még néhány új vitamin, s többé senki sem fogja magát a zűrzavarban kiismerni. JANSEN azt indítványozza,¹ hogy a régi betű-elnevezéseket mind el kell vetni, s a vitaminokat vagy kémiai jellegük, vagy pedig jellegzetes hatásuk alapján kell elnevezni. Néhány ilyen elnevezést mindjárt ajánl is, melyek közül egyik-másik már régen használatban is van a betűs vitamin

¹ CENTAMINI, Biochimica e Ter. sper. 22. köt. 137. old. 1935.

¹ Nature, 1935. 267. old.

elnevezések mellett. Így azt ajánlja, hogy az *A*-vitamin az antixerofthalmiás vitamin, a *B*₁ aneurin, a *B*₂ flavin, a *C* aszkorbinsav, a *D* kalciferol, az *E* az antisterilitás vitamin nevet viselje stb.

Dr. k. Kuthy Sándor.

A *B*₁-vitamin mint növekedést serkentő növényi hormon. A vitaminoknak eddig csak az állati szervezetre gyakorolt hatását ismertük; nem tudunk szerepükről a növények életében, pedig túlnyomó részt növényekben keletkeznek. Nem kétséges, hogy a vitaminok, mint változékony és nagyon reakcióképes vegyületek, a növényi szervezetben is fejtenek ki bizonyos hatásokat. És valóban, SCHOFFER W. H. (Bern) újabban meg tudta állapítani, hogy az antineuritikus, beriberigátló vagy *B*₁-vitamin igen erősen serkenti alacsonyabbrendű gombák (*Phycomyces*-fajok, továbbá *Mucor Ramannianus*, *Absidia ramosa* stb.) növekedését. Ezt a növekedést serkentő hatást szerinte csak a *B*₁-vitamin fejt ki és e hatás annyira erős és sajátos, hogy előnyösen használható fel a *B*₁-vitamin mennyileges meghatározására. A *B*₁-vitamin tehát a növényekben növekedést serkentő hormon, éppúgy mint WENT és KÖGL — auxinnak nevezett — növekedést serkentő hormonja. SCHOFFER vizsgálatai alapján remélhetjük, hogy talán már a közel jövőben a többi ismert vitaminnak a növényi szervezetben kifejtett hatását is sikerül megállapítani, melyekkel a növényi élet kormányzásában résztvesznek.

A *B*₁-vitamin eme — a növényi szervezetben nyilvánuló — hormonális tulajdonságainak kimutatása által újabb érintkezési pont adódott a hormonok és a vitaminok között. Ha e két anyagcsoport megkülönböztető bélyegének azt tekintjük, hogy a hormonokat a szervezet maga állítja elő, míg a vitaminok teljesen vagy főképp a táplálékból jutnak a szervezetbe, úgy egyes vitaminokat bizonyos állatfajokkal kapcsolatban ma már teljes joggal nevezhetünk hormonoknak, mert hisz tudjuk, hogy pl. a *C*₁-vitamin (asz-korbinsavat) némely állat, mint a patkány, elő tudja állítani szervezetében és így nem szorul rá annak felvételére a táplálék útján.

Dr. K. Gy.

A hanghullámok kémiai-fizikai hatása. Az ultrahanghullámok tixotrop hatása (különféle gélek reverzibilis elfolyósítása) már régen ismeretes. Ezekben az esetekben az ultrahanghullámok azáltal folyósítják el a szilárd kocsonyákat, hogy az igen csekély méretű kolloid molekulák egymáshoz való helyzetét, elrendeződését változtatják meg. Ezen az alapon elindulva PAIE, HABER, VOET és ELIAS¹ azt a gondolatot vetették fel, nem lehetne-e vajjon ultrahullámok segítségével apró szervezeteket elpusztítani, s ilyen módon folyadékokat, esetleg konzerveket sterilizálni. Ennek az eljárásnak a melegítéssel való sterilizálással szemben az a nagy előnye lenne, hogy a vitaminok nem pusztulnának el, s így a konzervek értéke jelentősen fokozódna. Az ultrahullámokat kvarckristályok segítségével állították elő, úgy, hogy egy kvarclemezt nagyfrekvenciájú elektromos mezővel rezgésbe hoztak. A vizsgálandó anyagot, (különféle mikroorganizmusok vizes szuszpenzióját) üvegcsőbe helyezték el, s úgy mártották a készülék olajfürdőjébe. A kísérletek a következő eredménnyel végeződtek. *Staphylococcus*, Friedländer baktérium, *Spirochaeta* és *Trypanosoma* virulenciája két óráig tartó behatásra sem változott. Dizen-téria-amóbák néhány perc múlva megszűntették ugyan a mozgásukat, de két teljes óráig tartó hatás sem pusztította el őket, rövid pihentetés után magukhoz tértek, s újra mozogni kezdtek. Ezzel szemben a *Paramaecium* már öt perc alatt elpusztult, a teste szétszakadt. A szerzők a kísérleti eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy az ultrahullámok csak olyan apró szervezetek testét roncsolják el, amelyek a hullámhossznál nagyobbak, vagy azzal közel egyező nagyságrendűek. (Az adott körülmények között a vizes oldatban kb. 5·4 mm volt a hullámok hossza.) Ha az apró szervezet méretei a hullámhosszhoz képest igen kicsinyek, akkor ellentétlenül a hullámok hatásának, mint a baktériumok a jelen kísérletekben. Ez az eljárás tehát nem alkalmas sterilizálásra.

¹ C. r. Soc. biol. Páris. 119. 1061., 1935.

Ezeknek a kísérleteknek érdekes kiegészítése az a tanulmány, amelyet CHAMBERS és FLOSDORF¹ a nagyobb hullámhosszú, a meghallhatóság határán mozgó hanghullámokkal végeztek. Azt találták, hogy az izoelektromos pontra hozott vizes tojásalbuminoldatokban a fehérje a hanghullámok hatására denaturálódott, de csak akkor, ha a vizes oldatban elegendő mennyiségű oldott gáz (levegő, CO_2 , vagy O_2) van. Nagyon meglepő az a megfigyelésük is, hogy nyomás alatt tartott folyadékokban, vagy ha a folyadék N_2 , illetőleg H_2 gázzal van telítve, továbbá ha az oldatot erős evakuálásal a gázoktól mentesítik, a denaturálás nem következik be. A megfigyeléseket azzal magyarázzák, hogy a hanghullámok az oldatot erősen felzújtják, ezáltal üregek keletkeznek, s a denaturálás a felület ilyen módon való megnagyobbodása révén jön létre, éppen úgy, mint rázáskor, amikor a levegővel, illetőleg a gáztérrel való érintkezési felület növekedik igen nagyra.

Dr. k. Kúthy Sándor.

Nehéz nitrogén előállítása. A közönséges nitrogén kétféle atom keveréke. Az egyiknek atómsúlya 14, a másiké 15. Ezek a nitrogén izotopjai. A keverék legnagyobb része 14-es atómsúlyú, a nehezebb izotop a keveréknek csak 4 ezredrésze. Az izotopok különválasztására többféle módszert ismerünk. Így pl. ha a gáz agyagfalón átdiffundál, akkor az egyes izotopok különböző mennyiségben hatolnak át és így az egyik izotop az eljárás sokszoros megismétlése után felszaporodik. Ilyen értelemben sikerült már különválasztani a neonnak 20-as és 22-es izotopjait, a lithium 6-os és 7-es izotopjait pedig úgyszólván teljesen elkülönítették. A legismertebb példa a hidrogén 1 és 2 atómsúlyú izotopjainak különválasztása. Ha nagymennyiségű vizet elektrolízissel felbontunk, akkor a visszamaradó kevés vízben a nehéz hidrogénizotop felszaporodik. A nehéz hidrogént majdnem teljesen tisztán ismerjük, külön nevet is kapott, deuterium.

Már a neon-izotopok elkülönítése is nagy nehézségekkel járt, pedig itt az izotopok atómsúlya 2 egységgel különbözik és a 22-es atómsúlyú neon (a szokásos jelölés szerint Ne^{22}) a keverék 10%-a. Lényegesen nehezebb a feladat a nitrogén esetében, mert itt az atómsúlyok közt csak 1 egységnyi különbség van és a nehezebb izotop tömege aránylag igen kicsi. UREY, amerikai kémikusnak sikerült jelentékeny mennyiségű nehéz nitrogént előállítani. A nitrogén ammoniumsulfát és ammoniagáz reakciójánál keletkezik. Ammoniumsulfát oldatát alacsony nyomásnál oszlopalakú edénybe szivattyúzták. Az edény alsó részébe nátronlúgot helyeztek. Az ammoniumsulfát és nátronlúg egymásra hatásából ammoniagáz fejlődik. A gáz az oldatot keresztül felszáll. UREY a gázt visszavezette az edény aljára, így a gáz és az oldat sokszor egymás után érintkeztek. A keletkező nitrogén egyre gazdagabb lett a nehéz izotopban. Naponta egynegyed liter nitrogént sikerült termelni.

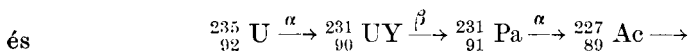
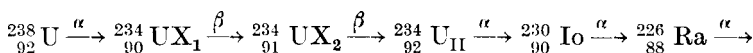
A nehéz nitrogén sok fontos vizsgálatot tesz lehetővé. A nitrogénnek az elemek mesterséges átalakításában már eddig is fontos szerepe volt. Ismeretes, hogy a nitrogén volt az első elem, amelyet α -sugarak bombázásával átalakítani sikerült. Azóta neutronokkal, protonokkal és deuteronokkal (nehéz hidrogén-magokkal) is átalakították és természetesen más-más folyamatok keletkeztek. Minden anyag izotopjainak magtöltése megegyezik. Más szóval az izotopok magjában egyenlő számú proton van, csak a neutronok száma eltérő. A nitrogén-izotopok magjában 7 proton van, a neutronok száma pedig a N^{14} -ben 7, a N^{15} -ben 8. Ha most a közönséges nitrogén után a nehéz nitrogént külön tudják vizsgálni, akkor el lehet dönteni, milyen szerepe van a magban annak az egy neutronnak, amely a N^{15} magjának tömegét növeli. Azonkívül kétségtelen, hogy a biokémiában is hasznos kutató eszköz lesz a nehéz nitrogén, mint ahogyan a nehéz vizet már eddig is felhasználták érdekes és fontos vizsgálatokra.

M. J.

¹ I. of. Biol. Chem. 114. 75., 1936.

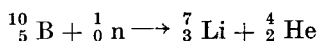
IV. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Az urán mesterséges bomlássora. Régióta ismeretes, hogy az uránnak természetes rádióaktivitása van, mégpedig α -rész önkéntes kibocsátásával



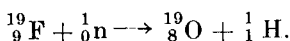
Az első sor a rádiumhoz, a második az aktiniumhoz vezet.

FERMI is munkatársai megállapították, hogy az uránban a természetes rádióaktivitáson kívül mesterséges rádióaktivitást és lehet kelteni, ha neutronokkal bombázzák. A neutronok bombázása általában, néhány újabban talált átalakulást nem tekintve, háromféle változást okozhat. A bombázott mag mind a három esetben a neutront befogja. Az így megnövekedett mag átalakul vagy hélium vagy proton kibocsátása közben, vagy pedig anyagi részecske kibocsátása nélkül γ -sugárzással. Egy-egy példa világosabbá teszi a mondottakat. A

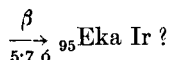
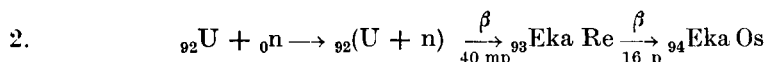
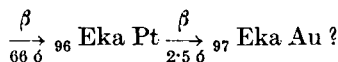
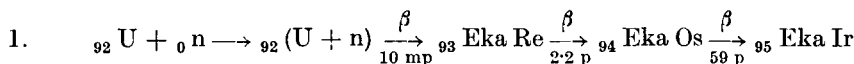


folyamatban a bór, melynek atomsúlya 10 és rendszáma 5, befogja a neutront, majd átalakul lithium-maggá és hélium-mag kilép belőle. Ilyenkor a keletkező mag (${}^7_3\text{Li}$) atomsúlya 3-mal, rendszáma 2-vel kisebb, mint az átalakuló elemé (${}^{10}_5\text{B}$) volt.

A második eset egyik példája a következő:

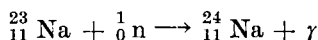


A keletkező elem (${}^{19}_8\text{O}$) atomsúlya ugyanaz, mint az átalakuló elemé



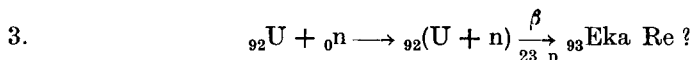
bomlik fel. Ma már tudjuk, hogy az uránnak két, természetes rádióaktivitású izotopja van és így kétféle uránbomlássort ismerünk:

(${}^{19}_9\text{F}$), rendszáma (8) 1-gyel csökkent. Végül a harmadik fajta átalakulás:



A keletkező elem izotop az átalakulóval és így rendszámuk megegyező, csak atomsúlya nőtt 1 egységgel. Ennek a folyamatnak keltésére sokkal célszerűbbek a lassú neutronok, mint a gyorsak. A neutronok forrása többnyire rádiumnak vagy rádiumemanációnak és berilliumpornak keveréke. A rádiumnak és emanációjának α -sugarai a berilliumot bombázzák, ekkor a berillium magjából neutronok lépnek ki. Ha ezek a nagy sebességű neutronok hidrogén-tartalmú anyagon, pl. vizen vagy paraffinon hatolnak át, akkor sebességük tetszés szerint csökkenthető.

HAHN és MEITNER részben STRASSMANNnal együtt az uránnak mesterséges átalakítását részletesen vizsgálták. Azt tapasztalták, hogy a neutronok bombázása folytán az uránból sokféle új atómmag keletkezik. Az új elemeket három bomlássorba lehet besorolni. Eka Pt olyan elemet jelent, amely a periodikus rendszerben a platinával megegyező függőleges oszlopban van, de még végleges nevet nem kapott. A három mesterséges bomlássor a következő:



Mind a három sor azzal kezdődik, hogy az urán magja a bombázó neutron befogadja és $(U+n)$ mag keletkezik. Mint látjuk, az összes átalakulásokat β -sugárzás kíséri. 9 új bomlás-terméket mutattak ki, köztük 5 különféle kémiai elemet, négy elemnek rendszáma 93 és 96 közé esik, tehát nagyobb az eddig ismert legnagyobb rendszámánál, 92-nél. Az új elemeket kémiai elkülönítéssel is ki tudták mutatni. U. i. a 92-nél nagyobb rendszámú elemeket az urántól és az előtte levő elemektől el tudták különíteni úgy, hogy savas oldatból kénhidrogénnel kicsapatták őket. Az ekarheniumot könnyen elválasztották a többi új elemtől, sőt a platina-csoporthoz tartozó platina, irídium és ozmium eka-elemeit a nagyfokú rokonság ellenére többféle módon különítették el egymástól. Így, mikor a 66 órás eka-irídium és a 2·5 órás ekaplátina keverékét óvatosan izzították, az ekaplátina gőzalakban távozik és az útjába helyezett lapon lecsapódik. Az így gyűjtött anyag radioaktív bomlását meg lehet figyelni. A visszamaradt eka-irídium aktivitása növekedett, mert az ekaplátina újra fejlődik belőle. Az említett kutatók az új elemek létét és a bomlássorok előbbi rendjét kétségtelennek tartják. Bizonyos, hogy az ekaplátinából β -sugárzás után 97-es rendszámú ekaarany fejlődik, de ennek sugárzását még nem sikerült megfigyelni.

A bomlássorok felállításánál irányadó körülmény volt az, hogy más-más sebességű neutronok kellenek megindításukhoz. Az 1. és 2. folyamatot egyrészt gyors neutronok keltik, másrészt a leglassabb neutronok. A 3. folyamatot csak meghatározott sebességű neutronok (25 volt energiánál) keltik. Az atómbontásoknál ezt a jelenséget rezonanciának nevezzük.

Valószínű, hogy mind a három sor az uránnak 238-as atómsúlyú izotopjából indul ki. A neutron befogása után mind a három esetben 239-es urán keletkezik. Tehát három olyan uránt látunk, melyeknek atómsúlya

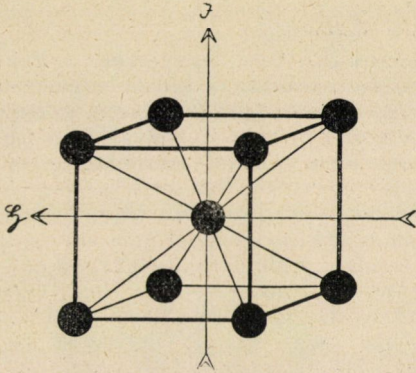
és rendszáma megegyezik, mégis eltérő radioaktív tulajdonságuk van. Az ilyen elemeket izomereknek nevezzük. Ezek felismerésére az újabb atómfizikának egyik legérdekesebb eredménye.

Mende Jenő.

Az elektromos vezetőképesség és a kristályszerkezet. A vezetőképesség magyarázata a mai fizikának egyik érdekes feladata. A szupravezető állapotot még egyáltalában nem sikerült megmagyarázni, más téren is sok a megoldatlan kérdés. Ezért minden újabb megfigyelés hozzájárul a viszonyok tisztázásához. Már régen tudjuk, hogy az elektromos ellenállás mágneses térben megváltozik, a változást már sokan kutatták. MEISSNER W. és SCHEFFERS még 1929-ben azt találták, hogy a mágneses tér befolyása az ellenállásra különösen alacsony hőmérsékleten feltűnő. Az anyagot 18° abszolút hőmérsékletig hűtötték le, a tér erősségét 20.000 gaussig tudták növelni. Az ellenállás még mindig nőtt. Az elmélet szerint a vezetést a fémekben levő szabad elektronok mozgása idézi elő. A régi elmélet a szabad elektronokat gáznak tekintette és a gáztörvényeket alkalmazta rá. De ez az elmélet a tapasztalattal nem mindenben egyezett. Itt is 1000 gaussnál már a legnagyobb ellenállásnak kellett volna beállnia, a tér további erősítésekor az ellenállásnak már az elért legnagyobbértékén kellett volna maradnia.¹

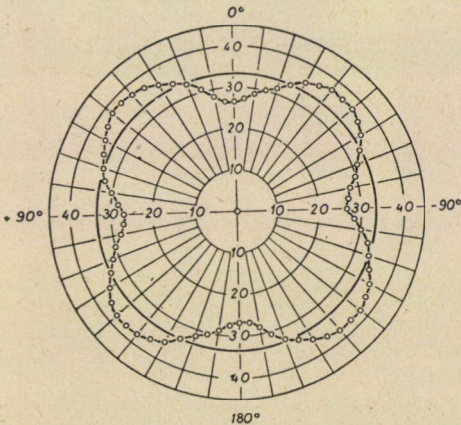
Ilyen tapasztalatokból indultak ki JUSTI és SCHEFFERS. Egykristályos fémeket vizsgáltak, mert ezekben a részek rendezett állapotban vannak. A közönséges fémek igen apró kristályok halmazai, de alkalmas eljárással sok fémét lehet úgy átalakítani, hogy az egész fémdarab egyetlen kristályt alkot. Először az egykristályos wolfrámot vizsgálták. Az ató-

¹ SOMMERFELD megoldotta a nehézséget: az elektronokra a BOLTZMANN-féle klasszikus statisztika helyett a FERMI-féle statisztikát alkalmazta.

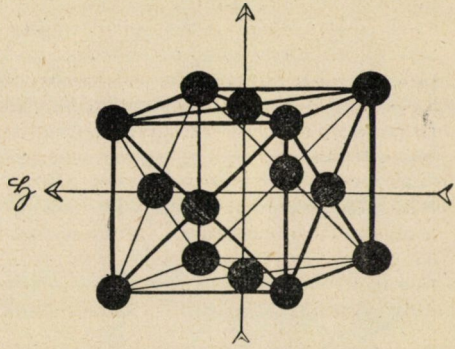


1. ábra. A wolfrám-kristály szerkezete.

mok egy elemi kocka csúcspontjaiban és azonkívül a kocka testközéppontjában vannak (1. ábra). Az egész kristály ilyen elemi kockák egymás mellé helyezéséből épül fel. Rajzunkban a fekete körök wolfrám-atómkokat jelentenek. A kristályt mágneses térbe helyeztük. A vízszintes nyíl a mágneses erő (H) iránya. A kristályon a függőleges nyíl irányában áramot (J) bocsátottak át. Ez egyúttal a kristály forgástengelye. Ha az ellenállás összefügg a kristályszerkezettel, akkor a forgásnál az ellenállás változik. Valóban ezt tapasztalták. 2. ábránk az ellenállás változását mutatja. A külső kerületen levő szögek az elforgatást jelentik, az ellenállás értékét pedig



2. ábra. A wolfrám-kristály ellenállása mágneses térben a kristály különböző helyzetében

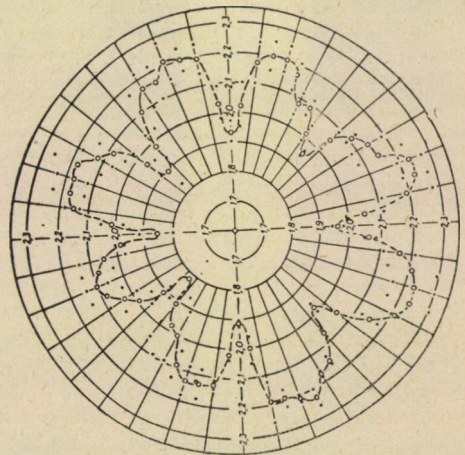


3. ábra. Az arany-kristály szerkezete,

a sugarak mentén látjuk. A görbe négyszeres szakaszosságot mutat, mert ha a kristályt 90° -kal elforgatjuk, akkor a kristály és a mágneses erő kölcsönös helyzete ugyanaz lesz.

Az aranykristályban az atómkok az elemi kocka csúcaiban és mindegyik négyzetlapnak középpontjában vannak (3. ábra). Ez a szerkezet már valamivel bonyolultabb. Az ellenállás változását, ha a kristályt különböző szöggel elforgatjuk, 4. ábránkon látjuk. Ahol a görbe behorpad, ott az ellenállásnak minimuma van. Látjuk, hogy egy teljes körülforgás alatt 8 maximum és 8 minimum váltakozik.

Végül arra a kérdésre felelünk, miért kell ezeket a megfigyeléseket



4. ábra. Az arany-kristály ellenállásának változása mágneses térben a kristály elforgatásakor.

alacsony hőmérsékleten végezni. Magasabb hőmérsékleten a szabad elektronok élénk hőrezgéseket végeznek, ezeknek hatása elmossa a mágneses tér hatását. Nagyon alacsony hőmérsékleten a mágneses tér hatása tisztábban látható.

Az elméleti fizikának nem könnyű feladata lesz, ha ezeket a jelenségeket meg akarja magyarázni. Minden esetre az ellenállás változásának értelmezésénél a kristályszerkezetet is tekintetbe kell venni.

Mende Jenő.

Coulomb törvényének újabb vizsgálata. COULOMB ismeretes törvénye szerint az az erő, mellyel két töltés egymást vonzza, a töltések egymástól mért távolságának négyzetével fordítva arányos. Már MAXWELL is vizsgálta, mekkora pontossággal érvényes ez a törvény. A törvényből az következik, hogy a feltöltött vezető belsejében nincs töltés és két belső pont között nincs potenciálkülönbség.

MAXWELL ezeknek a következtetéseknek helyességét úgy vizsgálta, hogy gömbsűrítő belső fegyverzetét a külsővel összekötötte, a külső fegyverzetet magas feszültségre feltöltötte, az összeköttetést megszakította, a külső fegyverzetet a földdel összekötötte és a belső fegyverzet töltését vizsgálta. Azt találta, hogy COULOMB törvényében a távolság kitevője 2-től $1/21600$ -nál kevesebbrel különbözik. PLIMPTON és LAWTON a mai érzékeny elektrometerekkel vizsgálták ezt a kérdést. A gömbökbe elektrometert helyeztek és a belső két fegyverzettel összekötötték. A külső fegyverzetet másodpercenként kétszer váltakozó magas feszültségre töltötték fel. Bár az elektrometerral 1 milliomod volt feszültséget ki lehet mutatni, 3000 volt külső feszültségnél nem mutatkozott kitérés. Ebből az következik, hogy COULOMB törvényében a kitevő 2-től csak $2/1$ milliórd-nál ($2 \cdot 10^{-9}$ -nél) kevesebbrel különbözhet.

M. J.

V. A METEOROLÓGIA ÉS FÖLDMÁGNESESÉG KÖRÉBŐL.

Hőmérsékletváltozások a légkör legmagasabb rétegeiben. A magasabb (30—60 km magasságban levő) levegőrétegek hőmérsékletére a hanghullámok terjedéséből, az ozon eloszlásából a függélyesben, a hullócsillagok pályáiból azt következtetjük, hogy e rétegekben a hőmérséklet elég magas (300—340 fok) és a földfelületi hőmérsékletet felülmúlja. A napsugárzás tehát, amikor e rétegeken áthalad, részben elnyelve ezeket felmelegíti.

A légkör még magasabb rétegeinek tanulmányozása a magasba küldött elektromágneses (rádió) hullámok segítségével e rétegnek (az ionoszférának) hőmérsékleti viszonyaira is bizonyos következtetéseket enged meg.¹ Az ionoszféra alsóbb, mintegy 80—100 km magasságban kezdődő *E*-rétegében (*Kennelly—Heaviside*-réteg) az ionizációerősség a nap- és évszaktól függő szabályos változásokat mutat és e változások megegyezésben vannak annak az ultraibolyasugárzásnak az ingadozásával, amely kiindulva a Napból,

e rétegeket éri, illetve ezektől elnyelik. Így például nyáron és télen a déli (legnagyobb) ionizációerősség viszonya azoktól a magasságoktól függ, amelyekben a Nap nyáron és télen délben a horizont felett látszik. Ez a viszony Angliára az elmélet szerint 1.84 és a megfigyelések ezzel jó megegyezésben vannak. Ez a megegyezés egyúttal arra is mutat, hogy ebben a rétegben az év folyamán keveset változik a levegő sűrűsége és hőmérséklete. Az *E*-réteg fölött mintegy 200—250 km magasságban kezdődik az *F*- (*Appleton*-) réteg, amelyben az ionizációerősség általában nagyobb, mint az *E*-rétegben. Az *F*-réteg ionizációerőssége napi és évszaki változásában nem mutatkozik ily megegyezés az elmélet és a megfigyelések között. Így például azt találták, hogy a kritikus hullámfrekvencia, amely mellett a réteg már nem veri vissza a hullámot, hanem azt átengedi és amelyből a réteg legnagyobb ionizációjára következtetnek, délben kisebb nyáron, mint télen. Ez azt mutatja, hogy a térfogategységben foglalt elektronok száma az *F*-rétegben nyáron

¹ Nature 136. k. (1935), 52—53. 1.

délben kisebb, mint télen — ellentétben azzal, amit az *E*-rétegre találtak. Ez az eredmény kezdetben annyira meglepőnek látszott, hogy némely kutató hajlandó volt azt hinni, hogy a vizsgálati módszer, tudniillik a kritikus frekvencia megállapítása nem kifogástalan és nem alkalmas módszer az ionoszféra ionizációjának megállapítására. További vizsgálatok azonban azt mutatták, hogy a módszer megbízhatóságához nem fér kétség és a meglepő eredmény arra mutat, hogy a napsugárzástól okozott ionizáció-folyamaton kívül még egy, eladdig tekintetbe nem vett folyamat is befolyással van a térfogategységben foglalt elektronok számára, az elektronsűrűsége. Az az elméleti következtetés, hogy az ionizációerősség délben nyáron mintegy kétszer akkora, mint télen, az ultrabolyasugárzás mint ionizáció-ok mellett azon a feltevésen nyugszik, hogy a levegősűrűség eloszlása a függőlegesen egész éven át állandó. Ha e feltevés nem helytálló és hőmérséklet-növekedés következtében a réteg nyáron a télhez képest kiterjed, úgy nyáron erősebb ultrabolyasugárzás mellett is kisebb lehet a rétegben a levegő sűrűsége, mint télen és így a térfogategységre a nyári nagyobb ultrabolya besugárzás ellenére kevesebb elektron juthat.

A megfigyelési adatok alapján számszerűen követve ezt az okoskodást, kitűnik, hogy a (molekuláris) hőmérsékletnek 3—9-szer akkorának kell lennie délben nyáron, mint télen és egy nyári napon az abszolút hőmérsékletnek 300 km magasságban legalább 1200 foknak kell lennie (a molekuláris hőmozgások ilyen hőmérsékletnek felelnek meg).

Ugyanilyen eredményre vezetnek az éjszakai ionizációerősségmérések. Azt találták, hogy amikor a Nap lenyugszik, az *F*-réteg ionizációerősségének fokozatos csökkenése, mely a Nap magassága fokozatos csökkenésének megfelelően a délután folyamán mutatkozik, téli éjszakán meglehetősen hirtelen megszűnik. Úgy látszik, mintha egyszerre egy újabb ionizáló ható lépne működésbe. A jelenség természetes magyarázatot nyer azzal, hogy a légkör

legfelső rétegeinek lehűlésével kapcsolatban e rétegek összehúzódnak, miáltal a molekuláris sűrűség és a térfogategységre eső elektronok száma növekszik. A számítás azt mutatja, hogy a rétegek összehúzódását kísérő elektrontömörülés (koncentráció) növekedése jóval felülmúlhatja azt az elektronsűrűség-csökkenést, amelyet az elektronok újra egyesülése okoz és így télen, röviddel éjfél után, amint a megfigyelések mutatják, ionizáció-maximum léphet fel. Nyár közepén a felső levegőrétegek nem húlíthatnak oly nagy mértékben és a lehűléssel járó rétegösszehúzódás következtében létrejövő elektrontömörülés nem jut annyira érvényre (50—55 fok sarkmagasságban nyár közepén a napsugarak a 250—300 km magasságban levő réteget teljes 24 óráig érik, e rétegekre nézve ilyenkor nem nyugszik le a Nap) és az ionizációerősség fokozatosan csökken az éjszakai órákban (eltekintve néha megfigyelhető növekedéstől, amely valószínűleg egy éjszakai ionizáló hatótól ered).

Az *F*-réteg hőmérsékletváltozása és ezzel kapcsolatos kiterjedése és összehúzódása azt a változást is megmagyarázza, amely nyári nap folyamán a rétegben mutatkozik. Nyári nap folyamán ugyanis az *F*-réteg egy alsóbb *F*₁- és egy felsőbb *F*₂-rétegre látszik szakadni. Lehetséges, hogy ez részben, ha nem egészben, az *F*-réteg alsó és felső részének különböző hőmérsékletére vezetendő vissza. A felső rész a nap folyamán jobban felmelegedhet és kiterjedszkedhet (*F*₂-réteg), az alsó rész kevésbé melegszik fel. Éjjel a két réteg egy egységes rétegre húzódik össze. Lehetséges tehát, hogy a felsőbb rétegek hőmérsékletkülönbsége és ennek megfelelő molekuláris szerkezeti különbsége okozza nagy részben az ionoszféra szövevényes szerkezetét.

A légkör e legmagasabb rétegeiben végbemenő nagy hőmérsékletváltozások az újabb sarkfény-megfigyelésekben is megerősítést nyernek.¹ A sarkfényt a Naphól jövő és légkörünkbe hatoló korpuszkuláris sugárzások (elek-

¹ Terr. Magn. and. Atm. Electr., 37. k. (1932), 431—438. l.

tronrajok) okozzák. A Föld azon részeiben látjuk a sarkfényt, ahol éjszaka van és pedig a légkör azon részeiben, amelyekre nézve a Nap már nyugodott (a légkör alsó, sötét része), meg azon részeiben is, amelyeket napsugarak még érnek (a légkör felső napsütötte része). A megfigyelések azt mutatják, hogy az alsó sötét részben a sarkfény sugarai 80 és 400 km magasság között vannak, a napsugaraktól ért részben jóval magasabban: 200 és 1000 km között. E tapasztalat is megmagyarázható azzal, hogy a légkörnek a napsugaraktól ért része erősebb hőmérsékletnövekedés folytán jobban kiterjed. A számítások a hőmérsékletváltozásra olyan rendű mennyiségeket adnak, mint amilyenekre az ionoszférakutatásokból következtetni lehet.

St. L.

Napkitörések és földmágnességi zavarok. A Napon végbemenő egyes nagyobb kitöréseknek a földmágnességi zavarokkal való kapcsolatához, amely néha mutatkozni látszik, értékes adatot szolgáltat egy, 1936. augusztus 28-án Zürichben történt megfigyelés.¹ A kitörés egy nagy, kifejlődő és a napfelület délkeleti negyedében levő napfoltcsoportban ment végbe és legnagyobb kiterjedése 10^0 -t tett ki (heliocentrikus) hosszúságban és 7^0 -t szélességben. A középmeridiántól 33^0 -ra volt keletre és a naptányér közép-pontjától való távolsága 43^0 volt. A kitörés valamivel 10 óra 24 p (középeurópai idő) előtt ment végbe és két óra múlva már nem volt nyoma. A látósugár irányában -60 és $+60$

km/másodp.-ig menő sebességek voltak a színeképvonalak eltolódásából megállapíthatók.

A kitörés időpontjában a scájci meteorológiai központi intézet földmágnességi feljegyzéseiben a deklináció és a vízszintes erőösszetevő menetében egy kicsiny, de éles törés mutatkozik. Augusztus 29-én este földmágnességi háborgás kezdődik az eladdig nyugodt menetben. Augusztus 30-a zavart, a rákövetkező napok nyugodtak.

E megfigyelések megegyezésben vannak más alkalmakkor másoktól tett tapasztalatokkal. Ezek azt látszanak mutatni, hogy a kitörés időpontjában a földmágnességben, a földi áramokban, az ionoszférában kis zavar mutatkozik, a nagy mágneses zavarok és sarkfényjelenségek a kitörés után 1—2 nappal jelentkeznek és a mágneses és ionoszféra zavarok a kitörés után a Napnak tengelye körül való egy vagy több forgása után időszakosan megismétlődhetnek. E jelenségeket következőképp magyarázzuk: A kitörés pillanatában a Naptól kiinduló ultraibolya sugárzás erőssége változik és ennek következményeképp Földünk ionoszférájában az ionizálás erősségében és eloszlásában is zavar támad és ez okozza a kitöréssel egyidejű mágneses zavart. A kitörést 16—20 órával vagy 1—2 nappal később követő nagy mágneses zavar oka pedig az, hogy a kitörés alkalmával a Naptól valószínűleg kilövelt elekromos részecskének (elektronoknak és a részecskének) időre van szükségük, hogy Földünkhöz elég közel jutva mint elekromos áramok vagy ionizáló hatással, a földmágneses zavart okozhassák.

St. L.

¹ Die Naturwissenschaften, 1936. 638 l.

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

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

KÖZLÖNYHÖZ

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a Társulat tagjai évi 2 P-rá-
fizetéssel kapják; elő-
fizetési ára a Termé-
szettudományi Köz-
lönyvel együtt 12 P.

70. KÖTETHEZ.

1938. ÁPRILIS—SZEPTEMBER

210—211. FÜZET

Kristálykémia.¹

1912-ben egy nagyjelentőségű felfedezés látott napvilágot. Ekkor közölte M. v. LAUE úttörő vizsgálatainak eredményét a Röntgen-sugár interferenciájáról. Kutatásai a legszorosabb kapcsolatot teremtették meg a kristályok és a Röntgen-sugarak között.

1912-ben elméleti megfontolások alapján már ismeretes volt, hogy a kristályokat felépítő elemi részecskék (atomok, ionok) a teret nem töltik ki teljesen közöttük szabad helyek vannak; az építő elemek a tér meghatározott pontjain foglalnak helyet. Az elemi részecskéknek ez a szabályos elrendeződése rács-szerű képet mutat s ezért mondjuk, hogy a kristály részecskéi térrácsot alkotnak. Ugyanekkor a Röntgen-sugarakról nagy valószínűséggel sejtették, hogy éppúgy hullámokban terjednek, mint a fény. A hullámoknak azonban a hullámhegytől hullámhegyig terjedő távolsága: a hullámhossz olyan kicsiny, hogy semmiféle eljárással meghatározni nem sikerült.

LAUE páratlan éles elmével arra következtetett, hogy ha a kristályoknak valóban olyan rácsszerkezete van, mint azt az elmélet állítja, akkor a kristályt felépítő részecskék közötti távolságnak olyan kicsinynek kell lennie, hogy a kristályok a Röntgen-sugárral szemben az optikai rács szerepét tölthetik be. Az optikai rácsok olyan üveglemezek, melyeken igen kis távolságon rendkívül sok, nagyon finom vonalka van karcolva. Ezek a vonalkák mint rések szerepelnek és a rajtuk áthaladó fénysugarat útból eltérítik. A vonalkák egymás-közi távolságából és a fénysugár eltérési szögéből a fény hullámhossza meghatározható. LAUE feltételezte, hogy a kristályok háromdimenziós optikai rácsok. E gondolatmenetnek megfelelően kristálylemezre Röntgen-sugarat bocsájtott. Az eltérített sugarakat a kristálylemez mögött elhelyezett fényképezőlemezen felfogta. Előhívás után a fényképezőlemezen szabályosan elrendezett pontok jelentek meg, melyek mindegyike egy-egy, útból eltérített sugárnak felelt meg. Ma ezeket a képeket *L a u e - f e l v é t e l n e k*, *L a u e - d i a g r a m*-nak nevezzük. E felvételek segítségével és megfelelő matematikai eljárással sikerült LAUE-nak a Röntgen-sugár hullámhosszát meghatározni és egyben a kristályok rácsszerkezetét kísérletileg is bebizonyítani.

LAUE vizsgálatainak közzététele után a kutatók hatalmas lendülettel láttak munkához. Újabb módszereket dolgoztak ki, tökéletesítették a vizsgálati

¹ A K. M. Természettudományi Társulat 1937. évi pályázatán a Rauer-díjjal kitüntetett mű.

eljárásokat s ezek szebbnél szebb és értékesebbnél értékesebb eredményekhez vezettek. LAUE felfedezése azonban nemcsak a kristálytan és fizika terén bizonyult gyümölcsözőnek, de — mondhatni — a természettudományok minden ágára termékenyítőleg hatott. Új tudományágak is keletkeztek, melyek sorában előkelő helyet foglal el a kristálykémia.

A kristálykémia nem az ásványok kémiai összetételét vizsgálja, azt az ásványkémia kutatja. A kristálykémia tárgyköre: megállapítani az ásványok kristályszerkezete és kémiai összetétele között fennálló vonatkozásokat és ezek alapján meghatározni a fizikai sajátságok és kémiai összetétel közötti kapcsolatokat. E kutatási terület tehát összefoglalóan vizsgálja az ásványok alaki, kémiai és fizikai tulajdonságait illető kérdéseket és azok összefüggését. A kristálykémiai vizsgálatok terén elévülhetetlen érdemeket szerzett GOLDSCHMIDT V. M., akinek alapvető tanulmányaihoz később a kutatók hosszú sora csatlakozott.

A kristálykémiaát a klasszikus kémiaától lényeges különbségek választják el. A kémia az anyagok kölcsönhatását, a kémiai reakciókat vizsgálja. E hatásokra molekulák keletkeznek vagy hasadnak szét. A molekulák meghatározott számú atomból állanak s mint ilyenek teljes egészét alkotnak. Ezzel szemben a kristálykémia végtelen sok atom vagy atomcsoport kölcsönhatását tárgyalja. A kristálykémiaiban nem lényeges a stöchiometriailag meghatározott összetétel, mert a kristálynak nem kell stöchiometriailag egyszerűen összetettnek lennie, miként azt a keverék kristályok bizonyítják. Úgyszintén más a jelentősége a kémiailag egyenértékű alkatrészeknek a molekulakémiaiban és más a kristálykémiaiban. E tételt igen jellegzetesen bizonyítja az SnJ_4 , melynek négy J-atomja a molekulakémiaiban teljesen egyenértékű, ellenben a kristálykémiaiban 1 : 3 arányban két csoportra oszlik és ennek megfelelően foglal helyet a kristályrácsban. Viszont a térrács eleme az elemi sejt, vagy másképpen elemi parallelepipedon nem jelent fizikailag vagy kémiailag zárt egységet, hanem csak egy geometriai fogalmat testesít meg és csupán az atomelrendezés lehető egyszerű leírásának segédeszköze. — Még számtalan példán mutatathatnánk be a különbségeket, de csak egy rendkívül figyelemreméltó eltérésre mutatunk rá, melyről alább szólni fogunk, t. i. a kristálykémiaiban nem szerepel az atomsúly!

A kristálykémia egész felépítése GOLDSCHMIDT V. M. alaptörvényén nyugszik. E nagyjelentőségű törvény szerint: „az anyag kristályszerkezetét az alkotó részek nagysága és polarizációs sajátságai határozzák meg; az alkotórészek atomok (ill. ionok) és atomcsoportok lehetnek“. A kristályrészek nagysága alatt a gömbalakúnak feltételezett részecskék térkitöltését kell értenünk. A gömbök nagysága mérhető és tömegelosztásuk meghatározható. Ezek alapján a kristálykémia alaptörvénye úgy is fogalmazható: „az anyag kristályszerkezetét az alkatrészek tömegviszonya, nagyságviszonya és polarizációs sajátságai határozzák meg; a részek atomok (ill. ionok) és atomcsoportok“. A polarizációs sajátságok és jelenségek alatt azok a változások értendők, melyeket a részecskék elektromos erők hatására szenvednek.

A kristálykémiaának első és legfontosabb feladata a kristályt felépítő elemi részecskék nagyságának meghatározása. E célból GOLDSCHMIDT V. M. és munkatársai az anyagok hosszú sorát vizsgálták meg, pontosan megállapítva azok

rácsszerkezetét. Rendkívül sok ásvány és műtermék kristályairól készítettek Laue-diagrammokat — és más módszerekkel készített felvételeket — s azoknak igen gondos értékelése alapján meghatározták az atomok rádiuszát, vagyis megállapították a gömbalakúnak feltételezett atomok nagyságát. E kísérleti vizsgálatok eredményeképpen közölte 1926-ban GOLDSCHMIDT az ion-rádiuszok táblázatát. Egy évvel később PAULING L. más úton, a Schrödinger-féle hullámmechanika felhasználásával elméleti úton határozta meg az ion-rádiuszokat. Figyelemreméltó, hogy PAULING elméletileg meghatározott ion-rádiuszai és GOLDSCHMIDT kísérletileg megállapított ion-rádiuszai között lényeges eltérés nincs.¹

A rádiuszok rendkívül kicsinyek. Számokkal kifejezhetők, de valójában az érzékelhetőség és elképzelhetőség határán kívül esnek. Mérésükre az Angstrom-egység szolgál: $1\text{Å} = 10^{-8}$ cm, a centiméternek 10 milliomod része, amely úgy viszonylik az egy centiméterhez, mint ez a München—Hamburg közötti távolsághoz.

Amint látjuk, a kristálykémia elsősorban az ionok, atomok nagyságát igyekszik megállapítani, mert a kristályt felépítő részecskék a térkitöltés következményeinek megfelelően rendeződnek el és építik fel a rácsszerkezetet. Tehát nem a súlyuk lényeges, hanem a nagyságuk fontos. S ezért nem szerepel a kristálykémiaiában az atómsúly.

Az atomok gömbalakú elképzelése csak eszményi kép, amely kitűnő munkafeltetésnek bizonyult és nagyon sok kristálykémiai vizsgálatnál eredményesen volt felhasználható. Valójában vannak szerkezetek és pedig elsősorban az ionkristályok rácsai, melyeknél a részecskék: az ionok gömbalakúak. Azonban a gömbalak a legtöbb kristályszerkezetben nincs meg.

Az ionok, atomok rádiuszát, vagyis az ionok, atomok nagyságát nem szabad változhatatlannak gondolnunk, mert — miként a vizsgálatok bizonyítják — méretüket több tényező módosítja. Vegyük szemügyre kissé közelebről e tényezőket.

Ha az elemeket atómsúlyaik szerint soroztatjuk és az elemeket 8, ill. 16 tagú csoportokba osztva, egymás alá írjuk, akkor az így kapott függőleges oszlopokba az egymás alá eső elemek fizikai és kémiai sajátságai nagyon hasonló és periódikusan ismétlődnek (Periodusos rendszer). Az elem helyét ebben a rendszerben a rendszám jelzi. A rendszám közelítőleg egyenlő az atómsúly felével. Ismerve az atom (ion) rádiuszokat, sorakoztassuk az elemeket rendszámaik szerint és pedig úgy, hogy a rendszámokat egy vízszintes és erre merőleges egyenesre viszont az atomrádiuszokat mérjük fel, akkor rögtön fel fog tűnni egy rendkívül fontos szabályszerűség, mely szerint egy kristályrészecske rádiusza függ a rendszámától és az illető atom állapotától. Így például a rendszám befolyását a következő rádiusz méretek szemléltetik:

Egyvegyértékű-pozitív ionok					
Rendszám	3	11	19	37	55
Elem	Li	Na	K	Rb	Cs
Rádiusz	0.78	0.98	1.33	1.49	1.65

¹ Eltérés mutatkozik az egyvegyértékű-negatív hidrogén, továbbá a háromvegyértékű-negatív és a négyvegyértékű-negatív ionoknál.

Kétvegyértékű-negatív ionok

Rendszám	8	16	34	52
Elem	O	S	Se	Te
Rádiusz	1.32	1.74	1.91	2.03

Az elemeknek a periodusos rendszerben elfoglalt helye és az atómrádiuszok közötti kapcsolatról GOLDSCHMIDT rendkívül figyelemreméltó jelenséget állapított meg a lanthanid-elemek sorában. E sorban ugyanis az 57. rendszámú lanthanidtól (57 La) a 71. rendszámú cassiopeiiumig (71 Cp) — tehát növekvő rendszámok esetén — az ionrádiuszok szabályszerűen csökkennek. A jelenséget GOLDSCHMIDT lanthanid-összehúzódnak (lanthanidkontrakció) nevezi. Ennek az összehúzódnak a következménye, hogy a holmium (67 Ho) rádiusza (1.05) majdnem egyenlő a sokkal alacsonyabb rendszámú yttrium rádiuszával (39 Y 1.06), továbbá, hogy a Ho után következő lanthanidek rádiusza az yttrium és scandium (21 Sc 0.83) közé esik.

A lanthanid-kontrakciót újabb kristályszerkezeti vizsgálatok megerősítették. Kristályos trifluoridok és dikarbidok szerkezetét határozták meg a Röntgenfelvételek segítségével. Ezek a mérések a növekvő rendszámmal a rácsméretek csökkenését, a lanthanidek összehúzódnását bizonyították.

Elem	Rendszám	MF ₂ trifluorid	rácsállandói	MC ₂ dikarbid	rácsállandói
		a	c	a	c
La	57	7.329 A	7.163 A	5.54 A	6.55 A
Ce	58	7.273 „	7.124 „	5.48 „	6.48 „
Pr	59	7.218 „	7.061 „	5.44 „	6.38 „
Nd	60	7.196 „	7.021 „	5.41 „	6.23 „
Sm	62	7.15 „	6.98 „		

A lanthanidek összehúzódnását a Bohr-féle atomszerkezet segítségével magyarázhatjuk meg. Ugyanis a lanthanidek ionjainak magtöltése a változatlan vegyérték mellett (3-értékű pozitív) állandóan növekszik.

Hasonló jelenség figyelhető meg a 4-értékű pozitív thorium és a 4-értékű pozitív urán esetében is: a növekvő rendszámmal csökken a rádiusz.

Elem	Rendszám	4-értékű pozitív ion rádiusza
Th	90	1.10 A
U	92	1.06 A

Az uránon túl levő elemek ismeretlenek. De a lanthanidok mintájára a „thoridok” rádiusza előre kiszámítható és vegyületeik kristályszerkezete megadható. Az uránon túl következő elemek alkotják a neptunium-csoportot 94, 95, 96 rendszámmal. Az eddigi kristálykémiai kutatásokból arra következtethetünk, hogy a 94. és 96. elem platinaércekben vagy iridosmiumban lesz felfedezhető. A Pl, Ir és Os ugyanis erősen sziderofil elemek, vagyis olyanok, amelyek a Föld belsejének kialakulásakor a vasmagban váltak ki és gyűltek össze. A Th és U ellenben a szilikátos maradéklúgokban halmozódtak fel: litofil elemek; ezek főleg a szilárd kéregben találhatóak. A rendszámaik szerint sorakoztatott elemek között az U az utolsó litofil elem. Mostani kristálykémiai ismereteink szerint

az U után sziderofil elemeknek kell következniök és csak a 119. rendszámú elem lenne ismét litofil jellegű. Ezek a megállapítások a kristálykémianak legjobb eredményei közé sorolhatók.

A rádiuszok változását tovább vizsgálva, a vegyérték szerepét kell tisztáznunk. Az elem állapotát, ionizációs fokát, elektromos töltését — ami lényegében mind ugyanazt jelenti — a vegyérték fejezi ki. Egy és ugyanaz az elem ionizációs állapotának megfelelően változtatja rádiuszát; pl.

	Ólom, Pb			Tellur, Te		
Vegyérték	4 ⁺	2 ⁺	0 ⁻	4 ⁺	0	2 ⁻
Rádiusz	0.84	1.32	1.74	0.89	1.33	2.03

A fenti két példából láthatjuk, hogy a rádiusz növekvő pozitív töltéssel csökken. Viszont növekvő negatív töltés esetén a rádiuszok is növekednek. E jelenséget igen könnyen megmagyarázhatjuk. A növekvő negatív töltés esetében a rádiuszok növekedését az ellentétesen töltött kristályrészecskék növekvő Coulomb-vonzása bizonyos mértékben kiegyenlíti, míg a rádiusznak növekvő pozitív töltéssel való csökkenését a növekvő Coulomb-vonzás még inkább gyengíti.

Felmerülhet a kérdés, hogy vajjon a kristályrészecskék rádiusza azonos rendszám és azonos állapotban állandó-e vagy kristályról kristályra változik? Erre a kérdésre GOLDSCHMIDT rendkívül részletes vizsgálatainak tapasztalatai alapján azt feleli, hogy az atomrádiuszok azonos rendszám és azonos állapot esetében első közelítésben állandók. Azonos rendszám, de különböző állapotú részecskék rádiusza azonban igen különböző lehet.

Nyilvánvaló tehát, hogy a kristályban az atomok rádiuszát a rendszám és az atom állapota (az ionizáció foka) teljesen meghatározza, ha a szomszédos részecskék elrendeződését és hatását figyelmen kívül hagyjuk. Közelebről vizsgálva a szomszédos részecskékkel való kapcsolatot, kiderül, hogy a rádiuszok méretét e tekintetben három tényező befolyásolja: 1. a körülvevő atomok töltése és elrendeződés módja, 2. a körülvevő atomok különleges sajátsága, 3. termodinamikai tényezők, ez utóbbiak rendes körülmények között eszközölt vizsgálatok esetében figyelmen kívül hagyhatók.

Valamely kristályszerkezetben egy gömbalakúnak feltételezett atom (ion) szomszédjait — az előzőek alapján — az egyes gömbféleségek tömeg- és nagyságviszonya szerint vizsgálhatjuk. Egyszerűség kedvéért legyen két atom(ion)-féleségünk A és X. A legegyszerűbb esetben ezek egymással szemben helyezkednek el. A következő elrendezési mód: egy A-t három X vesz körül úgy, hogy az X-ek egymást és A-t érintik. Feltesszük, hogy az X-alkotórészek sugara nagyobb, mint az A rádiusza. Egyszerű geometriai számítás arról győző meg, hogy ez az elrendeződés csak abban az esetben lehetséges, ha a rádiuszok viszonya, $R_A : R_X$ nagyobb, mint 0.15. Tovább menve, négy X csak akkor vehet körül érintőleg egy A-t, ha a rádiuszok viszonya a 0.22 határértéket nem lépi túl. E számításokat természetesen négynél több alkatrészre is elvégezhetjük és tisztán matematikai úton megállapíthatjuk a határértékeket. Ílymódon további vizsgálataink során nem kell közvetlenül az atom(ion)-rádiuszokkal számolni, hanem helyettük a rádiuszok viszonyát: a rádiusz-kvócienseket fogadjuk el irányadónak.



Ha bármilyen AX összetételű vegyületet veszünk szemügyre, akkor ennél az A és X kristálykémiailag nem azt jelenti, mint a molekulakémiában, hogy a vegyület egy A és egy X alkotórészből áll, hanem azt, hogy a kristályban végtelen sok A és végtelen sok X alkotórész foglal helyet geometriailag jól meghatározott rácspontokban A : X = 1 : 1 arányban. A gömbnek feltételezett A-k körül az ugyancsak gömbalakúnak elfogadott X-ek csakis meghatározott számban helyezkedhetnek el. Azt a számot, mely a szomszédos alkotórészek számát megadja, koordinációs számnak mondjuk.

A koordinációs szám és a rádiusz-kvóciensek között jól jellemzett összefüggés állapítható meg. Az AX-típusú vegyületekre ezt az összefüggést az alábbi táblázat tünteti fel. Megjegyezni kívánjuk, hogy ilyen kapcsolatot nemcsak az AX, de más, pl. AX₂, AX₃, A₂X₃, ABX₃, stb. típusú vegyületekre is minden további nélkül felállíthatunk.

Koordinációs szám	X-ion elrendeződése	Rx : RA határértéke	RA : Rx határértéke
2	egymással szemben	—	—
3	egyenlőoldalú háromszög	6·47	0·15
4	kocka-átmérő (tetraéder)	4·45	0·22
4	négyzet	2·41	0·41
6	oktaéder csúcsok	2·41	0·41
8	kocka-átmérő síkja (téglalap)	1·37	0·73

A koordinációs szám befolyása a rádiuszhányadosokra azonban nemcsak geometriailag, de energetikailag is tárgyalható. E számítások lényege : hogyha a koordinációs szám 3-on felüli, akkor az energiatartalom a koordinált atomok (ionok) térbeli elosztásánál kisebb, mint a síkbeli elrendeződésnél. Így tehát négy ion tetraéderesen és nem négyzetesen helyezkedik el egy központ körül. WERNER A. sztereoekémiai kutatásai ugyanerre az eredményre vezetnek. Fel-tűnő, hogy a koordinációs számok között nem szerepel sem az 5, sem a 7. Ugyanis a vizsgálatok szerint, ha egy bizonyos rádiuszkvóciensnél öt ion körülvehet egy központi iont, ott egy hatodik számára is van még hely. Ugyanígy a hetes koordináció esetén még egy nyolcadik ion részére is.

Az atom (ion)-rádiuszok és a koordinációs szám között határozott összefüggés állapítható meg. Ezt a kapcsolatot szemléletesen tünteti fel az alábbi táblázat.

Koordinációs szám	Li	Be	C	Na	Mg	Al	Si	K	Ca
12	1·57	1·13	—	1·92	1·60	1·43	—	2·36	1·97
8	1·52	1·10	—	1·86	1·55	1·39	—	2·29	1·91
4	—	—	0·77	—	—	—	1·17	—	—
3	—	—	0·71	—	—	—	—	—	—
	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
12	1·45	1·36	1·28	1·30	1·27	1·26	1·24	1·28	1·37
8	1·41	1·32	1·24	1·26	1·24	1·22	1·21	1·24	1·34

Koordinációs
szám

	Ge	As	Rb	Sr	Zr	Nb	Mo	Ru	Rh
12	1.39	1.40	2.53	2.16	1.60	1.47	1.40	1.32	1.34
8	1.34	1.35	2.46	2.10	1.55	1.43	1.36	1.28	1.30
4	1.22	—	—	—	—	—	—	—	—
	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Cs	Ba	
12	1.37	1.44	1.52	1.57	1.58	1.61	2.74	2.25	
8	1.33	1.40	1.47	1.52	1.53	1.56	2.66	2.18	
4	—	—	—	—	1.40	—	—	—	
	Ce	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	
12	1.81	1.59	1.46	1.41	1.37	1.34	1.35	1.38	
8	1.76	1.53	1.42	1.37	1.34	1.30	1.31	1.34	
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Th			
12	1.44	1.55	1.71	1.74	1.82	1.80			
8	1.40	1.50	1.66	1.69	1.77	1.75			

GOLDSCHMIDT és munkatársai igen részletes vizsgálatokat végeztek abból a célból, hogy kiderítsék a rádiuszkvóciensek határértéke és a koordinációs szám befolyását a különböző kristályszerkezetek keletkezésére. E kutatások azt az előrevárható eredményt hozták, hogy a rádiuszkvóciensek egyedül nem döntőek bizonyos ráctípus keletkezésére. Mindenesetre bebizonyosodott, hogy valamely ráctípus csakis határozott rádiuszkvóciens mellett lehetséges, de igen egyszerűen megmagyarázható eltérések felléphetnek.

Ha pl. az AX általános képlettel kifejezett vegyületeket vesszük szemügyre, akkor több igen jellemző AX vegyületet találunk, melynek rácsszerkezetét típusként fogadhatjuk el. Ilyenek a CsCl, a NaCl, a ZnS, a NiAs stb. típus. A NaCl kristályrácsával egyező szerkezete van pl. RbBr, NaJ, CsF, SnSb stb. összetételű vegyületeknek; ezek tehát NaCl-típusúak. Mármost, ha az említett típusokban a rádiuszkvóciensek határértékét vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy CsCl-típusú rácsszerkezete csak azoknak a vegyületeknek lehet, melyeknek atómjai olyan nagyságúak, hogy a rádiuszkvóciensek határértéke 1.37 és 0.73 közé esik. Ha ellenben az AX vegyület atomjainak rádiuszkvóciense 2.41 és 0.41 határértékek közé esik, akkor az illető vegyület NaCl-típusú rác-szerkezetet tüntet fel.

Az AX₂ összetételű vegyületek sorában legfontosabb ráctípusok a fluorit, rutil, kadmiumjodid, molibdenit és pirit típus. A fluorit-típusban a koordinációs szám 8 és 4, vagyis minden A-t nyolc X vesz körül és minden X-et tetraederes elrendezésben négy A. A rádiuszkvóciensek határértékei 0.73 és 4.45. Fluorit-szerkezet keletkezésénél az ion-töltés abszolút értékének nagysága közömbös, mert a határértékek két- és egyértékű ionokra ugyanazok, mint négy- és kétértékűekre. Éppen így közömbös a töltés előjele is, miként az A₂X (pl. Li₂O, Na₂O, Cu₂S stb.) vegyületeknek ú. n. antifluorit szerkezete bizonyítja. Fluorit-

típus lép akkor is fel, ha A és X, vagy ezek egyike komplex, pl. $(\text{NH}_4)_2(\text{SiF}_6)$ vagy $\text{K}_2(\text{PtCl}_6)$.

A rádiuszkvóciensek csökkenése következtében rutil-típus keletkezik: $0.41 < R_A : R_X < 0.73$. Koordinációs szám: 6 és 3. A rádiuszkvóciensek további csökkenése a kvarc, β -kristobalit és β -tridimit rácstípusait eredményezi 4 és 2 koordinációs számmal. Majd az ú. n. polarizációs hatások fellépésekor a kadmiumjoid- és molibdenit-típusok jönnek létre 6 és 3 koordinációs számmal s végül a bonyolult pirit-típus.

Általában az AX és AX_2 típusokban a rádiuszkvóciensek csökkenésével a koordinációs szám csökkenése jár együtt.

$R_A : R_X$	határértéke	Típus	Koordinációs szám
AX	0.73	CsCl	8
	0.53	NiAs	6
	0.41	NaCl	6
	0.22	ZnS	4
AX_2	0.77	CaF_2	8 és 4
	0.73	TiO_2	6 és 3
	0.41	SiO_2	4 és 2
	0.22	CO_2	2 és 1

Ugyanígy — mint fentebb nagyon vázlatosan ismertettük — meghatározhatók más összetételű, pl. AX_3 , AX_4 , A_2X_3 , ABX_3 , ABX_4 , A_2BX_4 stb. összetételű vegyület kristályszerkezete és a rádiuszkvóciensek alapján nagy valószínűséggel előre eldönthető, hogy egy bizonyos összetételű vegyület kristályszerkezete melyik rácstípusba fog tartozni, ill. egy tetszőleges vegyületnek milyen rácsszerkezetének kell lennie.

Ugyancsak kiderült, hogy csak egy, a rádiuszkvóciensek által meghatározott határig cserélhetjük a vegyület alkotórészeit (pl. AX-ben az X-et). A határértéket átlépve, új típus keletkezik. A múlt század második felében megkísérelték már — különösen GROTH P. — a kristályszerkezet és a kémiai összetétel között ilyen összefüggést megállapítani, mikor is organikus vegyületek alkotórészeinek tervszerű helyettesítésével a kristályalak törvényszerű változása, morfológia következett be. E morfológiai változások lényegét azonban csakis újabban a kristálykémiai kutatások világították meg.

Rendkívül figyelemreméltóak a különböző összetételű vegyületek kristálykémiai tanulmányozása során a szilikátokra vonatkozó megállapítások. Az utóbbi években a szilikátok kristálykémiai vizsgálata ennek a fontos vegyületcsoportnak szerkezetéről és lényegéről igen mélyreható felvilágosítást nyújtott. A rádiuszok ismerete pl. már eleve kizárja, hogy a szilikátokban — miként ez előtt gyakran feltételezték — a Si-t Ti helyettesítse. A Si rádiusza 0.39, a Ti atomjéé pedig 0.64, tehát a térkitöltés követelményeit szem előtt tartva, lehetetlen, hogy a kristályban a majdnem kétszer olyan nagy Ti-atom a Si helyén elférjen.

A szilikátok szerkezetét illetőleg alapvető megállapítás, hogy egy Si^{+4} -t négy O^{-2} tetraédes elrendezésben oly módon vesz körül, hogy a tetraéder

középpontjában van a Si, míg a csúcspontokban az O-k foglalnak helyet. Ha egy szilikátban az O-k száma legalább négyszer annyi, mint az Si száma, akkor a negatív SiO_4 -iónt kapjuk.

Megjegyzendő, hogy sok szilikátban az Al hasonló elrendeződésben fordul elő. Az Al legmagasabb koordinációs száma 6, de lehet 4 is. Ha egy Si-O-tetraéderben a négyértékű pozitív szilíciumot részben a csak háromértékű pozitív alumínium helyettesíti, akkor a Si-Al-O csoportnak negatív töltése minden belépő Al-mal egy egységgel növekszik. Míg pl. a Si-O háló töltése a kvarc esetében nulla, tehát elektromosan semleges, addig a földpátok és földpátpótlók Si-Al-O hálójának a negatív töltésegységben többlete van, amely pontosan egyenlő a háló négyes koordinációjában résztvevő Al-részek számával. A negatív töltéstöbbletet pozitív ionok betelepülése egyenlíti ki s így ismét semleges képződmény keletkezik. Ilyen kiegyenlítő ionok az alkálifémek és a kalcium. Ezek a vegyértékek egyensúlyát olymódon hozzák rendbe, hogy minden Al-ra egy alkáli fémion vagy két Al-ra egy kalcium jut.

A szilikátok kristályszerkezetének jellemző sajátága — miként említettük —, hogy a kis átmérőjű Si-atom (0.39) körül a nagy O-atomok (1.32) négyes, tetraédes elrendeződésben foglalnak helyet. Az elrendeződés alapelve mindig ugyanaz marad, ha a Si és az O aránya különbözik is az 1 : 4-től. Ha az arány 1 : 4-nél kisebb, akkor O-k egyidejűleg két tetraéderhez tartoznak. Két SiO_4 -tetraéder egyesüléséből az Si_2O_7 -ion keletkezik; a két SiO_4 -tetraéder egyik csúcspontjában levő O közös. Az egyesülés folytatása zárt gyűrűkhöz vezet; a tetraéderek gyűrűalakban helyezkednek el, pl. Si_6O_{18} . A kapcsolódás egy, két vagy három dimenzióban történhetik. Első esetben Si-O lánc keletkezik SiO_3 brutto összetétellel, ilyenkor minden tetraédernek két-két oxigénje egy-egy szabad vegyértékkel rendelkezik: $-\text{O}-(\text{SiO}_2)-\text{O}-(\text{SiO}_2)-\text{O}-$. A láncok oldalán a szabad oxigének révén két lánc összekapcsolódhatik, úgyhogy Si_4O_{11} összetételű kettős láncok képződnek. Ha e láncok egy síkban a végtelenig folytatódhatnak, Si_4O_{11} összetételű lemezek keletkeznek. Végül e lemezek a fennmaradó végső oxigénjeikkel fűződnek össze és ekkor a háromméretű (három dimenziós) Si-O rácshoz jutunk; ennek bruttó összetétele SiO_2 . E szélső esetben az O-tetraéder mindegyik csúcsa egyidejűleg egy másik O-tetraéderhez is tartozik: tetraéderekből álló térhálózat keletkezik.

Az Si : O arálynak megfelelően tehát tetraéder, tetraéderek, gyűrűk, láncok, lemezek és térhálók jönnek létre. E kapcsolatokról a következő táblázat nyújt felvilágosítást.

Si : O	Az anion alakja	Az anion töltése	Töltés per 1 Si	
1 : 4	SiO_4 tetraéder	-4	-4	MgSiO_4 forsterit
2 : 7	Si_2O_7 kettős tetraéder	-6	-3	$\text{Sc}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ thorveitit
1 : 3	Si_3O_9 tetraéder-gyűrű	-6	-2	$\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$ benitoit
1 : 3	Si_6O_{18} „ „	-12	-2	$\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ berill
1 : 3	Si_nO_{3n} „ „	-2n	-2	$\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ diopszid
4 : 11	$\text{Si}_{4n}\text{O}_{11n}$ „ -lánc	-6n	-1.5	$\text{Ca}_2\text{Mg}_4(\text{Si}_4\text{O}_{11})\text{Mg}(\text{OH})_2$ tremolit
2 : 5	$\text{Si}_{2n}\text{O}_{5n}$ „ -lemez	-2n	-1	$\text{Mg}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)_2\text{Mg}(\text{OH})_3$ talk
1 : 2	Si_nO_{2n} „ -térháló	0	0	SiO_2 kvarc

A fent vázolt elrendeződés a kristályok külső alakján és a fizikai sajátságokban is visszatükröződik. Például az apofillit vagy a talk rácsterkezetében Si_4O_{10} összetételű lemezek helyezkednek egymás fölé, ennek következtében ez ásványok bázis szerint táblásak és ugyanezen lap szerint kitűnően hasadnak.

A szilikátok többnyire igen bonyolult összetételének helyes kémiai képlettel való kifejezése meglehetősen nehéz feladat volt. A kristálykémiai vizsgálatok ezen a nehézségen is átsegítettek. A szilikátokat általában néhány elem építi fel; ezek rádiusza ismeretes. Ha egy csoportba összefoglaljuk azokat a kationokat, melyeknek sugara A -egységekben kifejezve 0.4 ± 0.1 és Z -vel jelöljük, ugyanígy a 0.75 ± 0.15 rádiuszúakat Y -nal, az 1.0 ± 0.1 sugarúakat X -szel, végül az 1.3 ± 0.1 rádiusszal jellemzett alkatrészeket W -vel, akkor a következő csoportokat kapjuk.

B^{+2}	0,3	}	Al^{+3}	0,55	}	Fe^{+2}	0,83	}	X
Be^{+2}	0,3		Ti^{+4}	0,64		Mn^{+2}	0,90		
Si^{+4}	0,39		Fe^{+3}	0,67		Na^{+1}	0,98		
			Mg^{+2}	0,78					
		}	Ca^{+2}	1,06	}	O^{-2}	1,32	}	W
			K^{+1}	1,33		OH^{-1}	1,35		
			Ba^{+2}	1,43		F^{-1}	1,33		

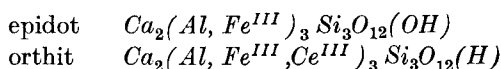
Ezek alapján a rendkívül bonyolult összetételű turmalin az $XY_9B_3Si_6(O, OH, F)_{31}$ képlettel kifejezhető vagy a vezuviánnak $(Ca, Mn, Na, K)_{18}(Al, Fe, Mg, Ti)_{14}Si_{18}(O, OH, F)_{76}$ képlettel megadott összetételét egyszerűen $X_{19}Y_{13}Z_{18}(O, OH, F)_{76}$ képlettel jellemezhetjük. E képleteknek rövidségükön kívül nagy előnyük, hogy a kristályrác ugyanazon pontjain helyetfoglaló, egymást helyettesítő elemeket egy csoportban tünteti fel s a képlet a rácsterkezettel teljes összhangban van.

Eddigi tárgyalásainkban csakis a határozott kémiai képlettel kitüntetett anyagokat, ásványokat vizsgáltuk. A természetben azonban igen gyakran fordulnak elő olyan ásványok, melyeknek egyik alkatrészét egy másik elem részben vagy teljesen helyettesíti. Ezek a keverékkristályok. A keverékkristályok Röntgensugarakkal való tanulmányozása megerősítette azt a felfogást, hogy ezek nem szubmikroszkópikus összenövészek vagy rétegkristályok, hanem a termodinamika értelmében egynemű (homogén) rendszerek. A helyettesítés alkalmával a rácsterkezetete nem, de mérete megváltozik. A keverékkristályok rácjának nagysága az összetevők (komponensek) rácjának méretéből az egyszerűbb vegyületeknél ki is számítható. A helyettesítés alkalmával két eset lehetséges: a helyettesítő atom egy másik helyét foglalja el vagy pedig a meglévő rácshézagokban foglal helyet. Hogy melyik esetről van szó, azt a makroszkópiusan (például piknométerrel) megállapított és a Röntgen-felvétel alapján számított sűrűség összehasonlítása alapján dönthetjük el.

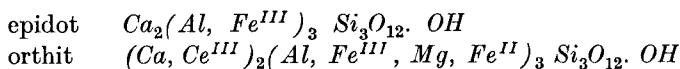
A keverékkristály-képződésre való hajlandóság a reakcióban résztvevő anyagok sajátosságától függ s e téren a részletek még nem eléggé tisztázottak. Az eddigi kristálykémiai vizsgálatok szerint azonban kétségtelen, hogy keverékkristály-képződés csakis abban az esetben lehetséges, ha 1. a kémiai felépítés hasonló és egy általános képlettel kifejezhető, például ABX_4 mint $BaSO_4$ és KBF_4 , 2. a rácstípus azonos, 3. az atom(ion)-távolságok, illetve az atom(ion)-rádiuszok hasonlóak.

Az említettekéből világosan kitűnik, hogy a kristálykémia egészen más szemzőből nézi a keverékkristályokat, mint a molekulakémia. Régebben a vegyértéknek volt döntő szerepe, egyenlő vegyértékű elemek helyettesíthetőségéről volt szó. Ma a rácsterület és főleg az alkatrészek nagysága áll előtérben. Régebben az atómsúly szerepelt, ma a térkitöltés követelményeit vizsgáljuk. E téren rendkívül érdekes és fontos eredmény látott már napvilágot és sokszor nagyon is homályba burkolt kérdés oldódott meg. A bonyolult összetételű ásványok, mint keverékkristályok kémiai felépítésének megfejtését is a kristálykémia tette lehetővé. A számtalan adat közül csak két példát ragadunk ki.

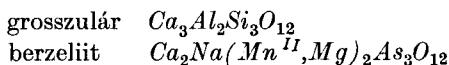
Az epidot-csoport egyik ásványa az orthit. Erről a kristálykémiai kutatások előtt azt hittük, hogy benne az epidot háromértékű Al és háromértékű Fe -atomját a ritka földfémek háromértékű elemei, mindenekelőtt a cerium-sor lanthanidjai helyettesítik a következőképpen



Ma azonban tudjuk, hogy az Al -nak helyettesítése Ce -mal az ionrádiuszok nagy különbsége miatt lehetetlen ($Al^{III} = 0,57 \text{ \AA}$, $Ce^{III} = 1,18 \text{ \AA}$). Ellenben az Al -t Mg^{II} vagy Fe^{II} helyettesítheti, a Ca -t pedig lantanidelemek. Így az orthitban az Al helyére nem cerium, hanem a vele közel egyenlő nagy ionok: Mg és Fe^{II} lépnek, a Ce pedig a Ca helyét foglalja el. Mai ismereteink szerint tehát a két ásvány helyes képletét a következő alakban írhatjuk



Még érdekesebb a berzeliitre vonatkozó megállapítás. A berzeliit szabályos rendszerben kristályosodó ásvány. Kristályszerkezete egyező az ugyancsak szabályos rendszerben kristályosodó gránát szerkezetével. A berzeliit olyan gránátnak tekinthető, melyben a négyértékű Si helyét ötértékű As foglalja el. Az $A_3B_2C_3X_{12}$ képlet szerint azonban három pozitív töltéstöbblet lesz, mivel három négyértékű Si -t helyettesít egy ötértékű As . Ez a többlet úgy egyenlítődik ki, hogy a gránát kétértékű ionjainak egyikét Na , két háromértékű ionját pedig kétértékű Mn és Mg helyettesíti, ilyképpen a formula:



Már a két fentebbi kiragadott példából is világosan kitűnik, hogy a keverékkristály-képződésnél nem a vegyérték, hanem a rádiuszok nagysága, a térkitöltés követelményei játszanak döntő szerepet.

Érdekes, hogy az ötvözetek ugyanúgy viselkednek, mint a keverékkristályok. A legegyszerűbb esetben két fém egymással hézag nélkül keveredő keverékkristályokat alkot, mikor is az alkatrészeknek ugyanaz a szerkezete van; például Ag és Cu . Ha ellenben az alkatrészek két különböző rács típusba tartoznak, akkor a keveredési aránynál az egyik típus átmegy a másikba. Al és Mg ötvözeteknél alacsony Al -koncentrációnál a hatszöges Mg -rácsba helyezkednek az Al -atomok, míg magas Al -koncentrációnál a Mg helyezkedik bele a szabályos rendszerű Al -rácsba.

Egyes ötvözetek igen bonyolult viszonyokat mutatnak, melyeket a Röntgen-diagrammokkal azonban fokról-fokra követhetünk és különösen figyelemre-méltó, hogy ezek a Bakhuis-Roozeboom-féle állapot-ábráknak teljesen megfelelően alakulnak.

Az újabb időben számtalan közlemény számol be azokról a kutatási eredményekről, melyek kétségtelenül bizonyítják, hogy az ötvözetek tanulmányozása terén a kristálykémia megállapításai teljes egészükben alkalmazhatók és a sokszor megoldhatatlannak látszó kérdések egyszerű megoldást nyernek. Különösen az angol és svéd kutatók munkássága derítette ki, hogy az ötvözeteknek kristályszerkezetét az alkotó részek rádiusza, tömeg- és nagyság-viszonya határozza meg. Az ötvözetek vizsgálatánál megkönnyíti a kutatást, hogy az alkatrészek aránya szabadon változtatható és a Röntgen-felvételekkel a tetszőleges arányban előállított ötvözet kristályszerkezete pontosan meghatározható. Természetes, hogy az ötvözetek egyéb fizikai-kémiai sajátosságait is megállapítva, azoknak teljesen összhangzásban kell lennie a kristályszerkezettel. Néhány szerencsés esetben már a kristályszerkezet alapján sikerült az ötvözet fizikai, például mágneses sajátosságát megmagyarázni.

Eddigi tárgyalásaink során a kristályokat felépítő részeket: atomokat, ionokat gömbalakú merev testeknek fogtuk fel. Megállapítottuk nagyságukat, vagyis meghatároztuk rádiuszukat. Tanulmányoztuk azokat a tényezőket, melyek a rádiuszok nagyságát befolyásolják, így tekintettel voltunk az alkotórészek rendszámára, ionizációs állapotára, majd az őket körülvevő részek befolyására (koordináció). Mindezeket a jelenségeket egyszerű vegyületeknél, bonyolult összetételű szilikátoknál, keverékkristályoknál és ötvözeteknél egyaránt szemügyre vettük. De már a kristálykémia alaptörvényének tárgyalásánál említettük volt, hogy az anyag kristályszerkezete az alkatrészek tömegviszonyán, nagyságviszonyán kívül a polarizációs sajátságoktól függ. A polarizációs jelenségek következtében az alkotó részek lényeges változást szenvednek.

Fizikai vizsgálatokból kiderült, hogy az ionok elektromos erők hatására kölcsönösen módosítják alakjukat: deformálhatók. Az iondeformáció mérhető. Meghatározza az elektromos tér erőssége és egy az illető ionra jellemző arányossági tényező. Ha az atomokat mint kicsiny naprendszereket ábrázoljuk: a középpontban foglal helyet a pozitív töltésű atommag s e körül keringenek a negatív töltésű elektronok —, akkor a deformáció az elektronoknak az atommaghoz viszonyított helyzetének eltolódásában nyilvánul meg. Az elektronok súlypontja nem esik egybe az atommag súlypontjával; dipol képződik. Az alkotó részeknek ezt a deformációját nevezzük polarizációnak. A polarizálhatóság mértéke felvilágosít az elektronburok deformálhatóságáról.

Az minden további nélkül belátható, hogy a deformáció annál nehezebben következik be, minél szilárdabb az elektronkötés. Ezt az eredményt az ionrádiuszokat illetően a kristálykémia nyelvén úgy fejezhetjük ki, hogy a polarizáció egyenlő ion-töltés esetén a növekvő rádiuszokkal emelkedik és kisebbedő rádiuszokkal csökken. Úgyszintén nem szorul közelebbi bizonyításra az a megállapítás sem, melynek értelmében a polarizálhatóság növekvő pozitív iontöltéssel csökken, viszont növekvő negatív iontöltéssel emelkedik.

A polarizáció hatását vizsgálva a különböző kristályszerkezetekben, nyilvánvalóan az alkotórészek elrendeződését kell tanulmányoznunk, továbbá a különböző mértékben polarizáló illetve polarizálható ionok viselkedését, kölcsönhatását kideríteni.

A polarizáció az atom(ion)-távolságokat határozottan és mérhetőleg befolyásolja. A részletek mellőzésével, csak annak a ténynek a megállapítására szorítkozunk, hogy a polarizáció az atom(ion)-távolságokat általában csökkenti. Egy nagy szimmetriájú rácsban csak viszonylagosan kicsiny változás áll be, mert minden kationt minden oldalról anionok vesznek körül és viszont. A kisebb szimmetriájú szerkezetekben a távolságok csökkenése azonban már szembeutó.

Az atom-rádiuszok ismertetésekor láttuk, hogy a rádiuszkvóciensek milyen döntő hatással vannak a szerkezeti típusokra: a rádiuszkvóciensek fokozatos csökkenése más és más szerkezeti típusokba vezet át. A polarizáció erőssége éppen így meg tudja változtatni a szerkezettípusokat. Az erősödő polarizációs hatás következtében sorozatos átmeneteket tudunk megállapítani az egyszerű ion-rácstól az összetett molekula-rácsig, mely utóbbinál az alkatrészek között már oly erős — a polarizáció következtében — az összetartó erő, hogy a rácspontokban molekulák foglalnak helyet.

Nyilvánvaló tehát, hogy a polarizáció a kristályszerkezet alkotó elemeit, atomokat (ionokat) összetartani igyekszik; ezért a polarizációt magyarul ionszilárdításnak nevezhetnők. Az ionszilárdítás magyarázata fizikai feladat, s mint ilyen akár a Bohr-féle atommodell, akár a quantum-mechanika tételeinek alapján megoldható.

A kristályoknak Röntgen-sugarakkal való tanulmányozása óta jólismert jelenség, hogy a kristályrácsokban egyes gyökök, pl. a CO_3 , NO_3 , SO_4 , ClO_4 mint többé-kevésbé önálló egységek fordulnak elő. Ha ilyen gyököt a rácsban erősen polarizáló alkatrészek vesznek körül, akkor ezek hatására a gyökön belül az atomtávolságok megváltoznak, mert az erősen polarizáló alkatrész a gyök alkotó részeit magához igyekszik kapcsolni. Ezt a jelenséget kontrapolarizáció — magyarul ionlazítás — névvel jelöljük. A kontrapolarizáció szerkezeti vonatkozásban olyképen nyilvánul meg, hogy az atomtávolságok a gyökön belül növekednek.

Legyen egy BX_4 összetételű gyök, melyben B erősen töltött központi pozitív ion és körülötte négy negatív ion X , pl. tetraédes elrendezésben. Ha a BX_4 gyököt önmagában tekintjük, akkor B polarizáló hatására a $B-X$ távolság arra a legkisebb távolságra csökken, mely az öt ion taszító és vonzó elektromos ereje egyensúlyának megfelel. Helyezzük most az egész BX_4 -t, mint negatív töltésű gyököt egy ionrácsba és vegyük körül A pozitív töltésű ionokkal. Kontrapolarizáció fog bekövetkezni. Az A -k a BX_4 periferikusan elhelyezkedő X ionjait vonzzák — és egyben polarizálják —, aminek geometriai következménye a $B-X$ távolság növekedése lesz. Erős kontrapolarizáció az alkatrészeket annyira eltávolíthatja egymástól, hogy a gyök részei térbelileg többé-kevésbé elválhatnak egymástól: a gyök „fölhasad“.

A kontrapolarizáció rendkívül érdekes és az egész jelenség lényegét megvilágító esetét figyelhetjük meg az ammoniumflorid (NH_4F) viselkedésénél. A szerkezet közelebbi leírását nem tekintve, csak arra a megállapításra szorít-

kozunk, hogy a kontrapolarizáció következtében a négy pozitív hidrogén-ion szerkezetileg két csoportra oszlik: három hidrogén-ion a nitrogén körül helyezkedik el, egy H -ion pedig a fluor felé tolódik el. Így tehát a NH_4 és F helyett az $NH_3 + HF$ elrendeződés áll előttünk. Ennek az elhelyezkedésnek következtében az ammoniumfluorid már aránylag alacsony hőmérsékleten szétesik és a gázalakú NH_3 és HF molekula képződik.

A kristálykémia alaptörvényének megfelelően a kristályszerkezet alkotórészeit bizonyos, a rádiuszoktól megszabott és a polarizációtól meghatározott határig változtathatjuk. Ha azonban e határt átlépjük, morfortrópia következik be: az előbbi szerkezetből új rács keletkezik.

Az alkotó részek változtatásának döntő szerepe van az izomorfia tanulmányozásában. Az izomorfia vizsgálatakor a kristálykémiai kutatások előtt megelégedtünk azzal a megállapítással, hogy azok az ásványok, melyek ugyanabban a kristályrendszerben kristályosodnak és kémiai összetételük hasonló: egymással izomorfok.

A kristálykémia más szempontból tekinti az izomorfiaát és általánosan úgy jelöli meg, hogy az analóg kémiai képlettel jellemzett anyagok analóg kristályszerkezet esetén izomorfok. A hangsúly az analóg kémiai összetételében és analóg kristályszerkezetben van. Két anyag kémiai képletének analógiája azt jelenti, hogy a két anyag brutto-képlete analóg az atomok összes számát, továbbá a pozitív és negatív töltésű részek számát illetően. Az alkatrészek atomok vagy gyökök lehetnek. A szerkezet analógiája pedig abban nyilvánul meg, hogy a két anyagnak geometriailag hasonló elemi térrácsa van s ebben egyenlő számú atomok geometriailag hasonlóan helyezkednek el, úgyhogy az egyes részecskék töltésüknek megfelelően is ugyanazt a helyzetet foglalják el. E követelményeken kívül a kristálykémia alaptörvénye megkívánja, hogy a részecskék viszonylagos nagysága és polarizálhatóságuk viszonylagos erőssége egyenlő vagy közel egyenlő legyen.

Kristálykémiai nézve, az izomorfiaánál nem szerepel a vegyérték. Ezt egyszerűen elhagyhatjuk, mert megkívántuk a részecskék átmérőjének egyenlőségét s ebben már a töltések bennfoglalatnak. Az Al_2MgO_4 , Mg_2TiO_4 , Li_2WO_4 spinell-szerkezetű vagy KJO_3 , $CaTiO_3$, $LaAlO_3$ perovszkit-típusú izomorf-soroknál például az atomok vegyértéke igen különböző.

Ha a részecskék nagyságának nemcsak viszonylagos, de teljes egyezését követeljük meg, akkor a különleges izomorfia esetéhez és ezzel kapcsolatosan a keverékkristály-képződés kutatási területére jutunk. E téren az utóbbi években nagy lendülettel folynak a kutatások és már eddig is értékes eredményeket értek el.

A kb. egyenlő nagy részecskék izomorf helyettesítésével függ össze az a jelenség, melyet rejtőzésnek (elemrejtőzés, Tarnung, camuflage) nevezünk s a ritka elemek geokémiai elosztásában van nagy jelentősége. A ritka elemek ugyanis a gyakoriakkal együtt találhatók, de azoktól kémiai sajátágaik nagy hasonlósága miatt nehezen választhatók el. Így az Y és a ritka földfémek mészsókban rejtőznek. Némelyiket színe elárulja, pl. az ibolyára festett apatit- vagy kalcit-kristályokat neodým színezi. A hafnium a zirkonban, a gallium a bauxitban, az indium a szfaleritben rejtőzik.

Az izomorfia fogalma sok részletvizsgálattal bővült. A csak szerkezetileg egyező vegyületeket az izotópia vagy izotaxia névvel jelölik. Vannak homóotip szerkezetek: a szerkezetek felépítése ugyanaz, de eltérés lehet a részecskék számában vagy a tércsoport szimmetriájában. Polimer izomorfia esetében nem az egész szerkezet, hanem annak csak egy része azonos. Az antizomorfia esetében a szerkezet és a részecskék száma egyező, de a kationok és anionok a rácsban szerepet és helyet cserélnek.

Az izomorfiánál a kristályszerkezet változatlan vagy hasonló, a kristályrészek (atomok) azonban különbözők. Ha ellenben az alkotó részek nem, de a rácsszerkezet változik, akkor az illető anyag polimorf módosulatairól beszélünk és a polimorfia fogalmához jutunk. Az újabb vizsgálatokból arra következtethetünk, hogy a polimorfiát a polarizáció és kontrapolarizáció különleges változása idézi elő termodinamikai tényezők közrejátszása mellett. A vegyületek Röntgen-sugarakkal való tanulmányozása eszközül szolgált a különböző szerkezetek pontos meghatározására és így a polimorf módosulatok keletkezéséről már több esetben sikerült fokról-fokra követni és megállapítani.

A polimorfia legszorosabb kapcsolatban van a morfortrópiával. A polimorf vegyületeknél sorokat állíthatunk fel, melyeknek tagjai egymással az izomorfia viszonyában vannak (izodimorf sorok). Polimorfia akkor következik be, ha az izomorf sorokban a kémiai helyettesítés túlhaladja azt a határt, melynél még a szerkezet változatlan. Amint a kémiai helyettesítéssel e határt átlépjük, morfortrópia következik be, ugyanannak a kémiai összetételű anyagnak új kristályszerkezete képződik: polimorf vegyület keletkezik. Morfortrópia, izomorfia és polimorfia tehát egymással a legszorosabban összefügg.

A kristálykémiai kutatásoknak mindig előterében állott az a törekvés, hogy a különböző rács típusokban az alkotórészeket összetartó erőket és azok tulajdonságát kiderítse. E vizsgálatok ma már annyira haladtak, hogy a különböző rácsoknak e sajátságairól is kielégítő képet tudunk adni. A részletek mellőzésével csupán annak a megállapítására szorítkozunk, hogy a kristályos anyagoknál négy kötési módról lehet szó. Ezek sajátságaikban és erősségükben különböznek. Beszélhetünk ion- és vegyértékkötésről, van der Waal erők által összetartott kristályszerkezetéről és végül fémkötésről. Ezek a kötési módok egymás mellett és egyidejűleg is szerepelhetnek. Azt nem kell különösképpen hangsúlyozni, hogy a kötési módok ismerete mily rendkívül nagy fontosságú.

A kristálykémia kutatási területének áttekintése és eredményeinek rövid ismertetése után nem mulaszthatjuk el, hogy ha csak nagyon is vázlatosan, de mégis néhány példában gyakorlati alkalmazását bemutassuk.

Említettük már és magyarázatát adtuk a ritka elemek „rejtőzés“-ének. Itt említhetők meg azok a gyakorlatilag fontos kutatások, melyek a Föld rétegeinek alkata, anyagi összetétele és az abban szereplő elemek eloszlásának törvényeit igyekszik felderíteni és együttesen a geokémia tárgykörébe foglalhatók. A geokémia nem nélkülözheti a kristálykemiát.

Figyelemreméltó a keménység és kristályszerkezet összefüggése tekintettel a kémiai összetételre.

A kristálykémia tanításainak felhasználásával módunkban van előállítani vegyületeket, melyeknek rácsszerkezetét és annak állandóságát előre meghatároz-

hatjuk. Az izomorf helyettesítés segítségével tudatosan előre úgy válogathatjuk az alkatrészeket, hogy végül kémiaiilag egymástól messze eső vegyületekből készíthetünk keverékkristályokat. Így állították elő a $KMnO_4$ és $BaSO_4$ keverékkristályát is, a melyet mint tartós festékanyagot értékesítettek.

Az előre meghatározott szerkezet szerint előállított vegyületek tulajdonságait gyöngíthetjük, illetőleg erősíthetjük, vagyis a rács típuson belül az alkatrészek közötti távolságokat növelve vagy csökkentve, a szilárdságot, esetleg a fizikai sajátságok egész sorát megváltoztathatjuk. Utóbbi esetre kitűnő példa a Zn_2SiO_4 és Li_2BeF_4 , ezeknek a rácsméretei majdnem-, a kristálytani sajátságok teljesen egyenlők, ellenben a Li_2BeF_6 optikai tulajdonságai, keménysége, olvadáspontja erősen csökkentett, oldhatósága erősen megnövelt mértékben van meg.

Az ötvözetek vizsgálatánál és előállításánál a kristálykémia eredményei irányt mutattak.

Ötvözetek mágneses tulajdonságát csakis kristálykémiai alapon sikerült kideríteni, pl. a $Cu-Mn-Al$ ötvözetben jelen kell lennie a $(CuMn)_3Al$ vegyületnek, ha azt mint mágneses ötvözetet akarjuk előállítani.

A katalizis jelenségét erősen polarizáló kristályrész kontrapolarizációja hozza létre, mikor is megbontja a gyököt és molekulák belsejét.

De még a szervezetek működésében is szerepe van a kristálykémianak. Az emberi szervezet a rendelkezésére álló atomféleségekből a fogzománcot, mint igen kemény anyagot kalciumfoszfátból készítette. Az újabb vizsgálatokból kiderült, hogy a fogzománc kristályos apatitból áll. A keménység a csökkenő atomtávolsággal növekszik, tehát előnyös, hogy a fogzománcot alkotó apatitban lehetőleg kicsi halogén-ion legyen és éppen ezért fluor van benne; a fogzománc fluorapatit.

A kristálykémia gyakorlati alkalmazhatóságának eseteit még számtalan példával szaporíthatnánk, de — úgy véljük — az előzőekből is kiviláglik nagy fontossága.

LAUE 1912-ben közölte korszakot alkotó felfedezését a Röntgen-sugarak interferenciájáról és ezzel eszközt adott a kristályok belső szerkezetének pontos megállapítására. 1923-ban pedig GOLDSCHMIDT kezdte meg a kristálykémia törvényeinek kiderítését célzó módszeres és céltudatos vizsgálatainak közzését. Az akkor elvetett kicsiny magból ma már terebélyes fa fejlődött, amely olyan értékes gyümölcsöket terem, hogy azokat a természettudományok majdnem minden ága hasznosítja. A kutatások folynak. Újabb és újabb eredmények látnak napvilágot s így e kutatási téren a jövő még sok feladat homályba burkolt kérdésére ad majd választ.

Dr. Tokody László.

A Nemzeti Múzeum ásványtárának jubileuma.

Valahányszor magam gyönyörködöm, vagy külföldi szakembereket vezetek ásványtárunk gazdag gyűjteményében és hallgatom elragadtatott csodálkozásukat, őszinte elismerésüket, mindenkor a legnagyobb hálával gondolok arra a két férfiúra, akiknek köszönhetjük, hogy gyűjteményünk ma világviszonylatban a legelsőik közé tartozik, a kontinensen meg egyenesen vezető helyet foglal el. E két férfiú KRENNER JÓZSEF és SEMSEY ANDOR.

Kettős jubileumot ünnepel ásványtárunk ez évben : 130 esztendeje annak, hogy az első adománnyal alapja megvettetett és 60 esztendeje, hogy aranykora beköszöntött.

Az 1802-ben alapított Magyar Nemzeti Múzeum 1808-ban kapja meg a nagynevű alapító, gróf SZÉCHÉNYI FERENC felesége, FESTETICS JULIANNA grófnő „fosszília“ gyűjteményét. E gyűjtőnév alá vették a mult század elején az ásványokat, kőzeteket éppen úgy, mint az őslények maradványait is. A grófnő ajándékával kerültek az első természetrajzi gyűjteménytárgyak az új Nemzeti Múzeum birtokába, s adománya mintegy megtörte ez irányban a jeget. A következő évben ugyanis felejtethetlen JÓZSEF nádorunk és gróf SZAPÁRY PÉTER juttatnak jelentős ajándékokat a fiatal gyűjtemény számára. A nádor csaknem három és félezer darab „fossziliát“, a gróf pompás ősgerinces anyagot adományoz.

A már szépen felgyülemlt anyag rendezését és gondozását a nádor TEHEL LAJOS óbudai orvosra bizza, majd látva, hogy az időközben beérkezett növény- és állattani tárgyak, úgyszintén az ásvány-, őslénygyűjtemény kezelését egy ember már nem képes ellátni, 1814-ben a selmecbányai születésű jeles mineralógust, JÓNÁS JÓZSEFET nevezi ki segédőrnek TEHEL mellé. TEHEL, de különösen JÓNÁS vezetése alatt nagyszerű fejlődésnek indul az ásványgyűjtemény. Utóbbi megindítja a hazai területek anyagának begyűjtését, kérésére a nádor utasítja a bányahatóságokat, hogy az érdekesebb leleteket, szebb ásványokat küldjék be a Múzeumnak. Az így szerzett anyag segítségével JÓNÁS cserébe lép a nagyobb külföldi gyűjteményekkel, sőt el is ad fölös példányokat, hogy árukon hiányokat pótolhasson. Minden jel arra mutat, hogy pompás ásványokat szolgáltató számos bányahelyéről szerte Európában már rég ismert hazánknak e híréhez méltó, kiváló ásványgyűjteménye leszen.

Sajnos azonban 1816-ban TEHEL, 1821-ben pedig JÓNÁS költözik el az élők világából és a nagy lendülettel megindult fejlődés egyszerre megakad. Az utódok egyike sem mutatja a legkisebb érdeklődést sem az ásványtan irányában, s nemcsak hogy újabb anyagot nem szereznek, de a már meglévőnek sem viselik gondját. JÓNÁS halálával kezdődik az ásványtan hétszer hét sovány esztendeje múzeumunkban. Szerencsétlenségünkre ez időben egyetemünkön sincsen e tárgyat szerető és lelkes ifjakat nevelő tanár s évtizedekig nincs utánpótlás fiatal mineralógusokban. Majdnem fél évszázadig olyanok kezelték az elején szép fejlődésnek indult gyűjteményt, kik nemcsak a szaktudásnak, de a tárgyszerezetnek is teljesen híjával voltak. S mivel maguk a vezetők sem érdeklődtek az ásványgyűjtemény iránt, magától értetődik, hogy nem sikerült felkelteni az érdeklődést a nagyközönségben sem. Pedig egy nyilvános gyűjtemény a közönség köréből kikerült fiatal szakemberek, műkedvelők és pártfogók érdeklődésével áll vagy bukik.

A JÓNÁS JÓZSEF halálakor 8451 darabot számláló ásvány-őslénytani gyűjtemény részére néhány évig még érkeznek hazai bányahatóságok részéről küldemények, de az érdeklődés és a szakszerű útmutatás teljes hiánya következtében e küldemények mind gyérebbekké válnak és végül teljesen el is maradnak. Pedig éppen ezekben az időkbén, a mult század elején és közepén, voltak java virágzásukban a bánáti, bihari, északmagyarországi, szatmári és egyes erdélyi bányahelyek, melyeknek szebbnél-szebb ásványai, az említett okoknál fogva,

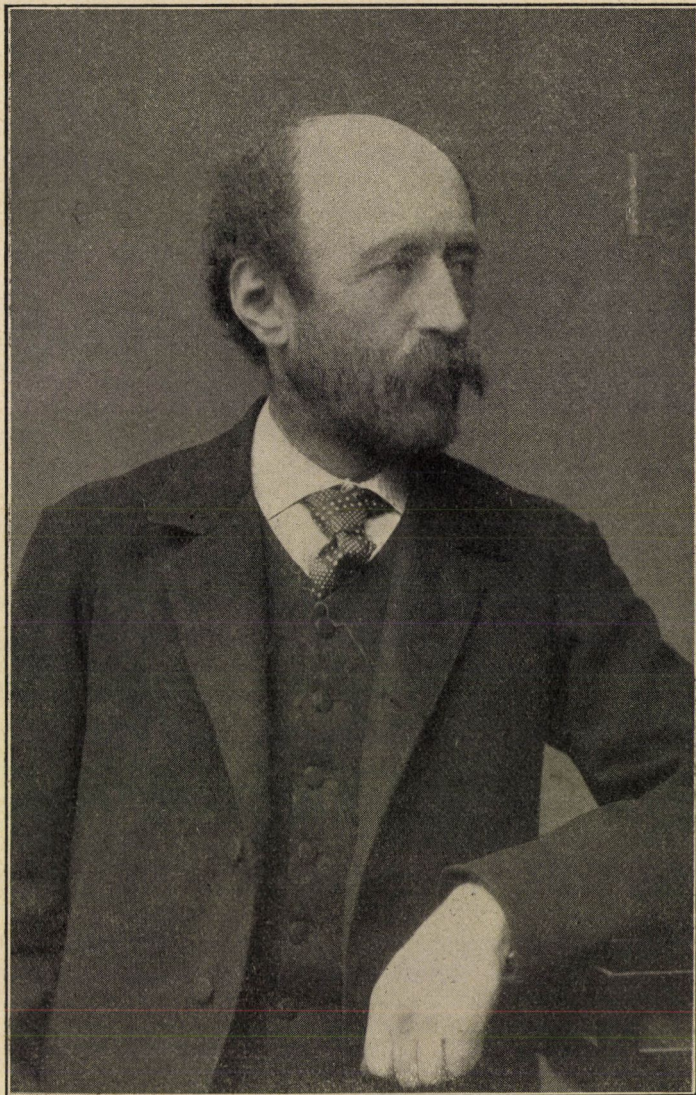
idegen szakemberek, idegen múzeumok zsákmányaivá váltak. A külföldi, de különösen a bécsi gyűjtemények vezetői hamar felismerték a kedvező helyzetet és tisztviselőiket sűrűn küldték Magyarországra gyűjteni, felajánlva segítségüket ásvány-földtani kérdésekben a javarészt úgyszólván német bányatisztviselőknél. És az eredmény nem is maradt el: a magyar bányák értékes ritkaságai Pest helyett Bécs felé vették útjukat. Tekintsük meg a bécsi Természettudományi Múzeum és Földtani Intézet gazdag ásványgyűjteményét, hazánkból a legszebb, legértékesebb darabokat ebből az időből tartalmazza. Lapozzuk át e kor külföldi, elsősorban németnyelvű szakfolyóiratait, egyre-másra találkozunk magyarországi ásványokról idegen szerzők írta értekezésekkel.

Tudományunk terén uralkodó szomorú helyzetet mi sem mutatja jobban mint az, hogy amikor az ötvenes évek elején a természettudományi gyűjteményeket új termekbe költöztették, az ásványgyűjtemény elrendezésére kénytelenek voltak Bécsből HÖRNES MÓRICOT, az udvari ásványgyűjtemény őreit lehipnotizálni, mivel itthon egyetlen feladatra vállalkozó szakember sem találtatott. Véletlen szerencse, hogy e nehéz idők alatt is akadt egy-két nemesen gondolkodó hazafi, aki megemlékezett a Hamupipőke álmát alvó gyűjteményről. 1851-ben a több ezer darabból álló Brunswick-gyűjteményt, reá két évre a híres mezőmadarasi meteorit darabjait, a hatvanas évek elején gyönyörű erdélyi természetrajzi példányokat kapunk ajándékba. 1866-ban, mikor az ungmegyei Knyahinyán a világhíres szert tett meteorkő hullott, a helytartótanács a 41 és egynegyed kiló súlyú második legnagyobb darabot gyűjteményünk számára vásárolta meg. A nagyobb, csaknem három mázsát nyomó példány, mely máig is a legnagyobb ismert meteorkő, sajnos Bécsbe került s most is egyik nevezetessége az ottani természettudományi múzeumnak.

Tárunk helyzetében változás csak a hatvanas évek végével következik be. 1866-ban kerül az ásványtárba mint segédőr KRENNER JÓZSEF és a művészelkű ifjú elbűvöli az ásványok világa. A természetnek ezeket a formákban és színekben olyan változatos remekeit megszereti, szépségük áhítatos rajongója marad élete végéig. A rajongó szeretethez mind mélyebb és mélyebb tudás járul az évek során. 1869-ben az európai műveltségű PULSZKY FERENCET nevezik ki a Magyar Nemzeti Múzeum igazgatójává. KRENNER felkeltette PULSZKY érdeklődését az ásványok iránt és a kiváló igazgató belátta, hogy milyen szegény Európa ásványokban egyik leggazdagabb országára az, hogy első tudományos intézete olyan egészen gyenge ásványgyűjteménnyel rendelkezik. A multak mulasztásait csak egy hazai anyagban különösen gazdag, nagy gyűjtemény megvásárlásával pótolhatták. Véletlenül éppen ebben az időben vált eladóvá LOBKOWITZ herceg nagy hírű gyűjteménye, melyet az országgyűlés, DEÁK FERENC és LÓNYAY MENYHÉRT akkori pénzügyminiszter ajánlatára 35.000 forintért meg is vett a Nemzeti Múzeum számára. A 34.000 darabot számláló hatalmas gyűjteményt maga KRENNER szállítja nyolc vasúti kocsiban a LOBKOWITZOK bilini kastélyából Budapestre. A mai gyűjteményünk alapját tevő gyönyörű példányok egy része csakhamar kiállításra is kerül.

Az immár nem szakembereket is gyönyörködtető gyűjteményt sokat látogatta egy igénytelen külsejű úriember. Egy napon azután bemutatkozott az akkor már műegyetemi tanár KRENNERnek: „SEMSEY ANDOR vagyok.

Kérem, engedje meg, hogy előadásait látogathassam és tanár úrhoz fordulhassak, ha az ásványtan tanulása közben valamiben megakadnék.“ KRENNER



SEMSEY ANDOR

kész örömmel állott SEMSEY rendelkezésére, éveken át tanította, soha el nem fogadva a felajánlott honoráriumot.

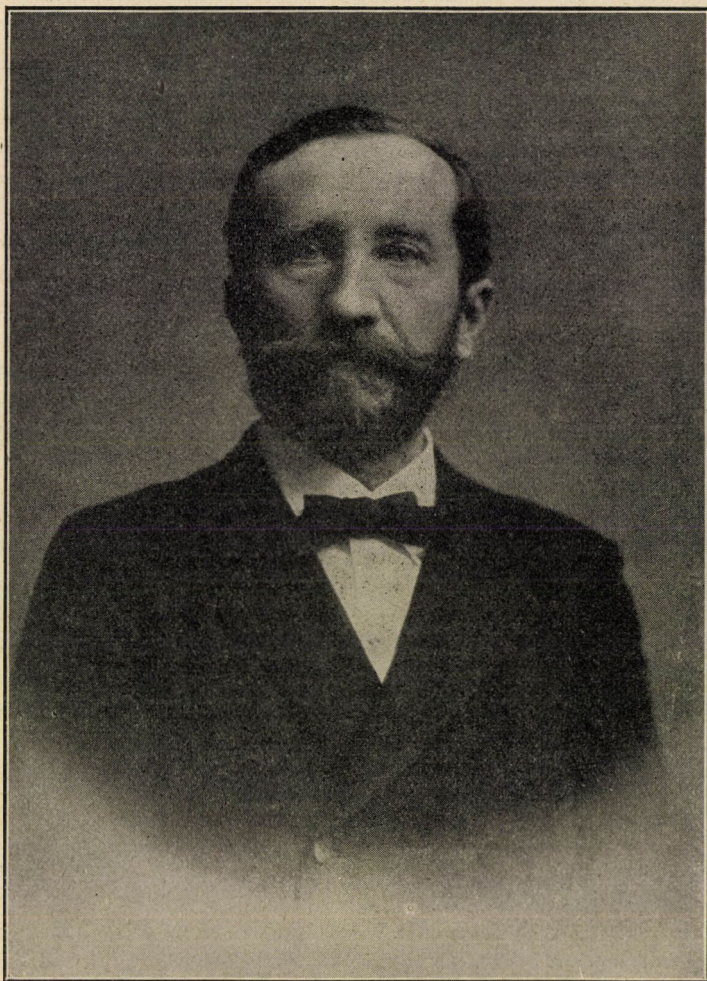
SEMSEY ANDOR, az ásványvilág iránt különös érdeklődéssel viseltető nagybirtokos, megejtve a múzeumi gyűjtemény példányainak szépsége által, tüzelve KRENNER rajongó lelkesedésével, a helyett hogy magának igyekezett volna gyűjtte-

ményt szerezni, ásványtárunk önzetlen mecénásává lett. Mecénássá, kihez foghatóan nemcsak nálunk, de még a külföldön sem igen istápolta senki jobban a szívéhez nőtt gyűjteményt. Az olyan sokáig elhanyagolt, gondozatlan, szegényes ásványtárat ketten emelik a föld első gyűjteményei sorába: KRENNER, a kiváló tudós, az ásványokat a művész rajongásával szerető osztályigazgató és SEMSEY, a magával szemben majdnem a fukarságig szerény, de ha ritka, szép ásványok, hiányzó szakkönyvek, folyóiratok, műszerek beszerzéséről van szó, a könnyelműségig bőkezű magyar földesúr. Egyedül álló jelenség a természet-tudományok hazai történetében ez a két férfiú, kik a múzeum és a magyar természettudomány örök hasznára egymást olyan szerencsésen egészítették ki, mint KRENNER a tudós, aki lelkesíteni és SEMSEY a mecénás, aki lelkesedni tudott. A Krenner—Semsey-kor soha többé vissza nem tér, de boldog lehet az az intézmény, melynek évkönyvei legalább egyszer is megörökíthették.

Az 1878. esztendővel kezdődik ásványtárunk és általában a magyar ásványtan aranykora. SEMSEY, hogy KRENNER irányában érzett háláját némiképen lerója, 17.000 frankot bocsát az említett évben a párizsi világkiállításra készülő tudós rendelkezésére, hogy a kiállításon látott ásványok közül a legszebbeket megszerezhesse a múzeum számára. Mecénásként való fellépte ugrásszerű emelkedést jelent tárunk állományában és pedig minőségileg, mennyiségileg egyaránt. Az 1878/79-es évek folyamán 1400 válogatottan szép és értékes példánnyal szaporodik a gyűjtemény. A következő esztendőben 6000 darabot szerez a múzeum. E számban benne foglaltatik FAUSER ANTAL budapesti gyógyszerész gyűjteményének 700 kitűnő példánya, melyeket szintén SEMSEY vásárol meg számunkra. A nyolevanes évek elején veszi meg az ESTERHÁZY-család gazdag gyűjteményét, mely, miként a Lobkowitz-gyűjtemény, szintén gazdag volt hazai és egyéb európai bányahelyekről kikerült ásványokban. Most egymás után következnek a gyűjteményvételek: a SCHUCHARD, FRENZEL, SCHÄFFER, DAMOUR, BR. UZLÁR, MARQUS DE VIBRAY, a szentpétervári NORPE gyűjteményei, melyeket vagy teljes egészükben szerez meg SEMSEY a múzeumnak, vagy anyaguk javát válogatja ki KRENNERrel tárunk számára. Az ezredéves kiállításon a verespataki kincstári bánya legszebb termésaranypéldányai ötlenek KRENNER szemébe és SEMSEY a legnagyobb készséggel vásárolja meg őket. E darabok bekebelezésével immár verhetetlenül vezetünk a Föld összes múzeumai előtt erdélyi termésaranyak terén. A századfordulón árverezik Bécsben Brazília egykori császárnak, DOM PEDRONAK, kiváló ásványgyűjteményét. SEMSEY felküldi KRENNERT, hogy vásárolja meg a legszebb darabokat.

Hogy mennyire ismerték SEMSEY áldozatkészségét szerte a Földön, mi sem bizonyítja jobban, mint hogy THEMÁK EDE temesvári ásványkereskedőtől kezdve a müncheni MAUCHER, a bonni KRANTZ és a londoni CHAN L.-ig és a filadelfiai FOOTE világcégig a szép és érdekes új ásványszerzeményeket először a Magyar Nemzeti Múzeum ásványtárába küldték megtekintés végett. Hetenként érkezett 1—2 küldemény a Föld minden részéből, sőt néha naponta jöttek a ládák és dobozok. Egy hatalmas, öt centiméteres kristályok borította stefanit (rideg ezüstérc) példányt, a mexikói Sonora bányájából, melynek fényképét küldte meg a londoni cég, s melyért 500 dollárt kért, SEMSEY táviratilag foglalt le múzeumunk részére.

A bőven érkező küldemények KRENNER túlzottan rendesnek egyáltalában nem nevezhető szobájába kerültek. Ebben az igazgatói helyiségben, hová KRENNEREN kívül más halandó csak a legritkább esetben léphetett be, sorakoztak fiókokban, tálcákon, ládákbán a vizsgálatra váró ásványok. Itt ült fél évszázadon keresztül naponta órák hosszat az ásványok tudós barátja, s vizsgálta az



KRENNER JÓZSEF

örökké magával hordott nagyító segélyével a szebbnél szebb példányokat. Mert olyan sokat és olyan nagy szeretettel foglalkozott az ásványokkal, nem csoda, hogy nála jobb ásványismerő alig akadt a valaha is élt mineralógusok között. Nemcsak felismerte a kérdéses ásványokat rövid vizsgálat után, de legtöbbször leelőhelyét is biztosan meg tudta állapítani. Az átvizsgált darabok

közül a legszebbek, érdekesebbek, a gyűjteményben eléggé nem képviseltek vagy éppen hiányzóak SEMSEY elé terjesztettek és rövid reábeszélés után ment is a csekk Bonnba, Bécsbe, Londonba vagy Amerikába.

Különösen fontosnak tartotta KRENNER az igen hiányos és néhány szép hazai darabot nem tekintve, az egészen gyenge meteoritgyűjteményt. Ezekből, a tudományos szempontból különösen ma, a geokémiai kutatások korában olyan nagyjelentőségű természeti tárgyakkól nemcsak egyes hiányzó, értékes darabokat vásárol SEMSEY KRENNER biztatására, hanem egész gyűjteményeket is. Így sikerült elérniök, hogy ez az azelőtt számba sem vehető gyűjtemény ma szintén a legjelentősebbek sorában áll.

Állandó vásárlásai mellett gyakran küldi SEMSEY az ásványtár kitűnő tisztviselőit hazai és külföldi tanulmány- és gyűjtőutakra, e révén is gyarapítva gyűjteményünket. Nyitva volt erszénye, ha laboratóriumi felszerelésről vagy a szakkönyvtár kiegészítéséről volt szó. A szegényes ásványtári könyvtár az aranykorban kitűnő, minden fontosabb szakmunkát, jelentősebb folyóiratot azonnal megszerző könyvtárrá fejlődött. Hogy ez mit jelentett a kutatók szempontjából, ezt a ma nehézségeivel küzdő természetbúvárok tudják leginkább értékelni.

KRENNER JÓZSEF SEMSEY messzemenő áldozatkészségét számos értékes felfedezéssel hálálta meg. Hazánk ásványvilágának kutatási súlypontja külföldről Budapestre, KRENNER intézetébe tevődik át. Számos, általa leírt, főként magyar bányákból származó ásvány közül most csak kettőt említek: az 1881-ben Felsőbányán felfedezett *semseyitet* és az 1893-ban ugyanitt talált *andoritot*. A hálás tudós és múzeumigazgató két ritka magyar ásvánnyal örökítette meg a bőkezű mecénás nevét az ásványtan tudományában.

Az aranykor a háború kitöréséig tartott. KRENNER és SEMSEY vállvetett működése felemelte az ő felleptükig annyira elhanyagolt gyűjteményt a Föld egyik legelső ásványgyűjteményévé, Nemzeti Múzeumunk egyik büszkeségévé.

A csaknem négy évtizedig tartó aranykort hatalmas zuhanás követi a világháború alatt és végeztével. Vételről, gyűjtőutakról alig lehet szó. Hová is mehetnénk gyűjteni, mikor Európa ásványokban aránylag egyik leggazdagabb országából a legszegényebbek sorába kerültünk? Elvesztettük ősi bányahelyeinket, melyek pedig, mint ezelőtt, úgy ma is dúsan ontják az érdekes és szép ásványokat. Mecénásunk sincsen, aki biztosítaná gyönyörű gyűjteményünk további fejlődését.

Mint tárgyát szerető magyar mineralógus, őszinte tisztelettel emlékezem meg legnagyobb mecénásunkról, SEMSEY ANDORRÓL, halála tizenötödik évfordulóján. Mert sokan voltak és vannak, akik többet-kevesebbet segíthetnének a javakban soha nem dúskált magyar természettudományokon, kik önzetlen áldozatkészségükkel szolgálhatnák tudományunk ügyét s mégis a természettudományok hazai története alig néhány nevet jegyezhetett mindeddig csak fel. E nevek között elsősorban áll SEMSEY ANDORÉ.

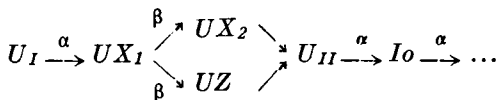
Dr. Koch Sándor.

Az izomer atomok.

A kémiai elemeket régebben az atómsúllyal jellemezték. Különböző atómsúly más elemet jelentett. Az atómelmélet az atómsúly helyébe a rendszámot helyezte. Ha az elemeket növekedő atómsúly szerint egymás után írjuk és megszámozzuk, akkor rendszámukat kapjuk. A rendszám egyúttal azt is mutatja, hány pozitív töltéseleme van az atómmagnak. Így a lithium rendszáma 3 : a lithium magjának annyi elektromos töltése van, mint három protonnak. A proton a hidrogénatom magja, egy pozitív töltéseleme van, vagyis annyi pozitív töltése van, mint amennyi negatív az elektronnak. FAJANS és tőle függetlenül SODDY már 1913-ban megállapították, hogy a radioaktív anyagok körében vannak megegyező rendszámú és különböző atómsúlyú anyagok. Ezek az izotópok. Ilyenek pl. a bizmut, rádium *E*, aktinium *C*, thorium *C* és rádium *C* ; mindegyiknek rendszáma 83, atómsúlyuk 208 és 214 közt változik. Az ilyen elemek megegyező kémiai tulajdonságúak, kémiai módszerekkel nem is lehet őket elkülöníteni. Viszont vannak olyan elemek, melyek megegyező atómsúly-nál különböző rendszámúak és így kémiai tulajdonságaik is eltérők. Ezek az izobárok. Ilyenek a rádium *B*, rádium *C*, rádium *C'*; atómsúlyuk 210, rendszámuk 82, 83, 84. Utóbb a közönséges (nem radioaktív) elemekről is kimutatták, hogy majdnem mind különböző atómk keverékei. Így a neon leginkább 20 és 22 atómsúlyú neon (²⁰Ne és ²²Ne) keveréke. Ezek a neon izotopjai. Most már az atómokat az atómsúly és a rendszám együtt jellemzi. Így a ¹¹₄Be olyan berillium-izotop, melynek atómsúlya 10, rendszáma 4.

Az utóbbi idők atómfizikai kutatásainak egyik legérdekesebb jelensége, hogy olyan atómk is vannak, melyeknek atómsúlya és rendszáma megegyezik és egyes tulajdonságokban mégis különböznek. Ezek az izomer atómk. A kérdés története 1921-ig nyúlik vissza. Az urán *Z* (*UZ*) régen ismert radioaktív anyag. Azt is tudták

róla, hogy az urán bomlássorával függ össze, de helyét HAHN tisztázta. A következő bomlássort állította fel :

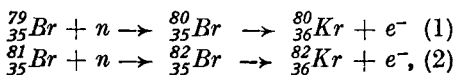


E szerint az *U₁*, mint régóta tudjuk, α -sugárzás közben *UX₁*-gyé alakul. Ennek kétféle β -sugárzása van. Az egyikkel *UX₂*, a másikkal *UZ* keletkezik. Az átalakulásoknak ³⁰/₁₀₀-ében *UZ* áll elő, a többiben *UX₂*. Az *UX₂* és *UZ* izomerek, mindkettőnek atómsúlya 234 és rendszáma 91. De radioaktív sugárzásuk eltérő: az *UX₂* bomlási félideje 1.14 perc, az *UZ*-é 6.7 óra ; azonkívül az *UZ₁* β -sugárzásának közepes energiája sokkal kisebb, mint az *UX₁* β -részei.

Ez az eset sokáig elszigetelt maradt. Nagyobb feltűnést keltett SZILÁRD és CHALMERS megfigyelése, mert ők mutattak rá először határozottan az izomériára. Az indium, ha neutronok bombázzák, radioaktív lesz. A neutron tömege csaknem akkora, mint a protoné, tehát az atómsúly szempontjából egység, töltése nincs. Ha tehát az atómmag neutront vesz fel, akkor mindig olyan magot kapunk, melynek töltése megegyezik a bombázott atómméval, tömege eggyel nő. Más szóval a bombázott mag és a keletkező mag izotop. Az indium mesterséges radioaktivitásában kétféle bomlásidőt találtak : 13 mp és 54 p. SZILÁRD és CHALMERS még egy harmadik bomlásidőt is találtak, ez 3½ óra. Az indiumnak két izotopja van, atómsúlyuk 113 és 115. Az *In* rendszáma 49, tehát páratlan. Az egyetlen hidrogén kivételével nem ismerünk olyan esetet, hogy páratlan rendszámú elemnek kettőnél több izotopja van. Ezért felvesszük, hogy az indiumnak nincs is több izotopja. Tehát az egyik izotopnak kétféle bomlásideje van. Más szóval az egyik izotopnak két izomerjének kell lenni.

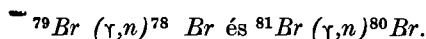
De az izoméria jelentőségét leginkább a bróm vizsgálata tette szembe-tűnővé. A bróm mesterséges átalakulását sokan figyelték meg, de a leg-

utóbbi ideig mégis sok kérdés maradt függőben. ASTON 1920-ban megállapította, hogy a 35-ös rendszámú brómnak két izotopja van, atómsúlyuk 79 és 81. Ez is megegyezik az előbb említett tapasztalattal. FERMI a neutronokkal bombázott brómban két bomlásidőt talált, 18 percet és 4·2 órát. Ezeket a következő folyamatokkal lehet értelmezni:



e^- az elektron szokásos jele. Kémiai úton is kimutatták, hogy a bomlástermék bróm. De mások három bomlásidőt találtak, a harmadik félidő az újabb mérések szerint körülbelül 36 óra. Kétféle lehetőségre kellett gondolni: vagy még egy harmadik izotop is van, vagy pedig az egyik izotop kétféleképpen bomlik. BLEWETT kereste a harmadik izotopot, de ilyen⁴ nem talált. Így biztosítottnak tekinthetjük, hogy a félidők száma nagyobb, mint az állandó izotopok száma. A legegyszerűbb magyarázat az előbbi (1) és (2) folyamat. Ezekben a mag neutron befog és rádióaktív izotop keletkezik.

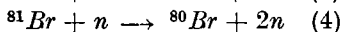
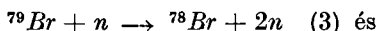
BOTHE és GENTNER γ -sugarakatejtettek a brómra és így tették rádióaktívvá. A természetes rádióaktivitásból eredő γ -sugarak energiája erre a célra nem elég. Ezért mesterséges γ -sugárzást keltettek. Lithiumot protonokkal bombáztak, ekkor a lítiumnak mesterséges γ -sugárzása van. Ezt ejtették brómra. A mag a γ -sugárzást elnyeli és rádióaktív izotoppá alakul. Mindegyik esetben neutron lép ki a rádióaktív bróm-magból, tehát a bomlástermék a bróm izotopja, atómsúlya eggyel kisebb, mint a bombázott magé. Ezt kémiai úton is ki tudták mutatni. Ezeket a folyamatokat így szoktuk röviden jelölni:



Az első jelölés azt jelenti, hogy ${}^{79}\text{Br}$ az átalakuló elem és ez γ -sugárzást nyel el; ${}^{78}\text{Br}$ a keletkező mag és a folyamat neutron kibocsátásával jár. Ugyanígy kell érteni a második folyamatot.

Az egyik félidő 18 perc. Ez már ismeretes volt. Ilyen rádióaktív izotop akkor is keletkezik, ha a brómot neutronok bombázzák. A neutronokkal bombázáskor, mint az (1) és (2) folyamatok mutatják, ${}^{80}\text{Br}$ és ${}^{81}\text{Br}$ keletkezik. A γ -sugárzás ${}^{80}\text{Br}$ -ot és ${}^{78}\text{Br}$ -ot idéz elő. A ${}^{80}\text{Br}$ mindkét esetben előáll, ezért a 18 perces félidő minden esetre a ${}^{80}\text{Br}$ bomlását jellemzi. BOTHE és GENTNER most már háromféle rádióaktív brómot találtak 78, 80 és 82 atómsúlyú, viszont négyféle bomlásidőt. A bomlásidőket mostani értékükben idézzük: 7 perc, 18 perc, 4·2 óra és 36 óra. Látjuk, hogy az első félidő új, az utóbbi három megegyezik a már ismert három félidővel. Ismét több félidőnk van, mint ahány rádióaktív izotop. Arra nem lehet gondolni, hogy a γ -sugárzás két neutron tud a magból leválasztani, ehhez a sugárzás energiája nem elég. Ennélfogva legalább az egyik izotopnak kétféle bomlása van. A bomlásidőket a következő izotopoknak tulajdonítják: ${}^{78}\text{Br}$ (7 perc), ${}^{80}\text{Br}$ (18 perc és 4·2 óra), ${}^{81}\text{Br}$ (36 óra), vagyis ${}^{80}\text{Br}$ -nak két izomer módosulata van. Így BOTHE és GENTNER az izomer atomok létének újabb nyomos bizonyítékát adták.

Megjegyezzük, hogy JONSON és HAMBLIN, mikor a neutronokkal bombázott bróm aktivitását vizsgálták, már megtalálták a három izotopot. U. i. neutronokkal bombázott brómban az (1) és (2) folyamatokon kívül más átalakulások is keletkezhetnek. Ezek:



Már FERMI említi ezeket a folyamatokat, mint lehetőségeket. De ekkor még nem ismertek olyan átalakulást, melyben a mag egy neutron befog és két neutron kibocsát. Ez tehát csak elméleti lehetőség volt. Azóta azonban több ilyen átalakulást ismerünk. Az ilyen átalakulásokat gyors neutronok keltik. De a negyedik bomlásidőt JOHNSON és HAMBLIN nem találták meg.

Kétféle izomernek nemcsak atómsúlya és rendszáma egyenlő, hanem még mélyebbre ható megegyezés van

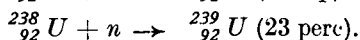
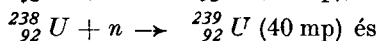
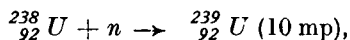
köztük. A mesterséges radióaktivitás körében régóta ismeretes a rezonancia, de egészen más értelemben, mint a hullámoknál. A rezonancia itt azt jelenti, hogy ha különböző sebességű neutronokkal bombázzuk az átalakítandó elemet, mint jelen esetben a brómot, akkor találunk olyan sebességet, melynél a neutronok a legnagyobb számban hatolnak be az atommagba. Tehát a neutronoknak ennél a sebességénél a radióaktivitás a legerősebb, mert az átalakuló atomok száma a legnagyobb. Fordítsuk most figyelmünket a ^{80}Br -ra, mert ennek két izomerjéről, a 18 perces és 4·2 órás félidővel bomló izotopokról van szó. Mint láttuk, a ^{80}Br vagy a ^{79}Br -ból keletkezik, ha ezt neutronokkal bombázzuk, vagy pedig ^{80}Br -ból, ha γ -sugarakat ejtünk rá. Most az első eset érdekel bennünket. Ha a bróm lassú neutronokat befog, akkor rezonanciát észleltek. FLEISCHMANN kimutatta, hogy rezonancia esetében azoknak a neutronoknak energiája, melyeket két izomer mag befog, megegyező. Ez a kérdés az izomerek keletkezésére fontos. A mag először befogja a neutront; ekkor közbeeső mag keletkezik. Ez csak nagyon rövid ideig marad meg, az (1) vagy (2) folyamatok szerint átalakul. Abból hogy a rezonancia-neutronok energiája a két izomernél megegyezik, azt lehet következtetni, hogy a közbeeső magok még egyenlők és csak a bomlás után keletkező két mag különböző.

Ha a brómot neutronokkal bombázzuk, a két izomer nem egyenlő mennyiségben keletkezik, hanem a 18 perces és 4·2 órás izomerek tömegviszonya 2·3. Tehát első izomer tömege meghaladja a másik tömegének kétszeresét. Ez a viszony nem függ a neutronok sebességétől. Rezonancia esetén több atom bomlik ugyan fel, mint a bombázó neutronok más sebességénél, de a tömegek viszonya 2·3 marad. De ha a ^{80}Br a (4) folyamat szerint, vagyis (n , $2n$) folyamatban keletkezik, akkor a tömegviszony csak 0·56, tehát éppen a 4·2 órás izomer tömege majdnem kétszeres.

Mikor rhodiumot neutronokkal bombáztak, FERMI és társai kétféle bom-

lásidőt találtak. Ezek az újabb megfigyelések szerint 44 mp. és 4·2 p. Mindkét bomlás elektronok kibocsátásával jár. De a rhodiumnak csak egy állandó izotopja van, tehát a keletkező két radióaktív izotop egyúttal izomer.

A nehéz atomok körében az urán jelenségei tűnnek elsősorban szemünbe. MEITNER, HAHN és STRASSMANN nagyon alaposan figyelték a neutronokkal bombázott urán mesterséges radióaktivitását. Erről más helyen már szóltam, ezért most csak arra a részletre szorítkozom, amely az izomériával függ össze. Kimutatták, hogy az urán neutronok bombázására háromféleképpen alakul át:



Itt tehát három izomer uránt látunk, mindegyik 239 atómsúlyú és 92 rendszámú, mindegyik β -sugárzó, de bomlásidejük lényegesen különböző. Mind a három izomer egy-egy bomlás-sor kiinduló pontja. Nagy fáradsággal sikerült a sorokat is felállítani. A sorokban vannak 92-nél, az eddig ismert legnagyobb rendszámú elemnél nagyobb rendszámú elemek is. Növeik a jelenség érdekességét az a körülmény, hogy a ^{238}U -nak természetes radióaktivitása is van, α -sugárázással UX_1 -gyé alakul. Erre az uránizotopra hivatkoztunk, mikor az UX_2 és UZ izomériájáról beszéltünk. A neutronokkal keltett mesterséges radióaktivitás hozzájárul a természetes radióaktivitáshoz. Van az uránnak másik két izotopja is, ${}_{92}^{235}\text{U}$ és ${}_{92}^{234}\text{U}$. A három urán tömegviszonya 100 : 0·3 : 0·007. A ^{235}U -nak is van természetes radióaktivitása, α -sugárázással UY -ná alakul. De sem ennek, sem a még kisebb mennyiségben jelenlevő ^{234}U -nak mesterséges aktivitását még nem vizsgálták.

Röviden utalunk arra, hogy a nehéz elemek közt az izomériának még egy esete van. ASTON szerint az ólomnak egyik izotopja a ${}_{82}^{210}\text{Pb}$, tömege a keverék ólomnak 0·8%-a. Ez izomer a β -

sugárzó *Ra D*-vel. Az előbbieken említett izomer atomok mind rádióaktívak és a sugárzás tulajdonságaiban különböznek. Most állandó és radióaktív atómnak izomériáját látjuk.

Minden eddigi esetben az izomer atomok megegyező részeket sugároznak ki, mégpedig negatív elektronokat. Evvel szemben CORK és THORNTON az ezüstnek $^{106}_{47}\text{Ag}$ izotopjánál másféle két izomert találtak. Az egyik elektronokat bocsát ki, bomlási félideje 8 nap, a másik izomer pozitronokat sugároz és 25·5 perces félidejével bomlik.

Az utóbbi időben a könnyű elemek körében is találtak példát az izomériára. A ^{10}B átalakulása, ha α -sugarakkal bombázzuk, már régebben ismeretes. Ez a folyamat $^{10}\text{B}(\alpha, p)^{13}\text{C}$. (p a proton jele.) De a folyamat alaposabb vizsgálatakor nehézségek lépnek fel. Minden ilyen folyamatnál energia-egyenleget lehet felállítani. Ennek értelme a következő. Adjuk össze a baloldalon levő részek tömegét ($^{10}\text{B} + \alpha$) és a jobboldalon levő részek tömegét ($^{13}\text{C} + p$). A részeknek sebességüknél fogva kinetikus energiájuk is van, ezt a relativitás elmélete szerint átszámíthatjuk tömegre (E energia E/c^2 tömeggel egyenlő értékű, c a fénysebesség). Az így kapott tömeg-egyenleteket adjuk mindkét oldalon az előbbi tömegekhez. Ekkor a két oldalon egyenlő értékeket kell kapnunk. Ez az energia-egyenleg.

De az előbbi folyamatoknál az egyenleggel baj volt: a jobboldalon energia-hiány mutatkozott. A bajon lehet segíteni. A mag neutronoknak és protonoknak összetétele. Mindegyik alkotórésznek van olyan állapota, amelyben energiája legkisebb. Ez az alapállapot. Ha a mag energiát nyel el, akkor egyes részek az alapállapotból magasabb energiájú állapotba mennek át. Ilyenkor a mag gerjesztett állapotban van. Az energia-egyenleget helyre lehet állítani, ha felvesszük, hogy a ^{13}C nem az alapállapotban keletkezik, hanem gerjesztett állapotban és így a hiányzó energia a magban rejlik. De a gerjesztett állapot rendszeren csak nagyon rövid ideig marad meg. A mag az alapállapotba tér vissza és az ener-

gia-különbséget kisugározza. BOTHE és MATIER-LEIBNITZ azonban a leggondosabb vizsgálatokkal sem tudtak sem β -, sem γ -sugárzást kimutatni.

De akkor csak egyféle magyarázat lehet. Már régebben ismerjük a metastabil állapotot. Ez is gerjesztett állapot, de ebből a mag nem mehet át kisebb energiájú állapotba. Mert nem minden átmenet lehetséges, vannak tiltott átmenetek. Ne úgy értsük ezt, hogy a magban tiltott átmenet egyáltalában nem lehet, vagyis a mag a metastabil állapotban a végtelenségig megmarad. A gerjesztett állapot általában a másodpercek százmilliomod részéig tart, azután a mag sugárzás kíséretében alacsonyabb energiájú állapotba megy. A metastabil állapot milliószor hosszabb ideig marad meg. Végül a mag mégis elnyel külső energiát, például ha anyagi rész ütközik bele. Ekkor átmegeg más állapotba és innen visszakerülhet az alapállapotba, persze az energia-felesleg kisugárzásával. A metastabil állapot tehát azt jelenti, hogy a mag átlag a másodperc századrészéig marad benne. Ez itt már igen hosszú idő. Az előbbi folyamatban a ^{13}C metastabil állapotban keletkezik. Más szóval ez a ^{13}C az eddig ismert, alapállapotban levő ^{13}C izomerje.

Ezek a megfontolások átvezetnek bennünket az izoméria elméleti értelmezésére. Az elmélet még csak a kiinduló pontnál tart. WEIZSÄCKER vetette fel azt a kérdést, hogyan illik bele ez a jelenség az elmélet mai felfogásába. Minden atómmagban a protonok száma egyenlő a rendszámmal, az atómsúly pedig a protonok és neutronok számának összegével. Így a $^{80}_{35}\text{Br}$ magjában 35 proton és 45 neutron van. Az izomer atómmagokban tehát megegyező számú proton és neutron van. A magok csak abban különbözhetnek, hogy eltérő mértékben vannak gerjesztve, mint a ^{13}C esetben részletesen kifejtettük. A gerjesztett állapot metastabil, de élettartama még nagyobb, mint a metastabil állapoté általában szokott lenni, lehet néhány perc, sőt néhány óra is. Az uránról említettük, hogy az izomerekből háromféle bomlásor keletkezik. Tehát fel-

kell tennünk, hogy az izomer atómkok különböző tulajdonságai a bomlástermékekre is kiterjednek. Az elmélet azt is felteszi, hogy az átmenet a metastabil és az alapállapot között nem egyetlen ugrással történik, hanem 3—5 egymás után következő ugrással. Az urán Z keletkezését csak úgy lehet megérteni, ha feltesszük, hogy az UX_1 felbomlása után az eseteknek legalább

abban a $30/_{00}$ -ében, mikor UZ keletkezik, a mag gerjesztett állapotban marad vissza és ebből fokozatos ugrás lehetséges. A mag elmélete szerint az egyes részecskének, tehát a protonoknak és neutronoknak saját forgásuk van. WEIZSÄCKER szerint az izomer magok eltérése a különböző forgáson alapszik. További részletek már túlságosan megszűre vezetnének bennünket.

Mende Jenő.

A légkör legfelsőbb rétege: az ionoszféra.

A legutóbbi évtizedek kutatásai a légkörre vonatkozó ismereteinket hatalmas mértékben gazdagították. A meteorológia újabb vizsgáló módszerei, a repülés és léghajózás, a sztratoszférá-felzállások új, meglepő dolgokat hoztak tudomásunkra. Megismertük, hogy a levegőtenger fizikai megnyilvánulásai szerint több, jól elhatárolható rétegre osztható. A legalsó réteg: a troposzféra általában 12—15 km magasságig terjed, ezen felül egy új réteg: a sztratoszféra következik, melynek felső határa kb. 40 km magasságban van.

A sztratoszférát azonban kutató léggömbökkel legfeljebb 35 km-ig, hangterjedési kísérletekkel 45—50 km-ig tanulmányozhatjuk. Ezeken a magasságokon felül egészen az utolsó évtizedekig nem sikerült komoly vizsgálatot végezni. Tudomást szereztünk ugyan néhány, a légkör legfelső részeiben lejátszódó jelenségről: mint például az északi fényről, a levegő surlódásától felhevült meteorok felvillanásáról, a Krakatau tűzhányó mult századbeli nevezetes kitörésekor igen nagy, kb. 80 km-es magasságba feljutó vízpárák alkotta felhőkről, azonban mindezek kevés tájékoztatást nyújtottak a legfelső légrétegekről. A sarkifénykutatás biztatott még a legtöbb reménnyel, egymagában azonban ez sem nyújtott volna kielégítő eredményt, ha nem társul hozzá egy újabb jelenség: a rövid rádióhullámok terjedési módja, melynek kutatása az utóbbi években hatalmas lökést adott a legfelső légrétegekre vonatkozó vizsgálatok fejlődésének. Így ismerkedtünk meg a levegőtenger egy újabb ha-

talmas rétegével: az ionoszférával, mely körülbelül 100 km-es magasságtól a légkör legfelső határáig terjed. 40-től 100 km-ig egy ózonban gazdag réteg terül el, amelyet ezért ozonoszférának nevezhetünk. Ez a réteg sok szempontból az ionoszférának kiegészítő része, azzal sok tekintetben egybefoglalható.

1. Az ionoszféra kutatás a rádióhullámokkal. Régi tapasztalat, hogy a 100 m-nél kisebb hosszúságú elektromos hullámok nagyobb távolságban olyan erősséggel jelentkeznek, amely rendes talajmenti terjedéssel meg nem magyarázható. Ugyanis jól ismeretes, hogy a hullám erősségének a távolság növekedésével állandóan csökkenni kell; a tapasztalat mégis azt mutatja, hogy ez a csökkenés csak bizonyos távolságig tart, azontúl az erősség újra nagyobb lesz. A jelenség magyarázása végett KENNELLY és HEAVISIDE már 1902-ben felvetették, hogy a Földet oly láthatatlan burok veszi körül, amely a hullámokat nem engedi a világűrbe szét-szóródni, hanem azokat mintegy szűk csatornába szorítja, úgyhogy a felvevőállomáson nemcsak a talajmenti, hanem erről a láthatatlan burokról visszavert hullámok is jelentkeznek.

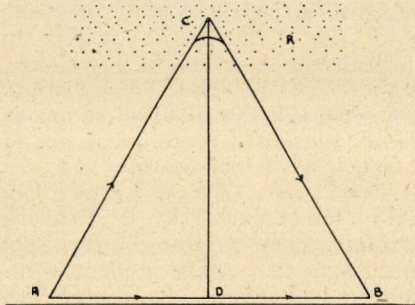
Ez a visszaverő réteg csak egy módon képzelhető el: a légkör bizonyos magasságú tartományában a különböző molekulák és atomok között negatív töltésű elektronok, továbbá pozitív és negatív töltésű atomok és molekulák, azaz ionok vannak igen nagy számban. Kimutatható elméleti úton, hogy az ilyen réteg az elektromos



hullámokkal szemben úgy viselkedik, mint például egy vízréteg a fényvel szemben: a hullámok egy részét visszaveri, más részét megtörve át bocsátja.

100 km-es magasságtól kezdve több ilyen ionos réteg van, ezektől kapta a levegőtengernek ez a része az ionoszféra nevet.

Az ionoszféra kutatására BREIT és TUVE módszerét használják. Az adóállomás A -ból rövid elektromos jelet ad le, ezt bizonyos távolságban B vevőállomás fogja fel (1. ábra). A vevőállomáson először az AB úton haladó talajmenti hullám jelentkezik, utána kis késéssel az ABC úton haladó vissza-



1. ábra. A rádióhullámok visszaverődése az ionos rétegről. ADB a talajmenti hullám, ACB a visszavert hullám útja, CD az R réteg magassága.

vert hullám. A késésből kiszámíthatjuk az utóbbi haladási idejét; ennek és az ismert terjedési sebességnek segítségével az ABC út hosszát. Ezután a réteg magassága: CD könnyen kiszámítható. Meg kell jegyeznünk, hogy az elektromos hullám nem oly egyszerűen verődik vissza, mint a fény a tükörről, hanem amint a rajzon is jól látható, behatol a rétegbe s tulajdonképpen visszahajlik. Hogy a hullám milyen mélyen megy be a rétegbe, az függ a hullám rezgésszámától és a réteg elektromos töltés-sűrűségétől, vagyis az 1 cm^3 -ben foglalt ionok számától. Minél kisebb a töltés-sűrűség, annál magasabba vándorol a visszaverődési pont; minél nagyobb, annál alacsonyabban áll; ha bizonyos érték alá esik, egyáltalában nincs visszaverődés. Így módunkban van nemcsak a visszaverő réteg magas-

ságának megállapítása, hanem a réteg elektromos sűrűségének, azaz az egységnyi térfogatban foglalt ionok számának a meghatározása is!

A rezgésszámtól való függés alapján pedig meg tudjuk találni az ionoszféra valamennyi rétegét. Erre a következő módszer szolgál. Az adóállomás ugyanakkora energia mellett folytonosan változtatja rezgésszámát, megkezdve az adást például 100 méteres hullámmal; a hullámhosszat folytonosan csökkentve kb. 60 méteres hullám esetében az eddig 100 km magasról visszaverődő hullámok eltűnnek és csak 300 km-es magasságból térnek vissza. Ez azt jelenti, hogy két réteg van: az alsó kb. 60 méteres hullámhosszúságig minden hullámot visszaver, a rövidebb hullámokat átengedi, ezeket viszont a felső réteg veri vissza. — Végül ha a visszavert hullám energiacsökkenését mérjük, következtetést vonhatunk a legfelső légrétegek sűrűségi és hőmérsékleti állapotára.

Szinte csodálatos, hogy egy aránylag egyszerű módszer oly távoleső helyekről, mint a levegőtenger 100—400 km-es magasságai, mennyi mindenre tud feleletet adni!

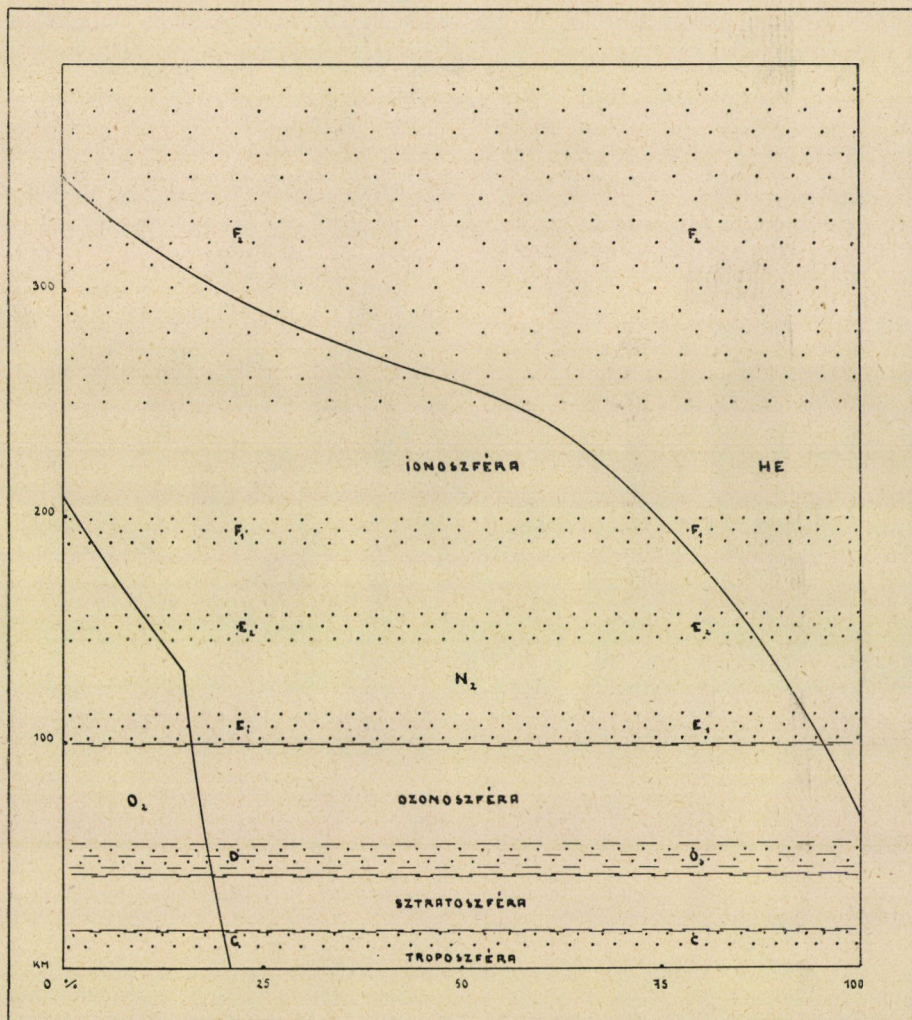
2. Az ionos rétegek. A kutatások szerint két főréteg van: az E réteg, melyet KENNELLY—HEAVYSIDE-rétegnek is neveznek, és az F réteg, amelynek felfedezése APPLETON nevéhez fűződik. Mindkettő két jól elhatárolt részre tagozódik: az E_1 és E_2 , továbbá az F_1 és F_2 rétegre. Ezeken kívül az utóbbi évek még két új rétegnek: a C és D rétegnek a felfedezését hozták (2. ábra). Az egyes rétegek különböző tulajdonságait a következő táblázatból ismerhetjük meg:

A réteg neve	Magasság km-ekben	1 cm^3 -ben levő ionok száma	Hőmérséklet absz. fokokban*
C	6—15		
D	55		kb. 350
E_1	100	180,000	kb. 370
E_2	150	250,000	
F_1	180	380,000	400
F_2	250—400	610,000	kb. 500

* A hőmérsékletet abszolút fokokban megkapjuk, ha Celsius fokokban mért hőmérséklethez 273-at hozzáadunk.

Az iónok és elektronok tehát hat lemezszerű rétegben helyezkednek el, ezek között egyáltalán nincs, vagy csak nagyon kevés ión és elektron van. Az ionoszféra alsó határának az E_1 réteget, vagyis a 100 km-es magasságot tekintik; az F_2 réteg 400 km-ig terjed, úgyhogy az iónos rétegek tanulmányozásával a felső légrétegek kutatása ha-

talmasan halad előre. A felsőbb rétegek ióntartalma nagyobb, mint az alsóké; éppen ez ad módot a megtalálásukra. Az E_1 rétegnek éles alsó határa van, s mivel e mellett az adó hullámhosszának változtatásával magassága alig változik, valószínűleg csak kis vastagságú: APPLETON szerint mintegy 4 km vastag. A rétegekben levő iónok szá-



2. ábra. A légkör szerkezete, összetétele és az iónos rétegek. — A troposzféra határán találjuk a C réteget, az ozonoszféra alsó részében a D és az ozonréteget. A tulajdonképeni ionoszférába esnek az E és F rétegek. A rajzról leolvasható a légkör összetétele tetszőszerinti magasságban, a görbék által határolt területek az oxigén (O^1), nitrogén (N^1) és hélium (HE) megfelelő százalékos arányát mutatják, ha a keresett magasságban képzeletben egy vízszintes csíkot hasítunk ki.

mának és a magasságnak az ingadozása a trópusokon nagyon szabályszerű és jól egyezik CHAPMAN elméletével, amelyre a későbbiekben rátérünk.

Az újabb időkben az alacsonyabb D réteg jelenlétét is alaposan megvizsgálták, létezése biztosnak mondható. Nyáron alacsonyabban fekszik, mint télen, éjjel felmelegedik, erős mágneses viharok alkalmával heves ingadozásai vannak. Néha még mélyebb rétegről is vannak visszaverődések (C), itt állandó határozott magasság nem állapítható meg. LENZ számításai szerint a kozmikus sugárzás 13 km magasságban termeli a legerősebben az ionokat; lehet, hogy a réteg ennek köszönheti létrejöttét.

A legtöbb mérés a mérsékelt égövől származik, azonban pár év óta Észak-Norvégiában, Tromsöben is folynak rendszeres kutatások. Itt tűnt ki, mint legfontosabb eredmény, hogy az E és F_1 rétegen való visszaverődések télen, a sarki éjtszakában kimaradnak, ezzel szemben az F_2 ionsűrűsége megnő. A tromsöi észleleteknek megfelelően BYRD kapitány sem talált délsarki expedícióján E réteget, viszont az F_2 -ről való visszaverődéseket rendszeresen kapta. Mindebből azt következtethetjük, hogy az alsóbb rétegek keletkezését a Nap befolyásolja, a legfelsőét nem.

A rétegek magassági adatai átlagos értékek, a magasságnak és az ionsűrűségnek szabályos napi és évi járása van. Az E_1 réteg napi járásában a magassági változás igen kicsi, napkelte előtt van a legmagasabban, délben a legalacsonyabban. Az ionsűrűség már erősen változik, legnagyobb délben, ezután lassan csökken, legkisebb értékét napkelte előtt veszi fel. Hasonló a járása az E_2 és F_1 rétegnek is. Évi járásban legnagyobb az ionsűrűség nyáron, legkisebb télen, a magasság legkisebb nyáron, legnagyobb télen. Az F_2 réteg járása más. Éjjel 250—300 km magas, délig 400 km-re emelkedik, aztán ismét süllyed. Ez a fajta napi járás az egész Földre érvényes. Évi járásban magassága télen kisebb, mint nyáron; ionsűrűsége télen a legnagyobb. A többi rétegektől eltérő viselkedése miatt a keletkezésére vonatkozó

minden elméleti kísérlet felmondta a szolgálatot.

3. Az ionos rétegek ingadozásai. Mint a későbbiekben látni fogjuk, elméleti megfontolásokkal bebizonyítható, hogy az ionos rétegek a Naptól kiinduló különféle sugárzásoknak köszönhetik létrejöttüket. Erre azonban egyebek mellett a napfogyatkozások alkalmával észlelt jelenségek kísérleti bizonyítékokat is adnak. A legutóbbi fogyatkozások idején végzett kutatások azt mutatják, hogy amint a Hold eltakarja előlünk a Napot, a rétegek ionos állapotában nagy változások állanak be. Az E_2 rétegben az ionok száma mintegy 30%-kal, az F_1 rétegben 40%-kal süllyed. A legnagyobb csökkenés éppen a legteljesebb fogyatkozás idejével esik egybe. Feltűnő ugyanakkor, hogy az F_2 rétegben, amely mint láttuk egyéb szempontokból is eltérő viselkedést mutat, semmiféle változást nem lehetett észlelni. A fogyatkozások alkalmával észlelt változások világosan mutatják, hogy a rétegek ionjait a napsugárzás termeli, mely a légkör egyes rétegeit ionizálja. Erre mutat még az is, hogy napfáklyák vagy napfoltok fellépésével az ionozás erősen megnövekszik. A Holdnak is van hatása az ionos rétegekre, amennyiben a légtengerben árapályszerű tüneeményt hoz létre, s így a rétegek magasságát változtatja.

Nagyon fontos még a földi mágneses tér zavarainak, a mágneses viharoknak a befolyása az ionos rétegekre. Mint sejtethetjük, a rétegekben is erős zavarok lépnek fel az ilyen viharok alkalmával, amelyek különösen a sarkok felé igen erősek. Így a tromsöi megfigyelések igen jelentősek a mágneses zavarok kutatásában. Gyenge mágneses viharok az E_1 réteg ionsűrűségét annyira megnövelik, hogy az az adók számára áthatolhatatlanná válik, akár milyen hullámmal dolgoznak is. A réteg magassága ugyanakkor erősen megnövekszik, s észlelhető a zavarok kezdetén, hogy az F_2 is fölemelkedik, nemsokára azonban az E_1 nagy ionsűrűsége miatt egészen eltűnik. — Ha erősebb mágneses vihar és erősebb északi fény lép fel, a kisugárzott hullámok egyáltalán

nem verődnek vissza, hanem az E_1 alatti D rétegben elnyelődnek. Ez az eset rendkívül fontos az északibb vidékeken a rádiójeladások teljes kimaradása szempontjából. Az idei budapesti észlelésű északi fény megjelelése alkalmával a pontos időt adó rövidhullámú naueni állomás jelei több napon át egyáltalában nem jelentkeztek nálunk. Éppígy kimaradtak hosszú időn keresztül az adó jelei, amikor májusban Boroszlóban észleltek rövid ideig tartó északi fényt.

A novemberi Leonida-meteorraj átvonulása alkalmával is lépnek fel ionsűrűség-ingadozások, ami arra mutat, hogy a napsugárzáson kívül még más iontermelő források is vannak. De lehetséges az is, hogy a légkörbe behatoló meteorok az ionos rétegek megszokott állapotát erősen megzavarják.

4. Az ionoszféra hőmérséklete. A mérések az ionoszféra hőmérsékletéről is tájékoztatnak. Körülbelül 35 km-ig a hőmérsékleti eloszlást léggömbökkel kutatták ki, azonfelül egyes kísérleti tényekből leszűrt elméleti megfontolásokra vagyunk utalva. Az ózon erős sugárelnyelése arra enged következtetni, hogy 35—40 km-től fölfelé a hőmérséklet erősen emelkedik és kb. 50 km magasságban 15—70 C^o-ot ér el. Tovább haladva fölfelé, az E_1 rétegben az oxigén sugárelnyelése okoz melegedést, a hőmérséklet felső határa 100 C^o lehet. Az F_1 réteg hőmérséklete elméleti úton 130 C^o-nak, az F_2 -é kb. 1000 C^o-nak adódik. Utóbbi érték azonban csak úgy érvényes, ha a légkör összetétele ugyanaz, mint az alsóbb rétegekben. Ez azonban nem várható, valószínű, hogy ilyen magasságban a légkör legnagyobb részét hélium alkotja. Ekkor pedig az F_2 hőmérséklete RATCLIFFE számításai szerint 70 C^o. Azt azonban meg kell jegyeznünk, hogy a levegő nagy ritkása miatt ezek a fizikai szempontból megállapított hőfokok hatásai nem hasonlíthatók össze a normális nyomású levegőn mért hőmérséklet hatásaival.

5. Az ionos rétegek keletkezésének magyarázata. Az ionos rétegek keletkezési elméletét legnagyobbbrészt CHAPMAN angol fizi-

kusnak köszönhetjük. Az elméletek alapelvei a következők.

A napsugárzás színeke a Föld felszínén körülbelül 2900 Angström¹ hullámhossznál megszakad. Egészen bizonyos azonban, hogy a Nap ennél rövidebb hullámhosszú ultraibolya sugarakat is küld a Föld felé, de ezek a légkörben elnyelődnek. Föltehetjük, hogy egy-egy hullámsávot egyetlen levegőbeli alkotórész nyel el, így például 2200 Å-től 2900 Å-ig a légköri ózon semmi ultraibolya sugárzást nem enged a Földre jutni. Egy-egy ilyen légköri alkotórész sűrűsége, mint másik példaként a molekulás oxigéné (O_2), fölfelé haladva folytonosan csökken. Ha a légkört gondolatban egymásra következő vízszintes rétegekre bontjuk, akkor fölülről lefelé haladva minden réteg többet és többet nyel el a légkörbe beeső sugárzásból. Az elnyelt sugárzás mennyisége azonban csak bizonyos fokig növekedhet, mert később a még lejjebb eső rétegekbe oly kevés sugárzás jut, hogy az abból elnyelt rész már kisebb lesz a felsőbb rétegekben elnyelt résznél. Így tehát lesz olyan réteg, ahol a sugárzás legnagyobb része nyelődik el, s az elméleti számítások szerint ez a réteg aránylag kisvastagságú. Ezzel magyarázható, hogy a légköri ionok nagy része aránylag keskeny rétegekben helyeződik el.

Lássuk most az ionozás lefolyását. Az ultraibolya sugárzás kétféle hatással lehet a levegő molekuláira és atomjaira. Egyrészt a molekulákat kettészakíthatja, s mint később látni fogjuk, ez a folyamat is fontos szerepet játszik az ionoszféra kialakulásában, másrészt a molekulákból elektronokat szakít ki, melyek a levegőrészecskék között önálló életet kezdenek. A kizsákmítás után az atom maga is töltést mutat. Így keletkeznek a pozitív ionok. Ha az elektron egy közömbös atommal vagy molekulával találkozik, ahhoz csatlakozhat: így negatív töltésű ionok keletkeznek. Így az ionos rétegben negatív elektronok, pozitív és negatív ionok lehetnek, amelyek állandó mozgásban vannak.

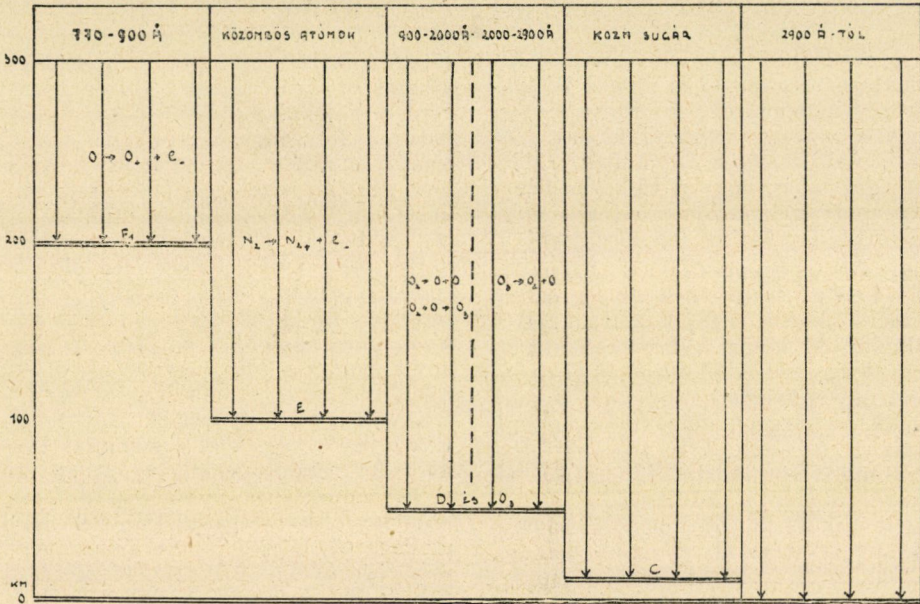
¹ 1 Angström a milliméter tizmilliomod része.

A különféle elemek atomjai különböző erővel tartják össze elektronjaikat, a különböző molekulák atomjai is különböző erővel vannak egymáshoz kötve. Viszont minél rövidebb a fény hullámhossza, annál nagyobb ereje van a molekula szétszakítására, vagy az elektron kiszakítására.

Ezek alapján könnyen érthetőek a következő megfontolások. A napsugár-

elnyelés természetesen az ózonmolekulákat szétszakítja : ismét molekulás és atomos oxigén keletkezik. A leírt két folyamat olyan egyensúlyban van, hogy az ózon mennyisége közel állandó marad.

Az O_3 , O_2 , és O mennyisége bizonyos kémiai egyensúlyban van, ez a magassággal változik oly módon, hogy minél följebb megyünk, annál több



3. ábra. Az iónos rétegek keletkezésére vonatkozó föltevések. Az F^1 réteget 200 km magasságban a 770—900 Å-ös napsugárzás, az E réteget 100 km-en a Napból jövő közömbös részecskék, a D és O^1 réteget 50 km-en a 900—2900 Å-ös fény, a C réteget 15 km-en a kozmikus sugárzás hozza létre. 2900 Å-től fölfelé a napsugárzás eljut a Föld színére.

zásnak kb. 2000 Å-nél rövidebb hullámhosszú része alkalmas arra, hogy a levegő oxigénmolekuláit (O_2) kettészakítsa. Így oxigénatomok keletkeznek, melyeknek egy része a megmaradt O_2 molekulához csatlakozva O_3 , azaz ózonmolekulákat ad. Mivel az elnyelés 50 km magasságban legnagyobb, itt egy ózonban igen gazdag réteg keletkezik. Ez az ózonréteg annyiban jelentős, mert elnyel minden olyan sugárzást, amely a 2000—2900 Å-ös hullámsávba esik; ez az oka annak, hogy a Föld felszínén a Nap színképe 2900 Å-nél kezdődik. A sugár-

lesz az atomos oxigén a molekulához képest, az O_3 mennyisége pedig rohamosan csökken. Az atomos oxigént a 900 Å-nél rövidebb hullámhosszú sugárzás ionizálja: elektront szakít le belőle. Igen valószínű, hogy ez a folyamat adja a légkörnek a legtöbb iónt, mert 700 Å-nél a napsugárzás energiája erősen csökken, az itt található összes sugárzásmennyiség már csak kb. 70-ed része a 900 Å hullámhosszú sugarak mennyiségének. A molekulás oxigén és nitrogén ionozása 700 Å-nél kezdődik, de a csökkent sugárzásmennyiség miatt ez a folyamat

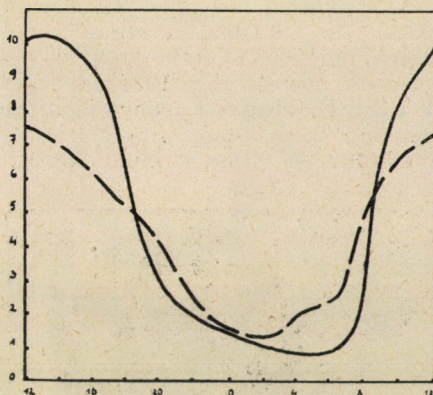
jóval kevesebb iónt tud termelni, mint az előbbi. CHAPMAN szerint az atomos oxigén ionozása kb. 200 km-nél a legnagyobb, az így keletkező ionos réteg F_1 -el azonosítható. A légkör felső határán levő héliumot csak a 400 Å-nél rövidebb hullámhosszú sugárzás tudja ionizálni, ilyfajta sugarat azonban a Nap oly keveset bocsát ki magából, hogy jelentős ionozás nem jöhet létre.

Mivel a felső rétegek a leghatásosabb ultraibolya sugárzást elnyelik, a 100 km magasságban levő réteg keletkezésére más magyarázatot kell keresnünk. CHAPMAN szerint ezt a Naptól jövő anyagi részecskék, közömbös atomok hozzák létre, oly módon, hogy a molekulás nitrogént ionizálják. Mivel ma már szinte bizonyos, hogy a sarki fényt a Naptól jövő elektronsugárzás okozza, nem látszik valószínűtlennek, hogy ugyanakkor onnan közömbös részecskék, esetleg héliumatomok jönnek hozzánk. Ezek okoznák az E réteg kialakulását.

Összefoglalhatjuk a feltevéseket: A C réteg keletkezési oka a kozmikus sugárzás, az ózon és a D réteg keletkezése és fennmaradási egyensúlya, valószínűleg az 1000 Å-től 2900 Å-ig terjedő sugárzással van összefüggésben. Az E réteget a Naptól jövő közömbös töltésű atomok hozzák létre; az 1000 Å-nél kisebb hullámhosszú fénysugárzás ionizálja az atomos oxigént, ez a folyamat termeli az F_1 réteg ionjait. Az F_2 rétegre az eddig megkísérelt feltevések nem állják meg a helyüket. Az elmélet mai állása szerint fennálló viszonyokat a 3. ábra szemlélteti.

Az egyes rétegek keletkezésének magyarázásánál még fontosabb CHAPMANNAK a rétegek fennmaradására és szabályos ingadozásaira vonatkozó elmélete. A rétegekben az iónok nemcsak folytonosan keletkeznek, hanem ugyanakkor el is tűnnek, mert ha két ellentétes töltésű ión összetalálkozik, közömbös atom vagy molekula keletkezik (rekombináció). Ha a sugárzás állandó, bizonyos egyensúly alakul ki, az ionsűrűség is állandó. Amint a sugárzás csökken, az ionsűrűség is csökken, s ha például a Nap le-

nyugszik, azt várhatnók, hogy a réteg is eltűnik. Azonban az egyes iónok találkozásához bizonyos idő szükséges, ezt az ú. n. szabad étellel jellemezhetjük, vagyis azzal az időtartammal, amelyet az ión találkozás nélkül eltölthet. Minél kisebb a gáz sűrűsége, annál több idő telhet el, míg az ión egy másik iónnal találkozik, az iónok szabad élete fölfelé mindig nagyobb lesz. Napnyugta után az ionsűrűség gyorsan csökken, majd egy állandó értéken megmarad. Ennek az állandó



4. ábra. Az ionsűrűség napi ingadozása a valóságban (szaggatott görbe) és CHAPMAN számításai szerint (folytonos) görbe. A függőleges oszlopba írt számok az ionsűrűséget jelentik százezres egységekben, a vízszintesen írt számok az órákat jelzik. A számítás és tapasztalat egyezése kielégítő.

sűrűségnek olyan magasságban kell bekövetkeznie, ahol a szabad élet több óra, az ionsűrűség éjjeli csökkenése és a réteg emelkedése így könnyen érthető. CHAPMAN ki is számította a legnagyobb ionsűrűség napi ingadozását, eredményei jó egyezésben vannak a tapasztalatilag talált értékekkel (4. ábra). A sarki éjtszakában a Nap-sugárzás hiánya miatt az E és F_1 réteg lassan teljesen eltűnik, mint azt a tromsői észleletek bizonyítják.

6. A légkör szerkezete. A légkör szerkezetére, a levegő összetételére, az ionos rétegek elhelyeződésére vonatkozó legújabb nézeteket a 2. ábra szemlélteti. A Föld színéről fölfelé haladva az oxigén 130 km-ig

lassabban, ezután gyorsan csökken, 200 km-n felül egészen eltűnik. A nitrogén csökkenése kb. 100 km-nél kezdődik, ez is elainte lassabban, majd rohamosan csökken, 350 km-en felül nitrogén már nincs a légkörben. Körül-

belül 70 km magasságban megjelenik a hélium, mindjobban szaporodik, természetesen csak viszonylagosan a többi alkotórészhez képest s a légkör legkülső része tisztán héliumból áll.

Dr. Szalkay Ferenc.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ EMBERTAN ÉS ANATÓMIA KÖRÉBŐL.

A steinheimi ősember rekonstrukciója. Az 1933-ban felszínre került steinheimi leletet BERCKHEMER¹ első jelentése nyomán még 1934-ben ismer tettük². Újabbban a koponya csonttani részletei körül élénk vita kerekedett WEINERT és BERCKHEMER között.³

A steinheimi koponya különös jelentősége abban áll, hogy egyesíti a *Homo primigenius* és a *Homo sapiens* jellemvonásait. A lelet jelentőségét fokozza az ismert neandervölgyi típusú csontmaradványokénál valószínűleg régebb geológiai kora is. Az erős szemöldök-



A steinheimi ősember rekonstrukciója.

¹ BERCKHEMER, F.: Ein Menschenschädel aus den diluvialen Schottern von Steinheim a. d. Murr. Anthropologischer Anzeiger. Jhg. X. 1933. 318—321. l.

² Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz. 1934. 2—3. 89—91. l.

³ WEINERT, H.: Der Urmenschenschädel von Steinheim. Zeitschr. f. Morphologie u. Anthropologie. XXXV. 1936. 463—518. l. — BERCKHEMER, F.:

dudorok, a koponyatető alacsony boltozata, a homlok profilvonala és sok más jelleg tekintetében a koponya

Bemerkungen zu H. Weinert's Abhandlung „Der Urmenschenschädel von Steinheim.“ Verhandlungen der Gesellschaft f. Physische Anthropologie. Bd. VIII. 1937. 49—58. l.

határozottan a *H. primigenius* alakkörébe tartozik, de az arc vetületei, a homlok, a szemüreg, az orr és a felső állcsont horizontális görbéi feltűnő különbségeket árulnak el az összehasonlításra használt La Chapelle-aux-Saints-i koponya viszonyaival szemben. A *H. sapiens*-re utalnak az arc bizonyos jellegein kívül az orrgyök helyzete, a nyakszirt vonala, a *fossa canina*. KRAMP beható vizsgálatai szerint a koponya alap is *H. primigenius*-és *sapiens*-jellemvonásokat egyesít (már amennyire a koponya alapjának hiányai megengedték a vizsgálatot).¹ A steinheimi koponya tehát több tekintetben közelebb áll a mai emberhez, mint a többi neandervölgyi típusú ősemberi koponya.

A hiányzó részeket a becses lelet mindkét kutatója rekonstruálta. Újában FRIESE HERMANN tudományos és művészi készséggel megkísérelte a lágyrészek rekonstrukcióját. (Friese készítette a La Chapelle-aux-Saints-i ősember rekonstrukcióját is.) A művész a steinheimi ősembert nőnek ábrázolta. Feladata a kétféle jellegcsoport kapcsolata miatt meglehetősen nehéz volt. A fej és az arc általános jellemvonásai, a szemöldökdudorok alatt mélyen fekvő szemek, a széles orr a csontos koponya adottságai, a nagy szájrés, a keskeny ajkak, a fülcimpa hiánya azonban csak valószínű jellegek, melyeket a csontos váz nem határoz meg. A hátrafutó áll primigenius-jelleg. A művész a hajnak olyan formát adott, amely nem takarja el a fej alakját.

FRIESE művészi munkáját maga MOLLISON tanár, a híres müncheni antropológus ismertette.² MOLLISON indokolatlannak véli a szakemberek egy részének ellenszenvét a rekonstrukciók iránt. Hiszen egészen természetes, hogy egy koponya szemlélete alapján keressük az élő arc jellemvonásait. A laikus még közelítő képet sem tud alkotni

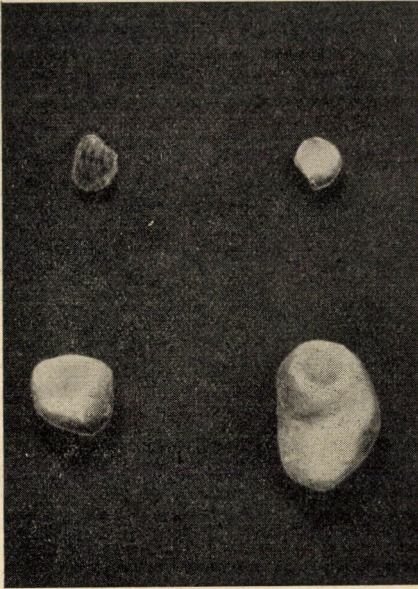
magának, azonban a szakember elképzelése nincs messze a valóságtól. Jó rekonstrukció készítése nemcsak művészi, hanem tudományos feladat is, mert megköveteli a csontmaradványok részleteinek és a vele összefüggő anatómiai problémáknak beható tanulmányozását. Dr. Balogh Béla.

Csontok a lábikrában. A lábikra, németül Waden, innen köznyelven „vádli“, ikra, nevét lágysága miatt kapta. A lábszár hátulsó felületén, különösen a fehér emberén, itt is inkább a nőknél, szépformájú domborulatát a háromfejű lábikraizom (*musculus triceps surae*) adja, mely az Achillesínba folytatódik. ACHILLEST anyja, THETIS, csak a sarkáig mártotta a Styx-folyóba, itt maradt sebezhető, itt érte PÁRIS nyila; viszont HEKTORT is e helyen fűzte kocsjához ACHILLES és OEDIPUST is itt szúrták meg. A háromfejű lábikraizom nagyobb része, két feje, a lábszár ikerizma, (*m. gastrocnemius*) melynek széles, lapos, csaknem tojásalakú fejei a combcsont alsó végének büttyeinek fölött lévő érdes vonalakon erednek. A gastrocnemius az állatok lábszárán nem domborodik úgy ki, mint az emberén (ezen is az afrikai szerezcsenél laposabb, mint a fehér emberé), nem adja a lábszár hátulsó körvonalát, mert izomtömege, a két fej folytatásában következő két izomhas felhúzódtott a térdhajlásba, rejtett helyzetben a kétfejű combizom, a félig inas és a félig hártvány izom (*m. biceps femoris*, *m. semitendinosus* és *m. semimembranosus*) által borítottan foglal helyet, a bőrön át nem különböztethető meg, aránylag gyengébben fejlett.

A lábszár ikerizma eredésénél húsvökvön és rágcsálókön mindkét izomfej alatt, az ember gastrocnemiusának pedig külső, lateralis feje alatt az esetek egy részében, harmino ez irányban behatóan vizsgált eset közül ötben (= 16.6%), egész kivételesen a belső, medialis izomfej alatt is, apró íncsontocska, szezamcsont fordul elő, melyet VESALIUSRól neveztek el, de *fabellanak* is nevezik, babaalakjuk miatt (1. kép). Patásállatokon nem fordul elő. Húsvökvön és rágcsálókön sem lehet kívülről, a bőrön át kitapintani, emberen sem

¹ KRAMP, P.: Die topographischen Verhältnisse der menschlichen Schädelbasis. *Anthrop. Anzeiger*. Jhg. XIII. 1936. H. 1—2. 112—130. l.

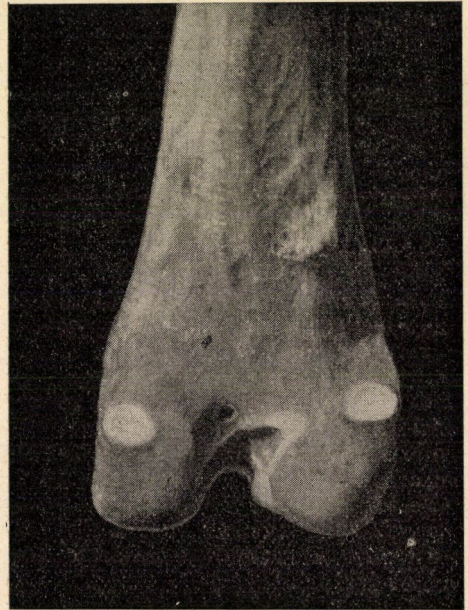
² MOLLISON, TH.: Eine Rekonstruktion des Menschen von Steinheim von Hermann Friese. *Anthrop. Anzeiger*. Jhg. XIII. 1937. H. 3—4. 309—310. l.



1. kép. Vesalius-féle íncsontocskák, felül kutyáéi, alul macskáéi, baloldalt a külsők, jobboldalt a belsők, eredeti nagyságban.

sikerül ez egy esetben sem, ellenben Röntgenvizsgálattal, különösen kutyán, jól előtűnnek. A nagynevű VESALIUS ANDRÁS (* 1514 Brüsszel, † 1564 Zante), az anatómia restauratora 1542-ben megjelent „De humani corporis fabrica libri septem“ című művében már említést tesz e csontocskákról, de hogy ki nevezte el ezeket VESALIUSRól, nem ismeretes. Nőkön, ahol pedig a gastrocnemius erősebb szokott lenni, ritkábban található ez az íncsontocska, gyakran csak porcos lerakódás alakjában. A Vesalius-csontok alakja és nagysága általában nem függ a kortól és testnagyságtól. A vizsgált húsevők és rágcsálók minden faján a külső, lateralis Vesalius-csont nagyobb, mint a belső fej alatt található. A lateralisnak alakja némileg a négyoldalú piramiséra emlékeztet, melynek csúcsa felfelé irányul, míg alapja lefelé tekint és síma, lapos ízületi felülete útján a combcsont lateralis bütykén hátul és felül lévő kerekded ízületi felülettel találkozik (1. a 2. képen), kissé kiemel-

kedő pereme ízületi tok tapadására szolgál. A belső, medialis Vesalius-csontocska kisebb, többé-kevésbé kockaalakú, felső felületének mélyedésében apró savós tömlő foglal helyet, míg alsó felületén haránttojtásdad alakú síma ízületi lap a combcsont belső bütykén található hasonló ízületi felülettel ízesül. A két Vesalius-csont méretei kutyán $3-17 \times 2-12$ mm, illetőleg $2-14 \times 2-11$ mm, emberen a lateralis $2-8$ mm hosszú, $1.5-5$ mm széles, $2-3$ mm vastag, a medialis 3×2 mm apró, lencsealakú. Macskán a medialis porcos marad, nem csontosodik el. Diaphanollal átlátszóvá tett embriónalis macskavégtagokon a szárkapocscsont fejecskéjének meghosszabbítása, (*processus capituli fibulae*) követhető a m. gastrocnemius fejéhez, ami amellet szól, hogy a lateralis Vesalius-csont e nyúlvány maradványa, míg ugyancsak macskamagzat átlátszóvá tett térdalji táján a medialis Vesalius-csont, illetőleg rostosporc helyén a comb-



2. kép. Kutyá combcsontjának alsó vége; bütykei fölött kerekded síma felületek a Vesalius-csontok felvételére, ezek fölött pedig érdes vonalak a lábszár ikerizmának eredésére.

csont erősebben kiemelkedő bütyök-részlete tűnik fel, amiből arra lehet következtetni, hogy az szolgáltatja később a magasabbra húzódot mediális gastrocnemius fej íncsontocskáját.

Az íncsontok általában az izületek fölött jelennek meg, ezek védelmére, előnyös siklási felületek létesítésére, de izmok, inak, szalagok stb. tapadására is szolgálnak.

Dr. Z. Á.

II. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

A zuzmósavak rendszertani értékéről. A zuzmók rendszerében mélyreható változásokat fog előidézni ASAHINA Y. japán botanikus 1937-ben közölt rendszerező módszere¹, melynek következtében fajok forgácsolódnak szét, a természetben gyakran előforduló, alaktanilag egyező, de kémiaailag különböző formák kerülnek messze egymástól. ASAHINA Y. rendszerező módszerét MITUNO²-val együttesen a zuzmókban foglalt zuzmósavakra, usnin-, lacanor-, gyrophor-, olivetor-, anzia-, barbatin-, evern-, divaricat-, diffracta- és atranorinsav alapozza. Ügylátszik NYLANDERnek azt az elvét, hogy a sajátlagos kémiai alkatrészeket faji jellegekként kell értékesíteni, nagymértékben megerősítik ZOPF szavai (Flechtenstoffe 1907, 358. old.), melyek szerint „sem az aljzat, sem a földrajzi helyzet, sem az évszak nem befolyásolhatják a zuzmósavakat“. Köztudomású, hogy ezeknek a jellemző szerves anyagcseretermékeknek köszönhetik a zuzmók színpompájukat. Sok mai zuzmókutató a zuzmók kémiai összetételének nem tulajdonít elég nagy fontosságot — mondja ASAHINA —, mert fél, hogy a zuzmók kemizmusára, a kétes reakciók alapján való fajszétforgácsolás hihetetlen zavarokat eredményezne.

A zuzmók moszatokkal symbiotikusan élő gombák, melyekben a gombafonalakat különféle moszatesaládba tartozó gonidiumok asszimilációs termékekkel: cukorféleségekkel táplálják. Amíg a zuzmók vízben oldható anyagcseretermékeit az esővíz elmossa (mész

jelenlétében a keletkező oxálsav a bélszövetek hifáira kalciumoxalátként csapódik le), az oldhatatlan zuzmósavak a gombafonalakra tapadtan megmaradnak és mint a zuzmók anyagcseréjének jellegzetes termékei szerepelnek.

ASAHINA Y. módszerével mikrokémiaailag a legkisebb rendelkezésre álló anyagot is fel tudja használni a rendszerezés céljaira: a zuzmók kemizmusának hasznosításához a zuzmószövetek egymáshoz való viszonyát ki tudják deríteni. Az egyes génuszoknak makrochemián alapuló átdolgozását (ZOPF) t. i. nem fogadták el általánosan. ASAHINA Y. mikrometódusa leküzdte e nehézséget; első tétele alapján — ha két alatttanilag azonos zuzmóban különböző kémiai alkotórészeket mutat ki, akkor azok különböző fajok — az *Usnea longissima* például legalább is három fajra osztható szét, mert d-usninsav mellett hol barbatin-, hol evern-, hol diffractasavat tartalmaz. Módszerének második tétele szerint a zuzmó két, vagy több kémiai alkatrészének tömegviszonya alkalomadtán nagy mértékben változik. Például a tüdőzuzmó alkáli lúggal előhívott színeződés-árnyalata is ettől függ: stictinsava sárgán oldódik, norstictinsava viszont vörös kristálytűket alkot s a japán tüdőzuzmó gyrophorsavát európai példányban nem is tudta kimutatni — tehát: a reakciótermőhelyenként is más és más. A *Parmeliák*at is savtartalmuk alapján csoportosítja ASAHINA. Ma — mondja ASAHINA — a magasabbrendű zuzmók külső alakta nem más, mint a zuzmóban lévő gombák alakta. Pedig az együttélés többi tagjait: a gonidiumokat sem szabad figyelmen kívül hagyni és nem elegendő csupán annyit mondani, hogy azok vagy a zöld moszatokhoz (*Cystococcus*, *Pleuro-*

¹ Über den taxonomischen Wert der Flechtenstoffe. The Botanical Magazine. Vol. LI. No. 609. Tokyo, Sept. 20. 1937: 759—764.

² Journ. of Japanese Bot., vol. XII. p. 516, 859 (1936); Ibid. vol. XIII. p. 529 (1937); Untersuchungen über Flechtenstoffe. Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft, cikksorozat 1929—1937.

coccus, *Trentepohlia* stb.), vagy a kékoszmozatokhoz (*Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Gloeocapsa* stb.) tartoznak. Néhai CHODAT R. és munkatársai már 1913-ban kimutatták,¹ hogy a gonidiumok minden fajra specifikusak, sőt WARÉN HARRY 1920-ban megállapította, hogy a fali zuzmóban (*Xanthoria parietina*) lelőhely szerint is különbözök. Ennek alapján feltehető, hogy egy bizonyos zuzmógomba nemcsak egy meghatározott, hanem különféle moszatokkal vehet részt a szövetkezetben. Például a két *Lobaria* faj (*L. pulmonaria* és *L. retigera*) formaváltozata teljesen fedi egymást, gombájuk is valószínűleg azonos, de mivel egyiknek *Protococcus*, másiknak *Nostoc* a gonidiuma, így különböző asszimilációs terméket szállítanak, anyagcseretermékük is különböző. Ma még a gonidiumok sajátlagosságát sem méltatják eléggé figyelemre, holott JAAG OTTO (1928, 1929) a *Parmelia caperata* minden egyes példányában termőhely szerint specifikus gonidiumot mutatott ki. HESSE európai *Parmelia caperata*-ból usnin-, caprar-, caperatsavat, caperint, caperidint különített el, az utóbbi két különböző alkotórészt csak a tölgyfakérgen lakó példányokban lelte meg. ASANO viszont japán erdei fenyőkön gyűjtöttékből caperint és caperidint sohasem tudott kivonni. A *Parmelia caperata* kémiai összetételében mutatkozó eltérések szintén a gonidiumok fajlagosságára lehetne visszavezetni.

Dr. Gyórfy Katinka (Szeged).

Az asszimiláció elmélete. A kvantum-elmélet újabb eredményei alapján WOHL KURT² az asszimiláció elméletét a következőkben foglalja össze. Zöld növényekben egy szénsavmolekula redukációjához legalább is 4 fénykvantum szükséges, a redukció tehát legalább 4 közbeeső fényérzékeny terméken keresztül folyik le. A szénsav-molekulákat egy klorofill molekulára köti a növény, a klorofill veszi fel a 4 fénykvantumot és közvetíti a szénsavhoz. A 4 fénytermék azután átalakul formaldehiddé és oxigénné, s

a szabaddá vált klorofill újra kapcsolódhat szénsavhoz. Ha a fény intenzitását fokozzuk, akkor azt találjuk, hogy az asszimiláció sebessége nem emelkedik bizonyos értéken túl. Ennek magyarázata az, hogy a 4. fénytermék átalakulása formaldehiddé és oxigénné, olyan kémiai folyamat, amelyre a fény már nem hat, s amelynek a lefolyásához bizonyos idő szükséges. Ennek az utóbbi, ú. n. Blackman-reakciónak a sebessége szab tehát határt az asszimiláció sebességének.

EMERSON és ARNOLD¹ ennek a kérdésnek a megvizsgálására a következő kísérletet végezték el. Moszatokat 10–5 másodperc tartamú fényszikrákkal úgy világítottak meg, hogy az egyes megvilágítási idők közé 0.02–2 mp szünetet iktattak. Ha ezek a közbeiktatott „sötét” Blackman-periódusok a fénytől független Blackman-reakciók lefolyásához nem lettek volna elegendők, akkor azt kellett volna tapasztalniok, hogy az asszimiláció sebessége minden egyes megvilágítás után fokozatosan csökken. Ilyen csökkenést nem észleltek, s kísérleteikből WOHL megállapította, hogy a Blackman-reakció lefolyásához 0.012 mp. szükséges.

GRAFFRON és WOHL² az irodalom ismert kísérletei alapján a következő feltevésekből indultak ki. 1. Egy-egy szikra által szabaddá tett O_2 molekulák száma egyenlő kell, hogy legyen a megvilágítás időpontjában a klorofill molekulákra kötött szénsav-molekulák számával, azaz kb. annyi molekula O_2 -nek kell fejlődnie, ahány klorofill molekula az asszimilációban résztvesz. Ezzel szemben EMERSON és ARNOLD azt találták, hogy minden egyes szikra hatására legfeljebb csak annyi oxigén fejlődik, amennyi a klorofill-molekulák számának 1/2500-ad része. — 2. Állandó megvilágítás esetén 25^o-on minden egyes Blackman-periódusban, tehát minden 0.012 mp.-ben, klorofill molekulánként 1–1 O_2 -nek kell fejlődnie. WILLSTÄTTER és STOLL viszont kísérleteikben azt az eredményt kapták, hogy egy klorofill-molekulára csak minden 20–30 mp-ben esik egy

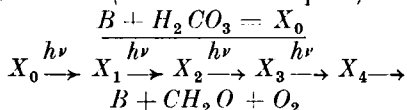
¹ R. CHODAT: Monographies d'algues en culture pure. (Berné 1913.)

² Z. physik. Chem. B. 37., 105–230.

¹ J. Gen. Physiol. 15., 391., 1931. és 16., 191., 1932.

² Naturwiss. 24., 81. 1936.

molekulányi O_2 fejlődés. — 3. A WARBURG és NEGELEIN kísérleteiben alkalmazott csekély fényintenzitás mellett³ WOHL számításai szerint legalább 50 percbe kerülne, hogy egy-egy klorofill-molekula a szükséges 4 fénykvantumot elnyelje. E szerint az asszimilációs folyamat közbeeső termékei élettartamának több órára kellene rugnia. Ez a feltevés pedig minden eddigi tapasztalatnak ellentmond, mert ilyen hosszú indukciós periódust egyetlen egy kísérletben sem tapasztaltak. WOHL mindezeknek a nehézségeknek és ellentmondásoknak a kiküszöbölésére a következő asszimilációs egység jelenlétét feltételezi. A klorofill-molekulák nem egyenként vesznek részt az asszimilációs folyamat lefolytatásában, hanem kb. 2500 molekulá olyan működési egységet alkot, amelyhez — egy bizonyos feltételezett redukciós ponton keresztül — mindig csak egyetlen szénsav-molekula kapcsolódhat. A reakció vázlata tehát a következő lenne (B a redukciós pont):



A kiindulási anyag a redukciós pont, B vegyülete a szénsavval X_0 . Ez 3, hasonlóképpen fényérzékeny termékeken (X_1-X_3) át a fénytel szemben érzéketlen X_4 -be megy át, amely most már fényhatás nélkül, esetleg közbeeső termékeken át szétesik O_2 -re és CH_2O -ra, s a redukciós pont újra szabadná válna a új szénsavmolekulákat köthet magához. Bármelyik klorofill-molekulát éri is a működési egységbe tartozó 2500 molekulá közül egy fénykvantum, a közös reakciós ponton keresztül a szénsavmolekulához jut a fényhatás. Ilyen módon az indukciós periódus $1/2500$ -ad részére csökken, tehát magyarázatot nyer az is, hogy miért nem sikerült a közbeeső fénytermékeket izolálni, hiszen ilyen módon $1-1$ fénytermék élettartama néhány mp-re korlátozódik. Ilyen módon megmagyarázható EMERSON és ARNOLD eredménye, hogy $1-1$ szikra a jelenlevő klorofill-molekulák $1/2500$ -ad részének megfelelő oxigénmennyiséget

³ Z. physik. Chem. 106. 1923. 191.

fejleszt. Hasonló módon magyarázatot nyer WILLSTÄTTER és STOLL megfigyelése is. $25^\circ C$ -nál a Blackman-periódus tartama 0.012 mp. Mivel 2500 klorofill-molekulá alkotja a működési egységet, egyetlen klorofill-molekulára, állandó megvilágításnál tehát $2500 \times 0.12 = 30$ mp-ként jut $1-1$ molekulá oxigén fejlődés.

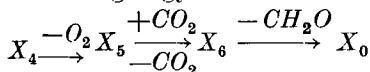
Magának az asszimilációnak a mechanizmusát WOHL a következőképpen képzei el. Minden klorofill-molekulához kapcsolódik egy átvivő molekulá. Ha a klorofill egy fénykvantumot elnyel, ez az ingerületi állapotba került átvivő a klorofill-molekuláról ledisszociál, a redukciós ponthoz diffundál, s energiáját átadja ott a széndioxidnak, illetőleg átváltozási termékeinek. E szerint az elgondolás szerint az asszimilációfolyamatba négy olyan ú. n. fotoperiódus lépne be, amelyek időt vesz igénybe. A számítások szerint egy ilyen fotoperiódus tartama a Blackman-periódusnak kerekén tízedrésze. Állandó megvilágításban a fotoperiódus reakciót-meghosszabbító hatása nem jelentkezik, mert éppen az állandó megvilágítás folytán állandó nagy koncentrációban fordulnak elő ingerületi állapotban levő ledisszociált energiaátvivő molekulák.

Az asszimilációs egységnek azonban még egy másik mechanizmusa is elképzelhető, ami az előbbihez hasonlóan szintén összeegyeztethető, az eddig ismert kísérleti adatokkal. A 2500 klorofill-molekulából álló működési egység egységes testnek is elképzelhető olyan módon, hogy a klorofill-molekulák pénztekercs módjára szoros egymásra fekszenek, úgy, hogy az elnyelési központok közvetlenül érintkeznek egymással és egyenes vonalban fekszenek. Ebben az esetben, bárhol érnie is az elnyelt fénykvantum a működési egységet, a fölvett energia közvetlen vezetés útján juthatna el a redukciós pontig, ahol a szénsav vagy átalakulási termékei azután felhasználhatnák.

Az irodalom eddigi kísérleti adataiból az derült ki, hogy alacsony hőmérsékleten a Blackman-reakciónak nagyon nagy a hőmérsékleti együttműködője, s a hőmérséklet emelkedésével

ez a magas hőmérsékleti együttható gyorsan csökken. Általában áll az a tétel, hogy valamelyik reakciónak annál kisebb a sebessége, minél magasabb a hőmérsékleti együtthatója. Ha tehát alacsony hőmérsékleten bimolekuláris lenne a Blackman-reakció, akkor a kísérletekből megállapított hőmérsékleti együttható alapján az asszimilációs folyamat nem töredékmásodpercekgig, hanem évezredekig tartana. A Blackman-reakciónak tehát lényegében monomolekulárisnak kell lennie. A hőmérsékleti együttható rendestől eltérő viselkedését most már azzal magyarázhatnók meg, hogy itt két reakció kapcsolódik egymáshoz és pedig egy olyan monomolekuláris reakció, amely nagy mértékben függ a hőmérséklettől, s egy olyan bimolekuláris, amelyik most már a hőmérséklettől lényegesen függetlenebb.

WARBUG egyik kísérletében azt találta, hogy az asszimiláció kis szénsavkoncentráció és nagy fényintenzitás mellett sokkal lassabban folyik le, mint magas szénsavkoncentráció mellett, ezzel szemben a hőmérsékleti együttható mindkét esetben csaknem teljesen egyező volt. Ezt a meglepő viselkedést a következő reakcióvázlatlal lehet megmagyarázni.



A 4. fénytermék X_4 ezek szerint egy enzim közbeléptével bimolekuláris reakcióban oxigént fejleszt. A következő termékre X_5 -re a szénsav koncentrációjától függő egyensúly arányában szénsav rakódik rá. Most jön a monomolekuláris reakció, melynek során a szénsav kiszorítja a redukciós ponttól a keletkezett formaldehidet, miközben a fénykvantumok befogadására képes X_0 -alakba megy át.

A rendellenes hőmérsékleti együttható megmagyarázása még a következő úton is lehetséges. Mint említettük, alacsony hőmérsékleten a hőmérsékleti együtthatóból számítva az adódnék, hogy a Blackman-reakció néhány 100.000 év alatt folyna le, szemben a kísérletileg talált 0-012 mp-cel. A reakciónak ilyen hihetetlen mértékű gyorsulása csak úgy képzelhető el, ha

a reakció folyamán egyidejűleg nagyobb mennyiségű kémiai kötés szabadul fel és az így felszabadult atomcsoportok a szabad keringésre kapnak lehetőséget. Ennek alapján önként adódik az a feltevés, hogy a Blackman-reakció folyamán az egész szőlőcukor molekula egyidejűleg válik le a redukciós pontról. Ha a reakció sebesség számításakor a szőlőcukor 5 hidroxil csoportja számára a hosszú hidroxilkötésre vonatkozó értékeket vesszük s az aldehid csoportnál rendes kémiai kötést feltételezünk, akkor a Blackman-reakciónál az elméleti reakció sebességét kapjuk meg. Az is feltehető lenne, hogy 6 redukciós pont fekszik egymás mellett, mindegyik ilyen redukciós ponton egy olyan oxidációs termék keletkezik, amelyek a formaldehidnek felel meg, ezek aztán egyidejűleg válnak le a redukciós pontról és szőlőcukorra egyesülnek. Ezek szerint a Blackman-reakció 6 egymás mellett lefolyó 4 lépcsőjű fotoreakcióból állana, amelyhez végül egy közös monomolekuláris sötét reakció csatlakozik. A valószínűség számítások szerint azonban ebben az esetben kis fényintenzitás esetén egy szénsavmolekula redukálásához nem 4, hanem 6, 7 fénykvantum lenne szükséges, tehát az a feltevés esik.

Ezek szerint tehát azt kell feltenni, hogy az egész szőlőcukor molekula ugyanazon az egy reakciós ponton keletkezik. Ha a széndioxid átalakult formalinná, akkor eltolódik a redukciós pont szomszédságában levő egyik olyan csoporthoz, amely hidroxilgyököt meg tud kötni. Ha létrejött a 6 formalin csoport, akkor a formalin képződés sem folyhat tovább, mert a redukciós pont körül csak 5 hidroxilgyököt kötő vegyület csoport van, tehát egyidejűleg kell mind a 6 formalin- gyöknek szabaddá válni. Mivel 5 hidroxilgyököt kötő atomcsoport csak fehérjemolekulákon fordulhat elő egymás közvetlen tőszomszédságában, azt kell feltennünk, hogy a redukciós pont fehérjemolekulákon foglal helyet. HUGGINS⁵ és WRINCH⁶ szerint az O

⁵ Nature 139. 550. 1937.

⁶ Proc. Roy. Soc. London, 160. 59. 1937.

és N csoportok ilyen közeli felhalmozódása valóban minden fehérjemolekulán előfordulhat.

Az egész asszimilációs folyamatot tehát legegyszerűbben úgy képzelhetjük el, hogy 4—4 fotofolyamat után az oxigénfejlesztés, a formaldehid csoportok eltolódása, s a szénsavnak a redukciós pontra való rakódása gyorsan egymásután lefolyik és a 24-ik fotofolyamat utáni oxigénfejlődés igényli az enzim közbelépését. A szénsav mindeddig nem fér a redukciós ponthoz hozzá és mindaddig míg a keletkező szőlőcukor le nem válik, a redukciós pont közelében helyezkedhet csak el. Ezután következik be a monomolekuláris eltolódási reakció, amelynek folyamán

a redukciós pontra ismét szénsav kapcsolódhat. Az iménti vázlat tehát csak a szőlőcukor leválására érvényes, X_5 és X_6 nem formaldehiddel, hanem szőlőcukorral lekötött redukciós pontot jelentenek.

Az asszimilációs egység feltevésére a legfőbb jogot az a körülmény szolgáltatja, hogy segítségével kis fényintenzitás is jól kihasználható, föltéve, hogy az asszimiláció közbeeső termékeinek élettartama csak néhány mp. Ez utóbbi energetikai szempontból lenne rendkívüli fontos, nemkülönben azért is, mert ilyen módon a sejt belseje védelmet kapna esetleg kórosan ható anyagok felhalmozódásával szemben.

k. Kúthy Sándor.

III. A KÉMIAI TECHNOLÓGIA KÖRÉBŐL.

Nagymennyiségű hidrogén előállítása a felhasználás helyén. A léghajózás és a kötött léghajók nagymennyiségű hidrogén előállítását és készenlében tartását teszik szükségessé. A léghajózáshoz alkalmasabb a hélium, mint a hidrogén, mert az előbbi nem gyúlékony. De minthogy a hélium sokkal drágább, inkább a veszélyesebb hidrogénnel töltik meg a gáztartókat. A németek azt híresztelték, hogy óriási Zeppelin-léghajókat hélium és hidrogén keverékével töltik meg, mely nem éghető s így nem veszedelmes, de olcsóbb, mint a tiszta hélium s nagyobb a főlzálló ereje ez utóbbinál. Azonban a legutóbbi Zeppelin-katasztrófa megmutatta, hogy bizony a németek hidrogént használnak léghajóikhoz.

Ha a léghajózáshoz szóba jöhet a drágább s nagyobb mennyiségben csak egyes amerikai gázkutakból nyerhető hélium alkalmazása, addig a háborús megfigyelésekre szolgáló kötött gáztartókba csakis az olcsóbb hidrogén való. Újabban, midőn a városok és fontosabb helyek védelmét a légi támadás ellen kötött léghajókkal tervezik¹⁾, a hidrogénnel nagymennyiségben való előállítása és tározása kiválóan fontossá vált.

¹ L. a Term. Tud. Közlöny 1936. évi okt. 19—20. számát.

Valóban arra, hogy egy nagy várost a repülőgépek pusztításától kötött léghajókkal megvédelmezhesünk, nagyszámú léghajóra van szükségünk. LETOURNEUR a karéjszeletes gáztartók föltalálásával lehetővé tette, hogy a gyakorlatban sikerrel működő repülőgépfogókat készíthessünk. E gáztartóknak van egy középponti ürege, melyet karéjszeletes tömlők fognak körül. E karéjszeleteket gumikötelek feszítik s amint a gáztartó belső nyomása változik, a gumikötelek úgy tágulnak vagy húzódnak össze s a gáztartó mindig kifeszülve marad. A gáztartó hurka kettős, természetes selyemszövetből készül oly módon, hogy a két szövetet kaucsuk ragasztja légállóan össze.

A gáztartót lekötő könnyű kábelek, melyeknek húzószilárdságuk 400 kg-mm²-ként, lehetővé teszik, hogy egyetlen ilyen gáztartó 7000 méterre, sőt még följebb emelkedhesék. Egymás fölé kapcsolt két gáztartóval pedig elérhetik a 10.000 méter magasságot. Ez a magasság nagyobb, mint amelyre a háborús repülőgépek bármelyike ezidőszerint fölzállhat. Ha még hozzá vesszük, hogy a gáztartó 75 km óránkénti szélességnél is jól ellenáll, a nélkül, hogy rajta begyűrődések keletkeznének vagy kezelésük veszélyes lenne és hogy a lekötő kábeleket a

repülőgépek nem bírják elszakítani, még ha szárnyuk vágókéssel van is fölszerelve (mint ahogyan azt Toulonban és Angliában megkísérelték), akkor világhosszá válik a Letourneur-féle repülőgép főfogó nagy jelentősége.

A kötött léghajókat esti szürkületkor kell elhelyezni, illetőleg fölbocsátani, mégpedig jól kiválasztott pontokon, melyeket éjjelenként kissé változtatni kell, úgyhogy az ellenség ne tájékozódhassék helyzetükről. Természetes, hogy a gáztartókat sűrűn kell elhelyezni, ha azt akarjuk, hogy a repülőgépek megakadjanak a lekötő kábeljükben. Ha a gáztartók ritkán elhelyezettek, megtörténhetik, hogy egyes repülőgépek áthaladhatnak a kábelhálón és kárt tehetnek. Az azonban bizonyos, hogy az a repülőgép, mely beleütközik a kábelbe, sebességet veszít, nem tarthatja fenn magát és lezuhan.

Több száz gáztartót kell tehát egy nagyváros védelmére készületben tartanunk, hogy a kellő időben a kellő helyen fölbocsáthassuk őket. A megtöltésükhöz azonban nagymennyiségű hidrogén szükséges és ennek a hidrogénnek palackokba sűrítve kell rendelkezésünkre állnia.

Sőt nemcsak arról kell gondoskodnunk, hogy a gáztartókat megtölthessük, hanem arról is, hogy a szükséges mértékben töltött állapotban tarthassuk. A gáz ugyanis, bármily léghő is a tartó burkolata, csekély mértékben átszivárog s helyét levegő foglalja el. Az iparilag előállított hidrogén m^3 -e 1180 gr fölszálló erőt képvisel. De ha a jól készített gáztartó néhány hétig megtöltve lebeg, a beható levegő a felnyomást mintegy 1000 grammra csökkenti s a töltést meg kell újítani.

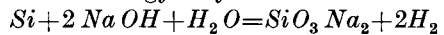
A töltéshez és a megújításhoz, miként a legutóbbi háború megmutatta, a nyomás alatt, palackokban tárolt, tiszta és száraz hidrogén a legmegfelelőbb, mert közvetlenül, egy szellentyű megnyitásával rendelkezésre áll. De hogy egy rendes megfigyelő, kötött léghajót megtölthessünk, 135 gázpalack hidrogéntartalmát kell beeresztenünk. Egy gázpalack súlya pedig 80 kg, úgyhogy egy léghajóhoz 10 tonna súlyú, vagyis egy vasúti

kocsit megtöltő palackmennyiség szükséges. Ha a palackokat kiürítettük, vissza kell küldenünk a hidrogéngyárba újabb megtöltés végett, ami nagy alkalmatlanság és egy jó hónapi idővesztés.

Ha a kötött léghajót tengeri hajón alkalmazzuk, a helyzet még rosszabb. Ezek a kötött gáztartók 285 gázpalack tartalmát veszik magukba, mi 1830 m^3 gáznak felel meg s e gáz mennyiség 25 napig elégséges a gáztartó duzzadva tartására. Egy távoli cirkáló gáztartójának hidrogénnel való újra ellátása még nehezebb s ha valami esetlegesség közbe játszik, a hajó teljesen megfigyelő-gáztartó nélkül maradhat.

Ezért nagyon fontos GEORGES JAUBERT találmánya, mely nagymennyiségű hidrogénnek a felhasználás helyén való előállítását és 200 légköri nyomás alatti palackozását teszi lehetővé.

Az eddigi módszer a nagymennyiségű hidrogén előállítására az volt, hogy lehetőleg tiszta (98% tisztaságú) és finom porrá őrlött szilíciumot tettek marószóda, jobban mondva natronlúg (NaHO) tetejére, melyet vékonyan habfogó zsírral fődtek le. A folyadékot megkeverve, a hidrogén heves pezsgés közben, körülbelül 107° melegen, magával öt-hatszorta több vízgőzt ragadva fejlődik. Jelentékeny mennyiségű hideg víz szükséges a hidrogénfejlesztő edény szintjének fönntartásához és a hűtőedényhez, mely a vízgőz sűrítésére, illetőleg lecsapására szolgál. A gyártás maradéka közömbös nátrium szilikát. A vegyi folyamat a következő:



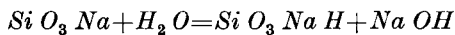
A fejlődő hidrogén közönséges légnyomású és ezért jelentős felszerelés szükséges, hogy palackokba sűrítsék. Az eljárás nagy energiavesztéssel jár, mert a gyártáskor keletkező nagy meleg haszontalanul elpocsékolódik. Továbbá a 98% tisztaságú szilícium előállítása nagyon költséges, finom porrá őrlése szintén, mert egyike a legkeményebb anyagoknak.

JAUBERT a hidrogén előállításához nem tiszta szilíciumot, hanem jóval olcsóbb ferroszilíciumot használ, melyet nem tör porrá, hanem ökolnagságú, sőt nagyobb darabokban alkalmaz s

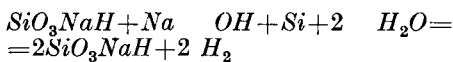
mely csak 75% szilíciumot tartalmaz. A kísérletek ugyanis kimutatták, hogy a 75% szilíciumtartalmú ferroszilícium a legolcsóbb. E kódarabokat zárt vasedény kosarába helyezik, melyet közönséges hőmérsékleten tartanak minden külső hevítés nélkül. Ezután a hideg natronlúgot szabályos menetben ráfröcskendezik a ferroszilíciumdarabokra, melyek úgy olvadnak föl, mint cukor a vízben, mégpedig jókora meleget fejlesztve. A fejlődő hidrogén a zárt edényben nagy nyomást ér el s megakadályozza, hogy a folyadék fölforrjon s a hidrogén csak kevés vizgőzt visz magával.

De ennek a hidrogéngyártásnak még egy különös sajátossága is van. A fontosabb ismertettét képlet szerint a hidrogén fejlődése alkalmával közömbös nátriumszilikát SiO_3Na_2 keletkezik, mely nem egyéb, mint nátronüveg. Ismeretes, hogy az üveg hosszú állás és hőmérsékletváltozás alatt elveszti átlátszóságát, alkálitartalma, jelen esetben nátriumtartalma fokozatosan megfogy, míg a szilícium finom por alakjában visszamarad s az üveget homályossá teszi.

Ezt az évszázadokon végbemenő, lassú elhomályosodást siettetni lehet túlhevített víz segítségével. Ilyen gyors átalakuláson megy át a nátronüveg a hidrogénfejlesztő edényben, ahol a hőmérséklet 200—250°-ra emelkedik s az üveg mintegy feloldódik. Ekkor a nátrium-szililikátból nátrium-hidroszilikát lesz és újabb natronlúg válik ki a következő képlet szerint:



Ez az újabb kettős termék szilícium jelenlétében újabb hidrogénmennyiséget fejleszt:



Továbbá a hidrogéngyártás eme módja esetén a fejlődő tisztátalanságok (kevés kénhidrogén, kénfoszfor, ammoniák) oldott állapotban a nátron-szilikátban maradnak s vele együtt időnként kibocsáthatók.

A fejlődő hidrogéntermék hűtőkészüléken megy át, ahol elveszti gőztartalmát, mely aztán víz alakban időnként

lebocsátható. A tiszta, száraz hidrogén, melynek fölszálló ereje 1200 gr, minden külön nyomás nélkül közvetlenül az acélpalackokba vezethető.

A hűtő és tápláló hidegvíz mennyisége aránylag csekély; hűtéshez 1 liter, a hidrogénfejlesztéshez 4 liter víz szükséges gázköbméterenkint.

A víz lehet tengervíz is, mi a hajón való hidrogéngyártást megkönnyíti.

A gyártást a következő összeállítású készülék végzi. Egy marószódával telt hordó után nátronlúggal telt üst következik, melyből egy szivattyú 250 légköri nyomással a lúgot a hidrogénfejlesztőbe nyomja. Ez valójában acélhenger, melyben hosszú kosárban a ferroszilíciumdarabok vannak elhelyezve. A keletkező hidrogén egy hűtőkészüléken átmenve az acélpalackokba jut. A visszamaradó nátriumszilikát és a hűtőkészülékben sűrített vízgőz csapokon bocsátható ki.

A Jaubert-féle hidrogéngyártásnak sok jó oldala van. A gáz nyomás alatt fejlődik és jut az acélpalackokba. Külön sűrítő készülékről nem kell gondoskodni. A natronlúg szivattyújának jelentéktelen erőre van szüksége.

Az egész elrendezés csekély helyet foglal el s kocsira vagy a hajó hátsó fedélzetére szerelhető. A hidrogént tehát ott állítjuk elő, ahol fölhasználjuk. Kisebb légtartók, pl. a meteorológiai intézetek kutató léggömbjeinek hidrogénnel való megtöltésére egyszerű fejlesztő alkalmazható.

A hidrogénnek nyomás alatt, sűrítve tartása palackokban vagy gyűrűzött gyűjtőedényekben nélkülözhetővé teszi a nagyterjedelmű gáztartók alkalmazását, melyeket az ellenség bombái tönkretelhetnek.

A ferroszilícium, mely 75% szilíciumot tartalmaz, nagyon olcsó s a szabad levegőn tárolható. A mosószóda vékonyfalú vashordókban tartható.

A hidegvízfogyasztás csekély mennyiségű. A nyert hidrogéngáz száraz és nagy felhajtóerejű.

A hidrogén fejlesztéséhez nem kell hevítés, sem keverés. A melléktermékeket egyszerű csapnyitásokkal lehet eltávolítani.

Egyébként a keletkező nátrium-szilikátnak még némi értéke is van.

Ha még hozzávesszük, hogy a nátronlúg fogyasztása 50%-kal kevesebb, mint a régi gyártásmód esetén, a Jaubert-féle gyártás elsőbbsége nyilvánvaló.

A városoknak kötött léghajókkal való védelme repülőgéptámadással szemben tehát sokkal könnyebbé, egyszerűbbé és olcsóbbá válik. Eddig főként az volt a kifogás a repülőgépfogók alkalmazásával szemben, hogy az eljárás drága és nagy felszerelést követel. Az ismertetett hidrogéngyártási mód a védelem nehézségeit jóformán teljesen legyőzi s a repülőgépfogók alkalmazásának gyakorlati megvalósítását lehetővé teszi.

Bogdánfy Ödön.

Cukor, szesz és takarmányélesztő előállítása fából. Az elfásodott növény főalkotórésze a cellulóze, amely a természetben cukorból épül fel. Sav hatására a cellulóze ismét építőköveire, cukormolekulákra bontható szét. A fa cellulózéjának savval történő hidrolizálásán alapuló és cellulózealcukrosításnak vagy faelcukrosításnak nevezett eljárásokat ma már a gyakorlatban is eredményesen kezdik használni. Az eljárások jelentősége azonban nem takarmánycukor- vagy tiszta szőlőcukorelőállítás lehetőségén múlik, hanem a fából, mint nyersanyagból előállított cukoroldatnak különösen etilalkohollá és élesztővé való feldolgozásán.

A cellulózeának cukorra való átalakítására tulajdonképp már rég ismeretes két — alapjában egymástól teljesen eltérő — eljárás és pedig a cukrosítás híg és a cukrosítás tömény savval. Mikor a háború folyamán Németországban a cukorsükséglet glicerinelőállítás céljából igen megnövekedett, a németek EWEN és TOMLINSON amerikai eljárása alapján híg sav felhasználásával fából próbáltak Stettinben nagyban cukrot előállítani, az eljárás azonban nem mutatkozott gazdaságosnak és így a háború végén abbahagyták. A stettini üzemben 1918 augusztus havától 1919 szeptember haváig összesen 300 tonna cukrot, ebből 150.000 liter alkoholt

állítottak elő, de 100 kg száraz faanyagból csak 6 liter alkohol volt nyerhető.

A háború után ismét felvetették a cellulózealcukrosítás problémáját és facukor nagy mennyiségű előállítása céljából a tömény sav segítségével történő cellulózealcukrosításnak BERGIUS által kidolgozott Rheinau-féle eljárására tértek át 1934-ben Mannheim városában, amellyel egy év alatt 250 tonna cukrot állítottak elő. Minthogy a tömény sav felhasználásán alapuló eljárásoknak is több hátránya van, nevezetesen, hogy cukrosítás után a tömény savat el kell távolítani és hogy általában csak megfelelően felaprózott (a fűrészpornál durvább), továbbá előreszáritott fa szolgálhat kiindulási anyagnak, kétségkívül nagyobb jövője lesz egy harmadik, a Scholler-féle, a háborús eljáráshoz hasonlóan híg savval cukrosító eljárásnak,¹ amelynek alapján ma Tornesch városában alkoholt állítanak elő. Ez az eljárás ugyanis mind a Bergius—Rheinau-féle, mind a háborús eljárás hátrányaitól egyaránt mentes. A háborús rossz cukorneredékek főoka az volt, hogy az eljárás folyamán a cukor elbomlott. A Scholler-féle eljárás megakadályozza ezt az elbomlást, miért is cellulózealcukrosításkor négyszerannyi cukrot szolgáltat.

Az eljárás lényege, hogy 14 méter hosszú és 2·40 méter átmérőjű, 50 köbméter űrtartalmú, alul tölcészerűen végződő és fűtőköpennyel ellátott, zárt hengerekben, úgynevezett perkolátorokban elhelyezett fűrészporon vagy faforgácson megfelelő mennyiségű, körülbelül 180 C° forró híg savat áramoltatnak át szakaszosan mintegy 8 légköri nyomás mellett, a híg sav saját gőzének segítségével vagy külön gőzzel (intermittáló nyomás alatti perkoláció), a cellulózéból pedig közben képződő cukrot a rövid időközökben és nagy sebességgel átáramoltatott hidrolizáló folyadékkal a perkolátorokból hőcserélő berendezésen és fojtószelepen keresztül tároló tartályokba juttatják, úgyhogy a cukornak az elbomlásra marad ideje. A cellulóze teljes elcukrosítása után visszamaradó faanyagot,

¹ Scholler H. : Die Chemie im Dienste der nationalen Rohstoffversorgung. Chem. Ztg. 60, 293, 1936.

a lignint azután a perkolátorokból el-távolítják és egyelőre tüzelésre használják.

A két ismertetett eljárás alapján nyert facukorból különböző termék, nevezetesen tiszta szőlőcukor, takarmánycukor, takarmányélesztő, pék-élesztő, etilalkohol, glicerin, butilalkohol, aceton, továbbá tejsav, vajsav, ecetsav, citromsav stb. állítható ugyan elő, gyakorlati szempontból a németeket azonban csak két termék, az etilalkohol és a takarmányélesztő előállítása érdekli. A mannheimi gyár jelenleg átalakítás alatt áll és így nem működik, a Scholler-féle eljárásra berendezkedett torneschi gyár azonban már több mint 3 éve van üzemben és gazdasági alapja ma még a szeszgyártás. 1936 április haváig 6000 tonna cukrot termelt, melyből $2\frac{1}{2}$ millió liter alkoholt állítottak elő. A nyert alkohol legnagyobb része benzinnel és benzollal elegyítetten hajtóanyagul szolgál, amennyiben erre a célra az alkoholnak a benzinnel szemben mutatkozó kisebb fűtőértékét más előnyös tulajdonságai kétségkívül kiegyenlítik.

SCHOLLER szerint a facukorból nyerhető üzemi alkoholnál is fontosabbnak látszik azonban fehérjetakarmányféleségek előállítása facukorból. Hogy ennek a feladatnak horderejét Németországra vonatkozólag felismerjük, tudnunk kell, hogy a német mezőgazdaság elegendő szénhidrátot termel ugyan, de nem fehérjét, úgyhogy Németország évente sok millió márká értékű fehérjetakarmányt hoz be, mert a fehérjét más, nitrogénmentes takarmányféleséggel nem helyettesítheti. Minthogy az állati szervezet szénhidrátokból és fehérjéből zsírt is tud készíteni, amelyet azután az ember is fel tud használni, a fehérjeprobléma megoldása egyszersmind a német zsíronellátás problémájának megvalósításához is vezet.

Jó eredmény elérése céljából az állattáplálás a fehérje és szénhidrát meghatározott arányát is követeli, a német mezőgazdaság növényi termékei azonban lényegesen kevesebb fehérjét tartalmaznak, mint amennyi ennek az aránynak megfelelne. A helyes fehérjeszénhidrátarány és ezzel együtt kedvező táplálási feltételek megteremtése

céljából ezért a németeknek a fehérjeszegény alaptakarmányt értékes fehérjével kell kiegészíteniök.

A fehérjeprobléma megoldása tehát fehérjében gazdag takarmányféleség előállításán múlik éspedig a mezőgazdaság részére elfogadható áron. A megoldás három különböző úton kísérelhető meg: a mezőgazdaság fehérjetermelésének fokozása, vegyi termékek etetése és apró szervezetek tömeges tenyésztése által, vagyis biológiai úton. A német mezőgazdaság a fehérjehozam növelését különösen a meghonosított szójabab és az édes csillagfürt termesztése útján kétségkívül elérhetné, mint-hogy azonban termesztésük céljából nem áll elég terület rendelkezésre és a mezőgazdasági fehérjeelőállítás nem történhetik más mezőgazdasági termékek rovására, a német mezőgazdaság a jelenlegi fehérjebehozatalnak csak kis részét fedezhetné ilyen módon, nem tekintve azt, hogy a német meghonosított szójabab ára sokkal magasabb volna a háromfilléres órabérek következtében olcsó keletázsianál. A másik út, a kémiai szintézis termékeinek (ammónium-vegyületek, amidok, különösen a húgyanyag és aminosavak, például glikokoll) fehérjepótanyagok gyanánt való etetése kétségkívül szintén nem fogja meghozni a kívánt eredményt, mert mindezek az anyagok csak pótanyagok és míg tökéletes aminosavkeverék nem áll rendelkezésre, még aminosavak felhasználása esetében sem építhet fel közvetlen fehérjét az állati szervezet. Mindezek az anyagok, melyek között legfontosabb a húgyanyag vagy karbamid, csak mint nitrogénszállítók szerepelhetnek és fehérjeszintézis segítségükkel csak kerdőzők bendőjében mehet végbe az ott élő baktériumflóra útján, hogy azután az ilyen módon keletkező baktériumfehérjét az állati szervezet értékesítse. Persze ezeket a kémiai pótanyagokat még a kerdőzők is csak kis mennyiségben tudják ilyen közvetett módon felhasználni, mert különben kedvezőtlen mellékhatások léphetnek fel.

A fehérjeprobléma megoldásának harmadik útja, melyre a németek első esetben a háború folyamán léptek, a biológiai fehérjeszintézis apró szerve-

zetek, főleg élesztőgombák segítségével. Ilyen élesztőgombák tömeges tenyésztése cukoroldattal nem kíván külön termelési területet és értékes természetes fehérjét szolgáltat. Éppezért, tekintettel arra, hogy az utolsó esztendőben a biológiai fehérjeszintézis elvégzésére a cellulózelcukrosítás új, mennyiségileg korlátlan szénhidrát-alapot nyújt, a német közlelmezési minisztérium 1933-ban és 1934-ben megbízta a torneschi német faelcukrosító és vegyigyár részvénytársaságot, hogy a Scholler-féle eljárás szolgáltatta facukorból kísérleti célokra nagyobb mennyiségű takarmányélesztőt termeljen. A híg facukoroldatból a szokásos módon termelt élesztő mennyiségesen és más tekintetben is a várokozásoknak megfelelt. 100 kg száraz faanyag, illetőleg 50 kg facukor 25 kg szárazélesztőt szolgáltatott, bár ezt a mennyiséget kétségekívül 30 kg-ra is sikerül majd növelni. A facukorból nyert élesztővel, mint takarmányélesztővel végezett etetési kísérletek meg azt mutatták, hogy az a sörélesztőből elő-

állított szárazélesztővel egyenértékű és hogy a szójabab pótlására is alkalmas.

Minthogy a kereskedelembeli szárazélesztő a legjobban fizetett fehérjetakarmány (az élesztő fehérjéje ugyanis biológiailag igen értékes, az élesztő ezenkívül vitaminokban is gazdag) és a német sörélesztőszükséglet évenként több ezer tonnát ér el, a fából, mint nyersanyagból nagy arányokban előállított takarmányélesztő valószínűleg a takarmányélesztő magas árának csökkenését is maga után fogja vonni.

Az ilyen módon a német fehérjehiány teljes pótlása céljából előállítandó takarmányélesztő mennyiségét persze nem lehet megállapítani, mert a német mezőgazdasági kiegészítő fehérjetermelés mértéke nem látható előre. Kétségtelen azonban, hogy a szükséges takarmányélesztőmennyiség sok száz-ezer tonnára rúg, melyhez a nyersanyag, a fa Németországban bőségesen áll rendelkezésre fűrészpor, faforgács, fahulladék és tűzi fa formájában.

Dr. Kieselbach Gyula.

IV. A CSILLAGÁSZAT KÖRÉBŐL.

A nap szomszédai. Bolygótársainkon túl a Nap közvetlen szomszédai halvány csillagoknak látszanak és ha mérőműszereinkkel közéjük emelkedünk, nagy magányosságban érezhetjük magunkat. Számszerűen a viszonyokat a modern csillagfizika fedi fel, amelynek néhány érdekes eredménye alkalmas vezető egy kis kiránduláshoz.

Elsőrendű csillag (1.5 nagyságrendig) tőlünk 16 látható, a déli égboltozattal együtt pedig 21. Tévedés volna arra gondolni, mintha ezek volnának a legközelebbi égitestek, hiszen a csillagok sugárzása távolról sem egyforma, az abszolút fényességrend, vagyis a 10 parsec távolságra redukált „magnitudo” tekintetében óriási különbségek vannak köztük. Ismeretes, hogy a használatos távolságegység, a parsec 3.258 fényév, azaz $3.084 \cdot 10^{13}$ (30.84 billió) kilométer. A 21 legfényesebb csillag többségben hatalmas energiájú óriás és közvetlen környezetünkben, 5 parsecen belül csak négy van közülük: α Centauri, Sirius, Procyon, Atair.

Csillagtávolságot elsőnek BESSEL mért 1838-ban, éppen egy századdal ezelőtt, nevezetesen a β 1 Cygniét, amelyet 2.87 parsecnek talált (helyesen 3.42). Az α Centauri távolságát HENDERSON 1.09 parsecben állapította meg (helyesen 1.32) és sokáig ezt tekintették a Nap legközelebbi szomszédjának. Később kiderült, hogy ugyancsak a Déli-keresztben egy még közelebbi van, a „proxima”, 1.29 parsecnyire tőlünk. 1 parsecen belül nincsen csillag, 2 parsecig ezidőszent 3, 3 parsecig 8, 4 parsecig 21, 5 parsecig 27, 10 parsecig pedig mintegy 200 ismeretes. Alaptalan lévén annak feltételezése, mintha a Nap környezetében a csillagok a távolsággal ritkulnának, a között eloszlás arra utal, hogy legalább is 4 parsecen túl több ismeretlen égitest létezik, amint az a továbbiakban még többször is kitűnik.

A 3 parsecen belüli csillagok a következők:

Név	Távolság parsec	Fényesség- rend	Abszolút magnitudo	Színkép- típus	Tömeg nap-tömegben
Proxima Centauri	1.29	11.0	15.5	M5	(0.18)
α Centauri A	1.32	0.3	4.7	G0	1.14
„ B	1.32	1.7	6.1	K5	0.97
Barnard nyílcsillaga (Kígyó- tartóban)	1.86	9.7	13.3	M3	1.18
Wolf 359 (Oroszlánban) ..	2.46	13.5	16.6	M4	(0.14)
22 H Camelopardalis	2.55	7.6	10.6	M2	(0.46)
Sirius A	2.67	-1.6	1.3	A0	2.45
„ B	2.67	8.4	11.3	A7	0.96
„ C	2.67	12.0	14.9	—	—
BD—12° 4523 (Kígyóban) .	2.86	9.5	12.6	M5	(0.33)
Innes csillaga (Kentaurban)	2.94	12.0	14.7	M5	(0.21)

Barnard csillagának van a legnagyobb ivmzgása (évi 10"·25). Az α Centauri két összetevővel szerepel, Sirius pedig hármas rendszer (C-t INNES fedezte föl 1926-ban): C 2 év alatt kering B körül, ez pedig 50 év alatt A körül. A tömegek egysége a naptömeg, amely 1·992·10²⁷ tonna. A zárjelbe írt adatok elméleti úton vezetettek le.

5 parsecen belül 27 csillag található, melyek közül szabadszemmel mindössze 9 (tőlünk 7) látható. Hét kettős és egy hármas rendszer lévén köztük, összesen 36 égitestről van szó. Óriás nincs ebben a körzetben, se pedig változócsillag. A rendkívüli sűrűségük révén híressé vált fehér-törpékből 3 példány szerepel: Sirius B, Maanen csillaga és 40 Eridani B. A többi az úgynevezett fősorozat tagja. A Nap, amelyhez leginkább az α Centauri A hasonló, előkelő tagja a társaságnak, amennyiben energiasugárzás (abszolút fényessége 4.8) tekintetében az ötödik, tömegre nézve pedig a hatodik helyet foglalja el. A két legnagyobb tömegű csillag Sirius A és Atair (1.75).

Óriáscsillagot 10 parsecig sem ismerünk, változót csak egyet, fehér-törpét pedig négyet. Az eloszlás annyiban is hasonló az előző csoportéhoz, hogy a kettős rendszerek aránya szintén mintegy 30%, két szomszédos csillagnak egymástól való átlagos távolsága pedig egyaránt 2.7 parsec. Utóbbi adat valószínűleg hibás, hiszen

e határon belül a Nap körül 5 csillag is van és az átlagnak csak a Sirius távolsága felel meg. Ismeretlen testek vannak tehát, amelyek felfedezése a közepes távolságot kellő mértékére csökkentve fogja elénk tárni.

A Nap gömbjének sugara 695.600 kilométer, anyagának átlagsűrűsége pedig 1.416 gr/cm³ (egység a víz sűrűsége). Földünk a Naptól középleben 149.5 millió kilométernyire van és ha a naptömeget egy ekkora sugarú gömbben osztanók el egyenletesen, a sűrűség 1.42·10⁻⁷ (1.42 tízmilliomod) volna. A szélső óriás-csillagoknak a laboratóriumi vákuummal versenyző sűrűsége ez, melynél csak a csillagvilág gázködeinek anyaga ritkább. A Neptunusz pályájáig szórva szét a Nap tömegkészletét, a sűrűség már csak 5.24·10⁻¹², 1 parsecig pedig 1.62·10⁻²³ volna. Tanulmányos számításokat végezhetünk a hennünket környező távolabbi tér közepsűrűségére, valamint az itt található csillagok átlagos tömegére nézve is. A számítás menete a következő: 2 parsecig a Nappal együtt 4 csillag ismeretes, összes tömegük 4.47, egy csillag átlagtömege tehát 1.1 naptömeg; az anyag eloszlását a szóbanforgó távolságig terjedő gömbön belül egyenletesnek gondolva, a közepsűrűség 9.06·10⁻²⁴ gr/cm³, vagyis 1 cm³-re átlagban mindössze 5.5 proton jut. Az eredmények a következők:

Távolság- határ parsecben	Csillagok száma	Össztömeg nap- tömegben	Egy csillag átlag- tömege	Közepsűrűség vízhez viszonyítva	1 cm ³ -re eső protonok száma
1	1	1.00	1.0	1.62.10 ⁻²³	9.8
2	4	4.47	1.1	9.06.10 ⁻²⁴	5.5
3	9	9.02	1.0	5.42.10 ⁻²⁴	3.3
4	22	18.27	0.8	4.63.10 ⁻²⁴	2.8
5	28	21.92	0.8	2.85.10 ⁻²⁴	1.7

Felesleges volna fenti táblázatot bővebben magyarázni. A sűrűségnek a távolsággal való csökkenése megint csak arra mutat, hogy közvetlen környezetünket is hiányosan ismerjük, vagyis minél messzebb megyünk, annál több égitest vár felkutatására.

Dr. Kalmár László.

Kozmikus meteorok. Már régóta tudjuk, hogy egyes, szabályos időközben visszatérő hullócsillag-rajok pályája megegyezik valamelyik üstökös pályájával. Ezek a meteor-rajok üstökösök roncsai, a Napnak vagy bolygónak vonzása az üstökös tömegének egy részét leszakította. Ilyenek például a leonidák vagy perseidák raja. Ha a hullócsillagok megfigyelt pályáját csillagtérképbe rajzoljuk, ezek egy pont felé tartanak. Ez a pont a raj kisugárzási pontja. A raj erről kapja nevét, pl. a leonidák rajának kisugárzási pontja az Oroszlán (Leo) csillagképbe esik. Valóban a pályák párhuzamosak, az egy pont felé tartás csak látszat, mint ahogyan a vasúti sínek vagy a faszor oldalai is látszólag összehajlanak.

Az üstökösökből eredő meteor-rajokon kívül olyan rajokat is ismerünk, amelyek az állócsillagok teréből jönnek, tehát előbb nem tartoztak naprendszerünkhöz. Ismeretes, hogy egész naprendszerünk a Hercules és Lant határán levő pont felé mozog, mégpedig másodpercenként 19 km sebességgel. Az utóbbi években többen vizsgálják azt a kérdést, hogy hogyan tükröződik naprendszerünknek ez a mozgása a kozmikus meteorok jelenségeiben. Elméleti úton NISSL tárgyalta ezt a kérdést. Egyik eredménye a következő. Figyeljük a kozmikus meteorok gyakoriságát a Földnek ugyanazon a pontján, akkor az évi menetet sinusgörbe ábrázolja. A legnagyobb gyakoriság abba az időbe esik, amikor a kisugárzási pontoknak legsűrűbb helye az észlelő horizonja fölött éjfélkor legmagasabban van. HOFFMEISTER viz-

gálta meg az elméletnek ezt a következtetését 1930-ban az Atlanti-Óceán forró égővi részében, majd részletesebben 1933-ban második kutató útján, amely 35° déli szélességig terjedt. A megfigyelések az elméletnek előbbi eredményét megerősítették. A meteorok sebessége annál nagyobb volt, minél délibb fekvésű a megfigyelő helye. Ez azonban csak látszólag van így, az elmélet ezt is meg tudja magyarázni, ha abból indul ki, hogy a kozmikus meteorok nem egyenletesen oszlanak el az égbolton minden irányban, hanem bizonyos irányban haladnak. A megfigyelés ezt az irányt is megadta, a Bika csillagkép egy pontjából a Mérleg és Skorpio határán levő pont felé tart azon a helyen, ahol naprendszerünk most van.

Az elmélet és megfigyelés egyezése azt mutatja, hogy az állócsillagok rendszerén kívül a világűrben a kis testeknek rendszere is van, ennek tagjai, a kozmikus meteorok nagy számban töltik ki az állócsillagok közt levő teret. Az áramlás előbb említett iránya olyan két helyet köt össze az égbolton, ahol kiterjedt sötét ködök vannak. Ezek a ködök a rajtok átmenő csillagfényt elnyelik. Távolságuk naprendszerünkötől feltűnően kicsi. Egészen függetlenül a kozmikus meteoroktól az a vélemény merült fel, hogy a két sötét felhő naprendszerünkön át egymással összefügg. HOFFMEISTER felteszi, hogy a kozmikus meteorok ezeknek a sötét felhőknek részei. Mikor mások megfigyelték, hogyan gyengül a csillagok fénye a sötét felhőkben, szintén arra a következtetésre jutottak, hogy a sötét felhőkben a porszemekhez képest nagy tömegű szilárd testeknek kell lenni. A nagyon finom por u. i. fényelhajlást okoz és a csillagok fénye színeződik, ellenben a nagyobb testek nem okoztak színezést, csak a fényt gyengítik. A kozmikus meteorok vizsgálata így a csillagászatnak egyre jelentősebb feladata lesz.

M. J.

A kiadásért és szerkesztésért felelős: Dr. GOMBOCZ ENDRE.

Kir. Magy. Egyetemi Nyomda, Budapest, VIII, Múzeum-körút 6. (F.: Thiering Richárd.)

PÓTFÜZETEK A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ

Megjelenik évenként
4 füzetben, összesen
12 nagy nyolcadrészt
ívnyi tartalommal;
időnkint szöveggöztü
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.

70. KÖTETHEZ.

1938. OKTÓBER—DECEMBER

212. FÜZET

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Állattani és Biológiai Intézet

Lejt. napló: 176 Lsz.: 165

A jégkor éghajlata.

csoport: _____ szám: _____

A jégkorra vonatkozó kutatások a mult évtizedekben külföldön nagyon örvendetes eredményeket értek el. Az utóbbi években nálunk is fokozottabb figyelmet fordítanak a kutatók a magyarországi jégkor kérdéseinek tisztázására. Nagy kár, hogy a multban, amikor részünkre a magasabb hegyvidékeink is hozzáférhetők voltak, a magyar származású kutatók azt az alkalmat csak kis mértékben használták ki és a jégkorra vonatkozó megfigyeléseket meglehetősen elhanyagolták. Magasabb hegyvidékeink a jégkorban kisebb-nagyobb mértékben el voltak jegesedve és bizonyosan sok olyan anyagot rejtegetnek még, amelyek Magyarország jégkorára értékes útmutatásokkal szolgálhatnának. Viszont azt is el kell ismerni, hogy a jégkori kutatások szempontjából sokkal előnyösebb helyzetben levő külföldi területek sem voltak a háború előtt még olyan mértékben feltárva mint napjainkban, a különböző finom kutatómódszerek sem érlelődtek meg még annyira és így a magyarországi jégkori kutatásokra nem volt elég ösztönző példa. Ezeknek a példáknak pedig elsősorban az igazán jellegzetes jégkori területeken kellett megszületniök.

Csonka országunkat a jégkor főjellemvonása, a nagy eljegesedés, egyetlen ponton sem érintette. Túl fekszünk az igazi jégkörnyéki (periglaciális) területek övezetén is, bennünket a jégkorra jellemző távolabbi éghajlati hatások értek és éppen erre való tekintettel lehet érdemes megismerkedni a jégkor éghajlatára vonatkozó időszerű elgondolásokkal.

Amikor a jégkor éghajlatáról beszélünk, akkor elsősorban a mindenkor eljegesedés idejére gondolunk, valamint az eljegesedés (glaciális) időszakából a jégközötti (interglaciális) időszakokba való átmenetre és viszont. A jégközötti időszakoknak éghajlatát a rendelkezésre álló adatok alapján a mai éghajlathoz hasonlónak képzelhetjük, talán csak a legnagyobb jégközötti időszaknak (Mindel-Riss) éghajlata lehetett valamivel melegebb a mainál.

Az eszményi állapot az volna, ha jelenlegi éghajlati ismereteink alapján, számszerű adatokra támaszkodva, pontos beszámolót tudnánk nyújtani a főbb éghajlati elemeknek: a hőmérsékletnek, csapadéknak és a szélviszonyoknak jégkori kialakulásmódjáról, de természetesen ettől a lehetőségtől még nagyon is messze vagyunk. Mindamellett vannak bizonyos támpontjaink, ezekre támaszkodva helyel-közzel már számszerű adatokat is meg lehet kockáztatni, de minden éghajlati elem viselkedéséről, ingadozásának mértékéről stb. szóval a részletességgel, ahogyan ma valamilyen terület éghajlatáról beszélni szokás,



a jégkori éghajlatról nem lehet beszámolni, meg kell elégedni az általános, nagy vonásokkal.

A jégkor éghajlatának rekonstruálására több út és mód kínálkozik. Útbaigazítással szolgálhat a jégkori flóra, a fauna, azonkívül általában a fizikai földrajzi jelenségek és bizonyos mértékben a ma is eljegesedett területek. A két első közül a flóra már eddig is sok értékes adatot szolgáltatott és az újabb kutatómódszerek révén — amint ezekre legutóbb ezen a helyen ZÓLYOMI BÁLINT¹ is rámutatott — a jövőben még bőségebb eredményeket lehet a flórakutatástól várni. A fauna a viszonylagosan gyenge éghajlati hatásokra nem reagál elég érzékenyen és elég gyorsan. A fauna jelentőségét a jégkor megítélése szempontjából eddig meglehetősen túlbecsülték és a távolabbi geológiai korokban játszott meghatározó szerepéről a jégkori kutatásokkal kapcsolatban sem óhajtottak a kutatók lemondani. Csak újabban kezdik mind erélyesebben hangoztatni, hogy a jégkor történetének beosztásakor az egykori állatvilág maradványaira építeni vajmi keveset lehet és hogy a jégkori jelenségek finomabb részleteire elsősorban a fizikai földrajzi, morfológiai és a növényteni megfigyelések vannak hivatva fényt deríteni.

Az alábbi rövid összefoglalásban, a többi éghajlatmeghatározó tényezőt nem tekintve, a jégkor éghajlatát az eddigi kutatások alapján úgy szeretném bemutatni, ahogyan arra a fizikai földrajzi jelenségek figyelembevételével igyekeznek visszakövetkeztetni.

Elsősorban foglalkozunk a hőmérséklettel. Nagyon sok szó hangzott már el erről a kérdésről és általában az volt a törekvés, hogy a jégkorra utaló jelenségek közül visszakövetkeztessenek a jégkori hőmérsékletviszonyokra. A vizsgálódások folyamán kitűnt, hogy a jégkori jelenségek két hőmérsékleti hatást takarognak magukban, először azt az általános és egyszerre, egyidőben az egész Földre kiterjedő hőmérsékletcsökkenést, amelyik az egyes eljegesedéseket kiváltotta és másodsorban azt a hőmérsékleti hatást, amelyiket a nagy kiterjedésű jégtömeg maga idézett elő. Ezt a két hatást egymástól elválasztani meglehetősen nehéz, de bizonyos, hogy a már kialakult jégtakarónak magának is volt általános éghajlati és hűtő hőmérsékleti hatása.

A jégkor hőmérsékletcsökkenésének értékére a jégkori hóhatár magassági elterjedéséből és a mai éghajlati viszonyok között kialakult jelenlegi hóhatár közötti különbségből igyekeztek megfelelő következtetéseket vonni. Éghajlati hóhatárnak vagy firnvonalnak nevezzük azt a vonalat, amelyik az örökhó területét az időszakonként elolvadó havas területektől elválasztja. Régebben azt gondolták, hogy a hóhatár egyszerűen az évi közepes 0°-os hőmérsékleteket összekötő vonallal (izotermával) egymagasságban fut. Eszerint nagyon egyszerű dolog volna a hőmérsékleti adatok alapján a hóhatárt kijelölni. Sajnos ez nem így van, mert a hóhatár kialakulása nemcsak a hőmérséklettől, hanem a csapadék évi mennyiségétől is függ, hiszen könnyen belátható, hogy valamilyen helyen a hőmérséklet elég magas lehet ahhoz, hogy bizonyos maximális vastagságú havat elolvasszon, de már annál a maximális értéknél vastagabb hóréteget nem tud eltüntetni és abból megmaradhat valami a következő évekre is. Már pedig az évi csapadék-

¹ Tizezer év története virágporaszemekben. Termtud. Közl. 1936.

mennyiség helyileg jelentékenyen ingadozó lehet. Ma már nemcsak Európában de a Föld legnagyobb részén is megfelelő pontossággal ismerjük a jelenkori és a jégkori hóhatár elhelyezkedését és a jelenlegi modern jégkori kutatásoknak egyik igen fontos megállapítása az is, hogy az egyes jégkorszakokban a hóhatár süllyedése az egész Földön, tehát az északi és déli félgömbön is *egyidőben* következett be.

Ha összegyűjtjük a jelenlegi és a jégkori hóhatárra vonatkozó adatokat — a jégkori hóhatárt sok esetben csak az utolsó eljegesedésre vonatkozóan lehet pontosan megállapítani — és ha azokat egymás fölött megrajzoljuk, a két vonal rendkívüli párhuzamosságot mutat. A két hóhatár közötti eltérés, vagyis a jégkori hóhatár süllyedésének értéke 400—1700 m között ingadozik; ez az érték az északi sarkvidéken 600 m, a 65°—40° földrajzi szélességen 1000—1700 m, a szárazabb területeken 400—600 m, az Egyenlítő vidékén 600—800 m, az Antarktiszon csak néhány m. Egyetlen olyan hely sincsen a Földön, ahol a jelenlegi eljegesedés övezetében a jégkorban ne lett volna sokkal nagyobb mértékű eljegesedés. A hóhatárkülönbségekből kiviláglik, hogy a hóhatár a csapadékosabb területeken alacsonyabbra szállt, mint a szárazabb övezetekben. Éppen ez az, ami a hóhatár és a csapadékmennyiség közötti viszonyra a figyelmet felhívja. Minden magasabb hegységben meg lehet azt a hegységenként változó magasságövezetet különböztetni, ahol a csapadéknak maximuma van, ez a maximális csapadékövezet vonala. Ez a vonal ott alakul ki, ahol a szélről a hegységnek hajtott légtömegből a párácsapódás a leggazdagabb. Ez a magasság ingadozó, mert a levegő nedvessége és hőmérséklete sem mindig egyforma; különösen évszakonként változnak ezek az értékek. Ezért a hó és az eső kiválásának maximális övezete különböző, így például az Alpésekben a hóesés maximális övezete körülbelül 2500, az esőé 1500—2000 m.

A jégkori hóhatár a jégkori elsőleges hőmérsékletcsökkenés következtében természetesen alább kellett hogy szálljon, de süllyedésének mértéke attól is függ, hogy a megfelelő hóhatár a maximális csapadék övezetével szemben milyen helyzetet foglalt el. Az Antarktiszon a hóhatár csak keveset süllyedt, mert itt már megelőzően is a maximális csapadék övezetén alul feküdt. Különösen erős a süllyedés a közepes szélességeken, kb. a 65°—40° földrajzi szélesség között, mert itt a hóhatár a jelenlegi maximális csapadék övezetén felül fekszik. Valóban itt is találjuk a legerősebb hóhatársüllyedést, 1000—1700 m-es értékben. Viszont néhány foknyi hőmérsékletcsökkenés a száraz övezetekben csak kis mértékben tudja a hóhatárt leszorítani, míg az egyenlítői vidékeken a süllyedés ismét nagyobb a levegő gazdagabb páratartalma miatt.

Láthatjuk tehát, hogy az egyenlő értékű hőmérsékletcsökkenés a különböző szélességeken különböző értékekben nyilvánul, és pedig aszerint, hogy a hóhatár a maximális csapadékövezetet alulról vagy felülről közelíti meg és hogy a hőmérsékletcsökkenés szárazabb vagy csapadékosabb vidéket érint. Az előzőeknek megfelelően ugyanaz következik be akkor is, ha a csapadékgazdagabb partvidékről a szárazföld belseje felé követjük a hóhatárt, például Európában nyugatról keletnek. Ilyenformán az egyenlő értékű hőmérsékletcsökkenés a partvidék és a szárazföld belseje közötti ellentétet még jobban kiélezi. A partvidék közelében a hóhatár erősen a maximális csapadékövezet alá süllyed. A belső részek

felé nemcsak a hóhatárnak magasabb fekvése miatt következik be később ez az eset, hanem amiatt is, mert a csapadék is kevesebb. A szárazföldi éghajlatot jellemző nagyobb napfénytartam és gyéreb felhőzet következtében a kisebb vastagságban lehulló hóból is több olvadhat és párologhat el.

Az éghajlat szempontjából azonban nem mindegy, hogy az általános értékcsökkenés hogyan érvényesült, hogyan oszlott meg évszakonként. Három lehetőséget tehetünk fel: 1. feltesszük, hogy a hőmérsékletcsökkenés egyenlő mértékben érte a téli és nyári időszakot is, tehát egyenlő értékben nyomta le az évi középhőmérséklet görbéjét; 2. hogy a hőmérsékletcsökkenés főképen a telet érte; 3. hogy főképen a nyári hőmérséklet csökkent.

A megfontolások és a jégkori jelenségek is azt tanúsítják, hogy a két első eset nem következhetett be. Mert, ha például feltesszük azt, hogy a hőmérsékletcsökkenés főképen a telet érte, akkor Skandináviában, az európai eljegesedés táplálóterületén, megnövekedett volna a tél és a nyár közötti különbség, ami az éghajlat szárazabbá válását jelentené. Télen hosszabb ideig 0° alatt maradt volna a hőmérséklet és mélyebben a 0° alá süllyedt volna mint ma, de hogy ilyen feltételek között lényegesen nagyobb hőtömegek halmozódhattak volna-e fel és hogy megindult volna-e a jégtakaró képződése, az nagyon kétséges. Igaz ugyan, hogy télen esetleg nagyobb mennyiségű jégtömeg halmozódhatott volna fel és az tömege miatt tavasszal hosszabb ideig kitartott volna, de belföldi jég abból aligha képződhetett, mert a nyár viszonylagosan magas és a jelenkorhoz hasonló hőmérsékletével a jég és hó nagyobb részét felemészttette volna. A gleccser képződés és megnyúlás lehetősége nemcsak a hógyűjtőterület lehülésétől és a hónyereség nagybodásától, hanem jelentékenyebb mértékben a fogyasztóterület *emésztőképességének csökkenésétől* függ. Viszont egészen más a helyzet, ha inkább a nyári félév hőmérséklete csökken, akkor a tél folyamán felhalmozódó hó- és jégtömegekből csak kis rész olvadhat el, mindig újabb tartalék halmozódhat fel a hógyűjtőterületen és ez a folyamat végül jégtakaró képződésére vezethet.

Hogy valóban a nyár hőmérsékletcsökkenése lehetett hatással a jégtakaró kialakítására, azt a jelenkori megfigyelések is igazolhatják. Hasonlítsuk össze például Salzburg (+) és Punta Arenas (–) hőmérsékletviszonyait:

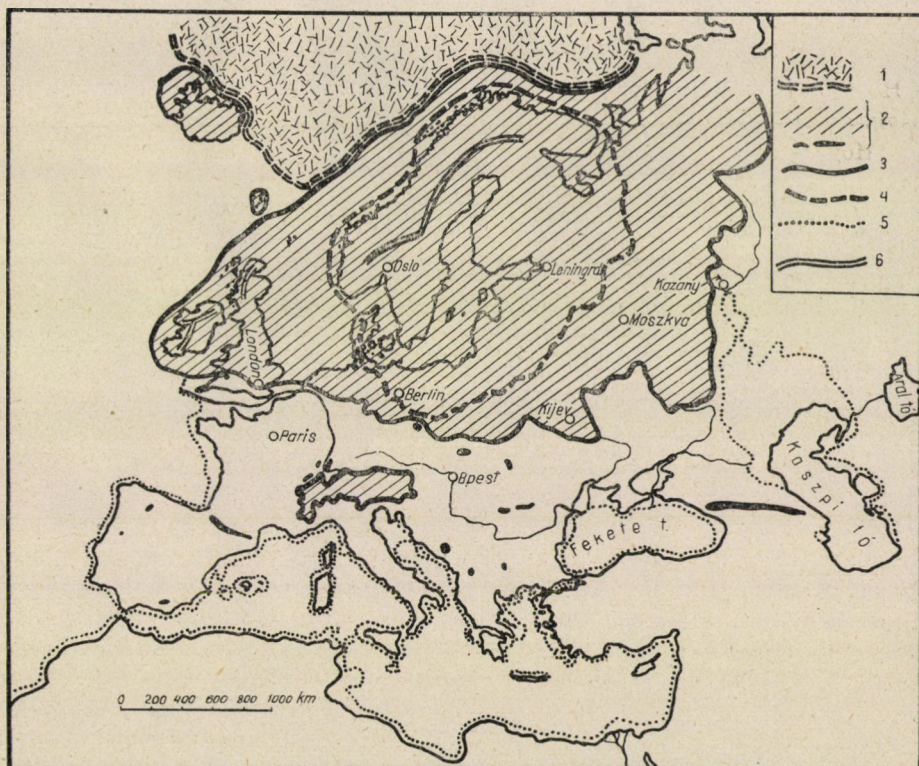
	Tél	Tavas	Nyár	Ősz	Leghidegebb hónap	Legmelegebb hónap	Évi középm.
Salzburg (+) ...	–1.5	8.0	17.0	8.3	–2.4	17.8	7.9
Punta Arenas (–)	2.1	6.6	10.5	7.0	1.0	11.0	6.5
Különbség:	–3.6	+1.4	+6.5	+1.3	–3.4	+6.8	+1.4

Punta Arenasban a téli hőmérséklet jelentékenyen magasabb, mint Salzburgban, de a tavasz és az ősz közötti időszak Salzburgban melegebb. A jelenlegi hóhatár ennek megfelelően Salzburgban 2400 m, Punta Arenasban pedig 1100 m, vagyis olyn alacsony, mint Salzburgban a jégkorszakban volt. Látszik tehát, hogy a hűvös nyárnak milyen nagy jelentősége van.

Ugyancsak a hűvös nyár mellett szól az eljegesedések időszakában lefutó vizek hidrográfiai jellege is. Akár az ősfolyamvölgyekben lefolyó vizeket, akár

a jégtakarótól távolabb lefutó vizek munkáját vesszük figyelembe, mindenütt meg lehet állapítani, hogy az eljegesedések idejében a vízfolyások általánosan felkavicsolták medröket. Ez a felkavicsolódás pedig csak abban az esetben következhetett be, ha a folyóvizek nagyon ingadozó vízjárásúak voltak, vagyis hosszú ideig (a téli félévben) alacsony vizük és a nyári félévben csak olyan rövid ideig tartó magasvizük volt, hogy hordalékanyagukkal nem birkózhattak meg, a hordalék szabályszerű elszállításáról nem tudtak gondoskodni. Ha a nyári félév melegebb lett volna, vagy ha a téli és nyári félév egyenlő mértékben hűlt volna le, mint két esetben hosszabb ideig tartott volna a folyók magas vize, vagy legalább is olyan magas vízállása, hogy hordalékanyagukkal meg tudtak volna birkózni és így a felkavicsolódás nem következhetett volna be. Ugyancsak a nyári félév viszonylagosan hűvösebb voltát bizonyítja az is, hogy az egész Földön valamennyi belföldi tó az eljegesedés idejében magasabb vízállású volt, ennek pedig elsősorban az elpárolgásnak a mainál kisebb mértéke volt az oka.

Amint megindul a fokozottabb mértékű eljegesedés, másodlagos hatása több irányban mutatkozik. Mindenekelőtt megváltozott az akkori szárazföldeknek, közöttük például Európának is a tengerrel szemben elfoglalt helyzete, már pedig ismeretes, hogy valamilyen terület éghajlatának értelmezésekor az illető



1. kép. Jelmagyarázat: 1. Az uszadékjég és határa; 2. Eljegesedett területek; 3. A legnagyobb eljegesedés határa; 4. Az utolsó eljegesedés határa; 5. Európa partvonala az eljegesedések folyamán; 6. Jégválasztó-vonal.

területnek az Egyenlítőtől való távolságán, vagyis a földrajzi szélességen kívül a tengerrel szemben elfoglalt helyzete is meghatározó fontosságú.

A mai állapothoz képest például a jégkori Európa helyzete a tengerrel szemben ha nem is túlságosan, de annyira különbözött, hogy ez a változás az éghajlat módosítására vezethetett. Az eljegesedések idejében a nagy jégtakarókban a mai felfogás szerint annyi csapadék halmozódhatott fel, hogy ez a szilárd állapotban tartalékolt csapadékmennyiség a világtengerek szintjét közepes értékben legalább 100 m-rel süllyeszthette.² Eszerint Európa körvonalai, (1. kép) különösen északnyugaton, az amúgy is alacsony szárazföldi talpazaton fekvő Brit-szigetek övezetében jelentékenyen megváltoztak. Európa jégkori körvonalaait kb. kijelölhetjük, ha a jelenlegi 100 m-es mélységvonalat a tengerben nyomon követjük. Eszerint szárazföld volt az Északi-tenger, az Írország és Anglia közötti Ir-tenger, az egész La Manche-csatorna és dél felé a tengerpart Dél-Írország mai partjától 40–60 km távolságra Délnyugat-Angliának tartott úgy, hogy Land's Endtől eltávolodva a Scylly szigetek még Angliával össze voltak forrva. Innen a tengerpartnak csak kis beöblösődése volt a La Manche-csatorna tengelye felé, így tartott Bretagnenak, de annak mai partjait nem érte el, hanem azt 50–60 km távolságra megkerülte és gyenge íveléssel, miközben Nyugat-Franciaországot 100–120 km kiterjedésben megszélesítette a Vizcayai-öböl belső zugába húzódott. Az Írország északi részéből és Skóciából nyugatnak húzódó jégtakaró a mai partszegélytől jóval nyugatabbra borjadzott a tengerben, hiszen a skóciai jégtakaró végigszántotta a Hebridákat és az Orkney-szigeteket is, míg a Shetland-szigetekre már a Skandináviából ide áthúzódó jégtakaró rakta le jellegzetesen fenékmoréna anyagát.

Hogy a helyzet valóban ilyen lehetett, azt nemcsak az elméletileg feltételezett tengerszint süllyedéséből lehet következtetni, hanem bizonyítja az is, hogy Észak-Angliából az Ir-tenger helyére benyomult jég Wales északi részére felhordta a volt tengerfenékből kiásott tengeri kagylókat és azokat morénájával vegyesen hagyta vissza emlékül. Viszont Kelet-Angliát, Yorkshireben, a skandináviai jégtakaró délnek húzódó ága súrolta és a fenékmoréna anyaga közé bizonyítékul az Északi-tenger medencéjéből sodort fel tengeri kagylókat. Dél-Európában már aránylag sokkal kevesebbet változott a jelenkorhoz viszonyítva a jégkori partvidék. A portugál partokon és Andaluziában csak keskeny szegélyen növekedett a mai part, a Földközi-tenger vízvidékén, a Spanyol-félsziget keleti partján, Palos-foktól az Ebro torkolatáig növekedett meg a szárazföld. Megkisebbedett a Lioni öböl bemélyedése is. A Pitiusas-szigetek egységes szigetté forrottak össze, hasonlóképpen Mallorca és Minorca, valamint Korzika és Szardinia is. Elba szeszélyes alakú kis félszigettel kapcsolódott a szárazföldhöz, Szicília is összeforrott Itáliával, Tunisz felé pedig szigethíd vezetett át. Az Adria megkeskenyedett, észak felé 130–150 km-rel megrövidült, a Fiumei-öböl az elébe telepedett szigetekkel együtt szárazföld volt. Megkisebbedtek az Égei-tenger északi öblei is, Thaszosz félsziget volt, hasonlóképpen Evvia szigete is. A Kikládok egyes szigetei nagyobb szigetté házasodtak össze, a Szporádok pedig Kis-Ázsia tartozékai voltak. A Márvány-tenger mai szintjénél kb. 70 m-rel feküdt alacso-

² Ilyen természetű számításokról a Természettudományi Közlöny is megemlékezett. Kéz A. : A pleisztocén és jelenkori eljegesedések és a velük kapcsolatos tengerszintingadozások számadatai. LXIV. köt. 88. l.

nyabban, a Fekete-tenger 40 m-rel, de már ez az aránylag kis szintváltozás is lényeges átalakulást idézett elő a Fekete-tenger északi részében. Kelet-Bulgária és Románia partjai megnövekedtek és a mai Duna-torkolat vidékéről a tengerpart egyenesen Krim déli részéhez húzódott, az Azovi-tenger medencéjén a Don nyugodtan végig tudott folyni, a Kercsi-szorostól délre ma is szépen látszik a tenger szintje alatt elöntött jégkori deltája. A Fekete-tenger és a Márvány-tenger tehát a Földközi-tengerhez viszonyítva a jégkorban olyanféle helyzetben volt, mint a mai Kaspi-tó, azzal a különbséggel, hogy fölös vize a mai Dardanellák helyén szélesre duzzadt hidegvízű folyóban csurgott ki az Égei-tengerbe. A Kaspi-tónak a mai 26 m-rel a tenger szintje alatt fekvő víztükre az előbbiekkal szemben annyira megdagadt, hogy a jégkori Volga már Kazany alatt torkollott. Táplálásáról nemcsak a Volga gondoskodott, hanem a Szír- és Amu-darja is, mert ez a két folyó az Aral-tavat annyira megduzzasztotta, hogy az az Uszbojmélyedésen át összeköttetésbe került a Kaspi-tóval és a Kaspi így megnövekedett vízmennyisége a Kaukázustól északra, a Manics-mélyedésen át folyt le a nála alacsonyabb szintben fekvő Fekete-tengerbe. Éppen csak az érdekesség kedvéért említjük itt meg, mert az éghajlati vonatkozása kevés, hogy az eljegesedés időszakában Európában két hatalmas, a Föld mai legnagyobb folyóival vetekedő folyóóriás fejlődött ki. Az egyik a Dardanella, a másik az ú. n. Csatorna-folyó volt. A Dardanella-folyó vezette le az Alpok megnövekedett gleccsereiből fakadó olvadékvizek jelentékeny részét a Duna révén. Ugyancsak a Fekete-tengerbe folyt össze a mai Oroszország területét elborító jég valamennyi olvadékvize, mert a jégtakaró miatt északnak vizek nem folyhattak le és a jégperem előtti vizeket az akkori Dnyepr, Don és Volga¹ gyűjtötték össze. A Fekete-tengerhez kapcsolódott Kaspi-tó révén ugyancsak a Dardanella-folyón folytak le a Tien-san és Pamir nyugati oldaláról fakadó vizek, az északperzsiai, kaukázusi és északkisázsiai folyók is. A Dardanella-folyó a mai Szt. Lőrinc-folyóhoz hasonlított, annak valósággal ikertestvére volt és nagyon is valószínű, hogy a Dardanelláktól nyugatra a maga Niagarája is megvolt.

A másik óriási folyam az ú. n. Csatorna-folyó volt. Hatalmas vízmennyiségről alig tudunk fogalmat alkotni. Ez a folyó magába fogadta Északnyugat-Európának a Visztulától kezdve minden észak és északnyugati irányba lefolyó vizét, sőt az eljegesedés tetőpontján a határ egészen a Rajnáig kitolódott. A jégperem előtt megtorpanva a Weser, majd a mai Elbe helyén érte el az Északi-tenger helyét és ott a skandináviai jégtakaró pereme akadályozta meg szabályszerű északnyugati irányba való lefolyását. Emiatt délnyugatnak tartott, a Doveri-szoros helyén, régi folyását a Hoofden 60 m-re süllyedt árka ma is elárulja. Tovább, nyugatra, az akkor még szárazföldi csatornában a Hurd-mélység 172 m-es árka is a régi csatornafolyó nyoma lehet. A Csatorna-folyó vette fel az angol jégtakaró olvadékvizeit, ugyancsak beleömlött a Rajna is és így az olvadás időszakában hatalmasan felduzzadva, Anglia mai legdélnyugatibb fokától a Land's End-től délre torkollott az óceánba.

¹ A Dnyepr és a Volga közül a Dnyepr volt a nagyobb, mert az kb. 1000 km hosszúságban csapolta le a jégtakarót és ezzel egy kb. 600.000 km² kiterjedésű jégfelületet, a Volga a jégperemet már csak kb. 600 km hosszúságban érintette és kb. 350.000 km² jégfelszínről vezette le az olvadékvizeket.

A helyrajzi helyzetnek előbb vázolt alakulása, de főképen az, hogy a megnövekedett Nagybritánia gyakorlati értelemben nyugatnak tolta ki az európai szárazföld határát, Európa, de különösen Közép- és Kelet-Európa éghajlatát a mai helyzethez viszonyítva szárazföldibb jellegűvé tette, ami részben a hőmérséklet ingadozásában, de főképen a légnyomás eloszlásában és ennek következtében a szélviszonyokban és a csapadék mennyiségében és eloszlásában juthatott kifejezésre. Éppen ezért ezt a szárazföldi hatást inkább a szél és a csapadékviszonyok tárgyalásakor fogjuk közelebbről figyelembe venni.

Némi másodlagos változást okozhatott a hőmérséklet kialakulásában a tengerszint kb. 100 m-es süllyedése azért is, mert ezen a révén Európa hőmérséklete a szárazföld viszonylagos megemelkedése következtében, legalábbis elméletileg, 0,5—0,6°-kal hűvösebb lett, mint ahogyan különben lehetett volna. Gyakorlatilag ez nem mindenütt érvényesülhetett, mert ez a hőcsökkenés a szabad légkörre vonatkozik, hegységeken, fennsíkokon, síkságokon azonban a helyi viszonyoknak (környezet, kiterjedés stb.) megfelelően módosul.

Igen lényeges másodlagos hőmérsékleti és éghajlati hatást válthatott ki azonban maga a jégtakaró. A jégtakaró fokozatos fejlődése során Észak-Európában legnagyobb kiterjedése idejében 1000—1500 m vastagságban 6 $\frac{1}{4}$ millió km² területet foglalt el és az utolsó eljegesedés idejében is legalább 3,3 millió km²-t. Még akkor is, ha azt a jelenkori Antarktiszon és Grönland jégtakaróján végrehajtott megfigyelések nem igazolnák, feltehetjük, hogy ez a hatalmas jégszekrény alapos hűtő hatást gyakorolhatott környezetére. A jégtömeg hatása a légmozgások révén érvényesült, azért azt is a légnyomás és a szélviszonyok tárgyalásakor fogjuk figyelembe venni. Most előbb igyekezzünk meggyőződést szerezni arról, hogy az elsődleges, vagyis az eljegesedést kiváltó és a másodlagos, vagyis a jégtakaró okozta együttes hőmérsékleti hatásra kb. milyen mértékben süllyedt a mai viszonyokhoz képest Európa hőmérséklete. Hogy ezt az utat megjárhassuk PENCKnek legújabban (1936) kifejtett és ismét az európai jégkori hóhatárokra támaszkodó gondolatmenetét fogjuk követni.

A hóhatárról már korábban megállapítottuk, hogy az Európában északról délnek és nyugatról keletnek emelkedik, az egyes eljegesedett hegyvidékeken ugyanilyen értelemben változott a gleccserek kiterjedése is, tehát azok nyugaton nagyobbak voltak, mint adott körülmények között keleten. A jégkori hóhatár Dél-Irországbán 400—500 m, az északi és az alpesi eljegesedés területek között 1000—1300 m, a Magas-Tátrában, a Radnai havasokban és a Máramarosi-havasokban 1500—1650 m, a Déli-Kárpátokban 1600—1700 m, a Földközi-tenger vidékén 1500—2300, a Serra da Estrelában 1600 m magasságban huzódott. Európa keleti részén a hóhatár átlag 800 m-rel, nyugaton 1200 m-rel volt alacsonyabb mint ma. Ebben a különbségben a tengertől való függés és a tengerhez viszonyított helyzet jut kifejezésre.

Régebben az volt az általános szokás, hogy a jégkori hóhatár és a jelenkori hóhatár közötti magagasságkülönbséget egyszerűen hőmérsékleti értékekre számították át (100 m-kint 0,5—0,6 C°-ot számítva). Az előbbi eljárással szemben PENCK más utat követ. Valamilyen adott jégkori hóhatárhoz kikeresi azt a jelenkori hóhatárt, ahol az éghajlati körülmények minden valószínűség szerint megfelelnek annak az éghajlatnak, amelyikben az illető helyen a jégkori hóhatár

kialakulhatott. Ezen a réven közvetlen és tökéletesebb éghajlati összehasonlításra nyílik alkalom. Így pl. tudjuk, hogy Délnyugat-Irország hegyvidéke helyileg el volt a jégkorban jegesedve és hogy abban az időben ott a hóhatár 500 m magasságban feküdt. Ma ugyanilyen magasságban az atlanti partvidéken, tehát azonos helyzetben, Északnyugat-Islandon, a Drangajökullon fekszik az örökhó határa. A Drangajökullon az évi középhőmérséklet 2.8° , az évi csapadékmennyiség 1200 mm, viszont az írországi Valenciában az évi középhőmérséklet 10.5° , a csapadék pedig 660 mm. A Pireneusi-félszigetnek az Atlanti-partok közelében fekvő hegységeiben a jégkori eljegesedést olyan éghajlattal, amilyen jelenleg Észak-Skóciában van, meg lehet érteni. Észak-Skóciában a hóhatár jelenleg 1400–1500 m magasságban húzódik, Északnyugat-Spanyolországban a jégkori hóhatár magasságát 1600–1650 m-re számították, a Serra da Estrelára Portugáliában 1620–1650 m magasságra, tehát 200 m-rel magasabbra. Mind a két helyen csaknem ugyanolyan magasságban vannak ma meteorológiai állomások. A Ben Nevisen Skóciában a mai hóhatár, a Serra da Estrelában a jégkori hóhatár közelében. A két állomás adatai a következők:

	Jan. kphm.	Júl. kphm.	Évi kphm.	Csapadék:
Serra da Estrela 1441 m	0.8	15.6	7.4	2951 mm
Ben Nevis 1343 m	-4.4	5.1	-0.3	4048 „
Különbség: 98 m	5.2	10.5	7.7	1094 „

Amint látható a különbség a két megfigyelőállomás között csaknem akkora, mint Valencia és Drangajökull környéki Stykisholm esetében volt, csak a délebbre fekvő állomás ma csapadékban szegényebb. Az előbbi adatok szerint tehát Európa atlanti partvidéke a jégkor folyamán csaknem 8° -kal volt hidegebb a mainál és az izotermák övezete kb. $13-15^{\circ}$ földrajzi szélességgel délebbre csúszott.

Ha az előbbi természetű összehasonlításokat a Földközi-tenger mentén is folytatjuk, hasonló eredményre jutunk. A jégkori hóhatár a Földközi-tenger mentén minden egyes félszigeten a szárazföld belseje felé emelkedik. A jégkori hóhatár a félszigetek nyugati oldalán, például a Tirreno-tenger mellett, Olaszországban, az Adria mellett, a Balkán félszigeten, a Fekete-tenger mellett a Kaukázus déli részének nyugati felében csaknem olyan mélyen feküdt, mint ma Dél-Norvégia fjordjaiban. A Földközi-tenger vidékén, ott, ahol a jégkori hóhatár 1400 m-re ereszkedett le, ma az évi középhőmérséklet 15° , Norvégiában Bergen környékén, ahol a hóhatár ma körülbelül 1400 m magasságban van, az évi középhőmérséklet 7° . A jégkor hőmérsékletcsökkenésére ebben az esetben is körülbelül 8° jut.

PENCK azonban ezt az értéket nem fogadja el végső értéknek. Figyelembe veszi még azt is, hogy a szárazföld a tengerszint süllyedése következtében körülbelül 100 m-rel magasabbra került, mint ahogyan különben lehetett volna és hogy a tengerszint feletti helyzet változása miatt körülbelül $0.5-0.6^{\circ}$ -kal hűvösebb is lett. Ezt az értéket a jégkor általános lehűlésének középértékéből levonva, PENCK arra a megállapításra jut, hogy az utolsó eljegesedés idejében a jégkor hőmérsékletcsökkenése évi középértékben körülbelül 7° és hogy Európában az éghajlati övek körülbelül 15 földrajzi fokkal tolódtak el délnek az Egyenlítő felé.

A lehülésnek azonban nemcsak a szárazföldön, hanem a szárazföldet övező tengereken is érvényesülni kellett. Évi középértékben tekintve a tenger ma Európa szegélyein melegebb, mint a szárazföld; Island közelében 3, Skócia közelében 4-5°-kal. A jégkorban Európát a mainál bizonyosan sokkal hidegebb tenger övezte. A Földközi-tenger északi része legalább is olyan hideg lehetett, mint ma az Északi-tenger Dél-Norvégia partjai előtt (9°). A 3°-os izoterma, amelyik ma az európai szárazföldet a sarkkör környékén érinti, a jégkorban Írországtól délre húzódhatott. Ez egészen megfelel annak a ténynek, hogy a nagy jégtakaró északabbra, a tengerbe nyult és ott végződött. A 7°-os izoterma, amelyik ma Bergennél lép Norvégia területére, a jégkorban Portónál érthette el a szárazföldet, azután a Genovai-öbölben északnak beöblösödhetett, Pólától délre metszhetette az Adriát és az Égei-tenger északi partját is érinthette, de viszont a Fekete-tenger övezetébe már nem juthatott be. Csak a Földközi-tenger déli részében, 40° földrajzi szélességtől délre, ahol ma a tengerpart és a tenger közel megfelelő hőmérsékletű, emelkedhetett az évi középhőmérséklet 10° fölé.

A nyílt óceán felszíni vizének hőmérsékletingadozása jelenleg kicsi. Nem lehetett az másképen a jégkorszakban sem. Az Atlanti-óceán északi partvidékén az évi ingadozás semmiképen sem lehetett nagyobb, mint ma. Jelenleg értéke 10° körül jár. A jégkorszakban ennél inkább kisebb ingadozásra számíthatunk, mint nagyobbra, mert a nyár középhőmérsékletének a mainál jelentékenyebben alacsonyabbnak kellett lennie, télen pedig a víz hőmérséklete nem sülyedhetett 0° alá. A skandináviai jégtakaró nyugatnak húzódó ága az Észak-Atlanti-óceánban borjadzott és részben ott is olvadt el. A szárazföld hőmérséklete és az óceán vizének hőmérséklete között tehát a jégkorban körülbelül akkora lehetett a hőmérsékletkülönbség, mint ma. Ez a viszony a csapadékmennyiség szempontjából fontos. Ismeretes, hogy valamilyen partvidéken — egyéb okoktól eltekintve — annál nagyobb a csapadék, mennél nagyobb a hőmérsékletkülönbség a víz és a szárazföld között. Ha a jégkorszak folyamán az óceán és a szárazföld között hőmérséklet tekintetében körülbelül ugyanolyan különbségekre számíthatunk, mint ma, akkor a csapadék mennyisége sem lehetett emiatt nagyobb.

Korábban említettük már, hogy a jégkori Európa helyrajzi helyzete, a szárazföldnek a tengerhez viszonyított helyzete miatt, Európának a jégkorban a mainál szárazföldibb éghajlatúnak kellett lenni. Vajjon ez a jelenség milyen területen és milyen mértékben érvényesülhetett?

Bizonyos, hogy más lehetett a helyzet ebből a szempontból Észak- és Közép-Németországban, mint a Magyar-medencében. Németország északi része 1000 kilométerrel távolabb feküdt a tengertől, mint ma. Berlin távolabb volt az Atlanti-óceántól, mint ma Kurszk a Keleti-tenger délnyugati részétől. A Magyar-medence nem távolodott el annyira az Atlanti-óceántól, de viszont egy másik hatásnak mégis jelentékenyen meg kellett a kontinentalitást növelni.

A kontinentalitás kérdésének tárgyalásakor egy kicsit elébe kell vágni a dolgoknak és futólagos pillantást kell vetnünk a jégkori valószínű légnyomás-eloszlásra is. A mai eljegesedés alatt álló területek bizonyítják, hogy a jégtakarók felett magas légnyomás képződésére nagy a hajlandóság. Magas lehetett tehát a légnyomás az eljegesedés idejében az európai jégtakaró felett is. Az európai

jégtakarót még a legkisebb eljegesedés idejében is (Würm) 300—350 km széles jégmentes sáv választotta el az Alpesek eljegesedett területétől, ahol, ha kisebb mértékben is, de szintén meg volt a magas légnyomás keletkezésére való hajlandóság. Nagyon valószínű, hogy a két magas légnyomás-terület, ha nem is állandóan, de gyakran összeforrt egymással és a magas légnyomás elöntötte a jégmentes sávot is. Ebben az esetben az atlanti ciklónok nem járhattak mai megszokott útjukon, vagy ha jártak, akkor ritkábban jutottak idáig el. Magyar-medence tehát kevesebb tengeri hatásban részesült, mint ma, vagyis kontinentálisabb jellemvonást öltött, különösen a csapadék mennyisége és eloszlása szempontjából. Végeredményben tehát a Magyar-medence is szárazföldibb éghajlatúvá változott a jégkor folyamán. A jelentékeny mértékű jégkori löszképződés ezt a feltevést nagyon kifejezően igazolja.

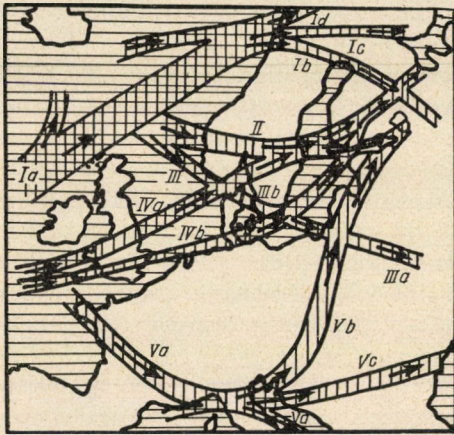
Igazolja azonban a jégkori hóhatár elhelyezkedése is. A Fekete-erdő déli része csak 300 km-rel fekszik távolabbra a Vizcayai-öböltől, mint a holland partoktól. Ez a terület tehát sokkal inkább tengeri hatás alatt állott, mint Berlin vidéke, de a tengeri hatás természetesen kelet felé csökken, a Magyar-medencében pedig még erősebben. A tengeri hatás az Alpesek északi lejtői előtt, az északi jégtakaró és az Alpesek eljegesedése közötti övezetben egészen az alsóausztriai Mészalpesekig kiérzik, de északabbra, a jégtakaróhoz közelebb fekvő Harzban a tengeri hatást már nem lehet észrevenni. A tengeri hatást az előbbi területeken a jégkori hóhatár magasságából lehet kiolvasni. Ez a hóhatár pedig Dél-Németországban mélyebben fekszik, mint északon, ha a tengeri hatás nem érvényesülne, a helyzetnek fordítottnak kellene lenni. A Fekete-erdőben és az erősebben eljegesedett, nyugatibb fekvésű Vosgesokban a jégkori hóhatár 950 m magasságban húzódik, az ugyanolyan földrajzi szélességen fekvő Cseh-erdőben 1100, a valamivel északabbra fekvő Óriás-hegységben már 1200 m magasságban. Itt már csak az 1400 m-nél magasabban fekvő csúcsokat boríthatták kisebb gleccserek, a Cseh-erdőben viszont már az 1300 m magasságban fekvőket is. A jóval északabbra fekvő Harzban, olyan magasságban, amilyenben a Fekete-erdő már el volt jegesedve, nem tudták az eljegesedés nyomait kimutatni, hasonlóképpen a Tübingiai-erdőn és a Rhönön sem. A Magyar-medencében a hóhatár már sokkal magasabbra hág. A Magas-Tátrában 1600 m, a mindig sokkal csapadékosabb Máramarosi-havasokban 1500, de a szárazföldibb helyzetű Déli-Kárpátokban már 1700—1900 m között ingadozik. Ezek az adatok kétségtelenül bizonyítják a kontinentalitás mértéken felüli növekedést. Ennek az általános megállapításnak részletezésére a későbbiek folyamán vissza fogunk térni.

A levegő hőmérsékletének kialakítására hatással voltak az uralkodó szelek is, de különösen fontosak azok a csapadék szempontjából. A jégkori szélviszonyokról felvilágosítással szolgálnak az általános meteorológiai szabályok, azokon kívül bizonyos fizikai földrajzi jelenségek is.

Európa aránylag kis kiterjedése miatt a légeserét szabályozó motorok Európán kívül fekszenek. A részben dinamikus, részben hőmérsékleti alapon kifejlődött légnyomásközpontok ma: az azori magas légnyomásövezet, az islandi alacsony légnyomásövezet (Északatlanti-ciklon) és Ázsia nagy földtömegén a monszunszerűen váltakozó légnyomásterületek: a téli maximum és a nyári

minimum. Lényegében ezeknek a központoknak a jégkorban is ki kellett alakulniok, létrejöttükhöz minden feltétel éppen úgy megvolt, mint ahogyan ma megvan, csak a központok elhelyezkedésében és egyik-másik központ intenzitásának mértékében lehetett különbség.

A tél folyamán túlhűlt Ázsián mindenekelőtt ki kellett fejlődni a ma is meglévő magaslégnyomásnak. Az ázsiai magaslégnyomás azonban minden valószínűség szerint nagyobb területre terjedt ki, mint napjainkban. A ma is eljegesedett területek (Grönland és Antarktisz) példája igazolja, hogy a nagy jégtakarók felett magaslégnyomás keletkezésére nagy a hajlandóság. A mai jégtakarók közül azonban egyiknek a helyzete sem olyan, hogy az ott végbemenő jelenségeket minden további nélkül egyszerűen alkalmazni lehessen az európai jégtakaróra. Grönlandot teljesen tenger övezi, az Antarktisz azonkívül



2. kép. A ciklónok útjai a mai Európában.
BEBBER nyomán.

túlságosan magas is és a sark alatt fekszik. Az Antarktisz középpontjában, éppen magassága és helyzete miatt nincsen magas légnyomásterület, Grönlandon szabályszerűen átkalandoznak a ciklonok. Az Antarktison csak a belsőbb peremvidéket üli meg állandóan magaslégnyomás és Grönlandon is sokkal gyakoribb a magaslégnyomás uralma, mint a ciklonoké. Tartós magaslégnyomás tehát mindegyik jégtakarón van és így indokolt az a feltevés, hogy az európai nagy jégtakaró felett is magaslégnyomás volt uralmon, különösen a téli félévben. Az északeurópai magas légnyomásövezet ebben az esetben összeferrott télen az ázsiaival és minden valószínűség szerint, félszigetszerű nyúlványt bocsájtott ki az Alpések lokálisan eljegesedett területére is. A mai viszonyokhoz mérten erősen túlfejlődött téli magaslégnyomással szemben az ázsiai minimum jóval kisebb területet foglalhatott el, mert a jégtakaró felett nyáron is maximum kialakulására volt hajlandóság. (2. kép).

Az északi növekedő eljegesedéssel kapcsolatban az islandi alacsonynyomásövezet fokozatosan délnek volt kénytelen kitérni, eredeti helyéből kinyomta a belföldi jég hatására az Észak-Atlanti-óceánon képződött magasabb légnyomás. Így az eljegesedések ideje alatt az islandi alacsonylégnyomás magvával ott helyezkedett el, ahol rendes körülmények között az azóri maximum északi pereme feködött és fekszik. Ugyanekkor délebbre, az Egyenlítő irányába kellett összezsugorodnia az azóri maximumnak is, lényegesen elvesztve azt a meghatározó szerepet, amelyet addig és napjainkban Európa éghajlatának szabályozásában játszik. Nagyon valószínű, hogy ilyen körülmények között az azóri maximum nem tudott úgy ágat bocsájtani Európába, mint ma. Tanyahelye ott

lehetett, ahol jelenleg télen szokott tartózkodni. Az azóri maximum kikapcsolódásával bizonyos mértékben leegyszerűsödött a jégkori Európa légnyomás-eloszlás képe. A mai is meglévő, de elmosódottabb monszunjelleg sokkal tisztábban érvényesült. Télen általában a szárazföld belseje felől tartott a légáramlás kifelé, nyáron a nyugatias szelek kerültek uralomra. Nagyjából tehát ugyanaz az eltolódás tűnik fel, mint a hőmérséklet esetében. A szélrendszerek is körülbelül 15°-kal délebbre vándoroltak.

Az északeurópai jégtakaró peremvidékén, ugyancsak elméleti megfontolások alapján, számot kell vetnünk leszálló, főn-jellegű szelekkel is. Grönlandról nagyon jól ismerjük a hideg, magas légnyomású jégtakaró felszínéről lezúduló meglehetősen heves és a partvidéken viszonylagosan magas hőmérséklettel jelentkező szeleket. A grönlandi jégtakarón átkelt utazók mindegyike nemcsak leírja, de sokszor keservesen meg is szenvedte a jégtakaró középpontjából a peremvidékek felé tartó viharos szeleket. Ezek a nagy sebességű légáramlások a partok közelében viharos erővel zúdulnak le a tenger mellé, nagy magasságkülönbséget küzdenek le, ennek következtében erősen felmelegednek és nagyon szárazak. Grönland nyugati partján tél közepén a leszálló szelek +9° fölé is fel tudják emelni a hőmérsékletet és egy óra alatt a 10–20 C°-os hőmérsékletemelkedések nem tartoznak a ritkaságok közé. Nyugat-Grönland egyes vidékei a főn-szelek hatására valósággal száraz sztyepp-jelleget öltenek és sós tavai vannak. Ilyen természetű főn-szelekre az európai jégtakarón nem számíthatunk. Grönlandon körülbelül 3000 m magasságból, rövid vízszintes távolságon hirtelen zúdulnak le a légtömegek a tenger szintjére, a meleg és száraz levegő keletkezésének tehát megvannak a lehetőségei. Az európai jégtakaró alakját ebből a szempontból nem lehet a grönlandi példával összehasonlítani. Az európai jégtakaró igen lankás lejtésű volt. Keresztmetszete nem volt szimmetrikus, északnyugatnak firnnel fedett felszíne meghaladta az 5‰-es lejtést, keletnek közepesen körülbelül 1‰ lehetett, de a középén kisebb volt, mint az olvadásterületen. Dél felé legyezőszerűen terjeszkedett ki. Folyása sugarasan ágazott szét, ilyen értelemben szórta el hordalékát is. A jégtakaró olvadásövezete legfeljebb 200 km-re szorítkozhatott és csak itt, az olvadás vidékén, csökkent le körülbelül 1000 m-ről élénkebben a jég vastagsága.

Az előbbi állapotoknak megfelelően az európai jégtakaróról leereszkedő szelek bizonyos mértékben főn-jellegűek lehettek, de sokkal kisebb mértékben, mint ma Grönlandon. A szelek általában hidegek is, mert a leszállás a jég középpontjából a peremvidékig viszonylagosan kis lejtésen történt és a dinamikus felmelegedést a jég kisugárzása minden bizonnyal ismét kiegyenlítette. A szelek tehát többnyire hidegek és szárazok lehettek és így a környezetet lényegesen lehűtötték. A jégtakaró közelében emiatt erősebb hőmérsékletcsökkenéssel is kell számolni, de ez a hőmérséklet a jégtakaró következménye volt és nem a jégtakaró oka. A jégtakaró közelében tapasztalható jelenségekből tehát nem lehet közvetlenül a jégkor általános hőmérsékletcsökkenésére következtetést vonni. Addig, amíg a jég hatása kiérződött, addig terjedhetett a periglaciális terület. A jégtakaróról legördülő száraz szelek is okai lehettek annak, hogy a jégkori hóhatárok a Német-középhegységben keletnyugati irányban 200–300 m-rel magasabban fekszenek, mint ahogyan azt a délnémetországi viszonyok alapján

várni lehetne. Mivel a Német-középhegység megfelelő tagjai 200—300 km távolságra fekszenek a jégtakaró peremétől, az igazi perglaciális (jégkörnyéki) vidék szélességét 200—300 km-re becsülhetjük.

Végeredményben éghajlattani megfontolások alapján elméletileg arra a megállapodásra juthatunk, hogy Európában a jégkorszak folyamán bizonyos mértékben monszunváltozások voltak, minden esetre nagyobb mértékben, mint ma. Télen a belső magaslégnyomású területek felől tartott az általános légáramlás a peremvidékek felé; nyáron fordított állapot következett be. A jégtakaró peremvidékén, nagyobb kiterjedésű lokális övezetben pedig közbeékelődtek még a jégtakaró leszálló szelei. Kérdés, hogy akadnak-e az előbbi feltevéseket igazoló fizikai-földrajzi jelenségek és megfigyelések?

Az előbbi elgondolások alapján a peremvidégekről, nyugatias irányból érkező szeleknek nedveseknek kellett lenniök, azok szállították a csapadékot; hogy ez a feltevés valóban helytálló, azt magának a nagy jégtakarónak képződése, a magashegységek jégkori firnmezői és a jégkori hóhatár elhelyezkedése is igazolja. Az északeurópai eljegesedés főtápláló területe mindig Skandinávia volt, ahová a havat szállító szelek nyugatról, a nedves óceánról érkeztek. A jelenkori kutatásoknak fontos megállapítása, hogy Skandináviában a jégválasztó nem esett össze a magashegység jelenlegi vízválasztójával, hanem attól keletre toldott el, mert a havat szállító szelek a nagy hó- és firntömegeket túlnyomták a mai vízválasztón, ez pedig csak erőteljes nyugati szelek fennállásával magyarázható. Hogy azután a jégtakaró végül jelentékeny mértékben ismét nyugati irányban hajlott át, azt a helyrajzi viszonyok, főképen a Keleti-tenger mélyedése idézte elő.

Korábban említettük, hogy a jégkori hóhatár északról délnek és nyugatról keletnek emelkedik. Az északról délnek való emelkedés a földrajzi szélesség-változás következménye; a nyugat-keleti irányban való változás a tengeri hatás gyengülését jelenti, vagyis azt, hogy a nyugati szelekkel szállított nedvesség keletnek fokozatosan csökken. A hóhatárnak ez az elhelyezkedése — akárcsak ma — a nyugati szelek uralmáról tanuskodik. Sőt ugyancsak a jégkori hóhatár bizonyítja azt is, hogy a nyugati szelek uralma a jégkori Európában a mainál lényegesen kiterjedtebb volt, hogy a nyugati szelek a Földközi-tenger vidékét is teljesen elárasztották. A Földközi-tenger vidékén a jégkori hóhatár a nyugati partok közelében feltűnően alacsony, kelet felé pedig gyorsan emelkedik. Ebből a szempontból nagyon megegyező a helyzet a Pireneusi- és Balkán-félszigeten. LOUIS H. újabb megállapítása szerint a Cattarói-öböl mögötti 1300 m-es helyzetéből a hóhatár keletnek, a Pirin-hegységben aránylag rövid vízszintes távolság után, 2300 m-re emelkedik. A nyugati szeleknek — a mai helyzettel szemben — ez a déli irányban való általános térhódítása bizonyítja az azóri maximum Európára gyakorolt hatásképségének gyengülését, esetleg teljes kikapcsolódását, valamint azt, hogy a jelenlegi európai szélrendszerek valóban délre toldottak el.

A keleties szelek szakaszos uralmáról a lösz elterjedése tehet bizonyosságot. A lösz Európában általában keletről nyugatnak esőkken, de nyugatnak nemcsak mennyiségben változik, hanem a szárazföldi jelleg letompulásával (csapadékmennyiség és gyakoriság növekedésével) jellegzetes összetétele is romlik. A lösz-kutatás mai állása és felfogása szerint a lösz anyaga az eljegesedések csúcspontjai

környékén a jégkori nagy vízszintingadozásnak alávetett folyók árterületéből került ki. A nyár folyamán a jégtakaró, a gleccserek és a téli hó olvadása következtében felduzzadt folyók árterületeket hatalmas finom törmelékanyaggal borították el és amikor öszfelé a víz visszahuzódása megindult a levegőre került kiszáradt iszapos homoktömeget hamarosan megtámadhatta szél. Európa legtöbb és legjellegzetesebb löszterületén a száraz keleties szelek szállították a löszanyagot, mert leginkább a kb. keletnek fordult lejtők vannak — bizonyos magasságig — lösszel elborítva. Nálunk — Európa egyik legjellegzetesebb löszvidékén — a nyugati lejtőkön vagy egyáltalában nincsen lösz, vagy ha van, az csak vékony szagगतott foltokban jelenik meg és erősen el van vályogosodva. A lösznek ez a jellegzetes településmódja kifejezetten keleties szelekre utal és megerősíti a korábbi elméleti elgondolásokat. Nagy lehetett a gradiens különbség Belső-Ázsia túlhűtött területe és a nyugati peremvidékek között, a hideg keleti eredésű száraz szél nagy erővel söpörhetett végig a mai Kelet- és Közép-Európán, hevéssége a mai löszrétegek vastagságával arányos és nyugatnak a gradiens csökkenésével fokozatosan kiegyenlítődő. A keleties szelek uralma ősszel kezdődhetett, a tél derekára érték el csúcspontjukat és a löszképződés a tél folyamán is tarthatott, mert a tél — az általános időjáráshelyzetnek megfelelően — nagyon csapadék-szegény, száraz lehetett.

Mennél nyugatabbra megyünk Európában, annál inkább gyengül a keleties szelek hatása és a lösz elhelyezkedéséből ítélve, annál összetettebbek lesznek a szélviszonyok. Az Alpések északi elővidékén, a Német-középhegység északi peremén északkeleti szél halmozta fel a löszöt, ugyanaz a hideg és száraz főnjellegű szél, amelyik a jégtakaróról leereszkedve a Német-középhegységben a jégkori hóhatárt is a rendesnél magasabbra emelte. A leszálló szelek létét, tehát a lösz is igazolja és nagyon valószínű, hogy a mi nyugatmagyarországi löszeink kialakításában is az Alpésekről leereszkedő főnök játszottak közre. Ugyanezt a jelenséget lehet tapasztalni az Alpések nyugati és déli övezetében is, a Rhône területén és Piemontban. Az Alpésekről leszálló szelek fújták ki a Rhône iszapját a Côte Lyonnaise és a Póét, valamint a szomszédos folyókét a Torinótól keletre levő dombokra. Viszont még nyugatabbra már a nyugati szelek is lösz-hordók. A Rajna iszapját a szél a Felsőrajnai síkságra fujta, ahol a Kaiserstuhl egészen körülveszi, keleten pedig elkerült a Neckar vidékén Stuttgarthoz, a Majna mellett pedig Würzburgon túl. Az utóbbi helyeken a lösz útja mindenütt nyugati szelekre utal. Úgy látszik, hogy bizonyos időszakokban, megkésett monszon-változásokkor, ideig-óráig a nyugatias szelek is hordhatták a löszöt és a különböző eredésű löszterületek érdekesen követik egymást. Így pl. az Alpések elővidékével szemben az alsóausztriai Waldviertel keleti lejtőire, a környező morva magaslatokra, valamint azon túl részben Csehországba is az a délkeleti szél szállította a löszöt, amelyik a Lajta-hegység és a Kis-Kárpátok elővidékét is elborította lösszel. Ha azonban akadnak is zavaró, de értelmezhető eltérések, az igazi löszterületeken a keleties szelek uralmának nyoma annyira kifejezett és nyilvánvaló, hogy a heves keleti szelek egykori létéhez és időszakos uralmához kétség nem férhet.

Aránylag a legkevesebbet a csapadékról tudunk mondani. A jégkori hóhatárnak kelet felé való emelkedése keleti irányban fogyó csapadékmennyiségre

utal és egyúttal jelzi azt, amit a nyugati szelekkel kapcsolatban már amúgy is tudhatunk, hogy a csapadék Európába nyugatról érkezett. Ez már nagyon régen nem kétséges és a jégkorkutatásnak egyik legrégebben tisztázott kérdése. Sokkal többet vitatkoztak azon, hogy vajjon a jégkorban a csapadék Európában nagyobb volt-e mint ma. Erre okot elsősorban az szolgáltatott, hogy hordalék-tömegükből és a durva hordalék szem nagyságából ítélve a jégkori folyók valóban a mai folyóknál nagyobb víztömegűeknek látszanak. Emiatt azonban nem kell nagyobb csapadékmennyiséget feltételezni. A téli időszakban a folyók nagyon kevés vizet szállíthattak, annál jobban megduzzadhattak azonban az olvadás időszakában. A lefolyás tényezői alapjukban megváltoztak. A középeurópai folyók ma a lehullott csapadéknak csak kb. 60—80%-a folyik le, de amikor Középeurópának északibb jellegű éghajlata volt, akkor — mint ma Svédország egyes részein — a lehullott csapadéknak 25—30%-a is lefolyhatott, a nyári folyók tehát bővebb vízűek lehettek anélkül, hogy a csapadék mennyisége megnövekedett volna. A tenger vize és a szárazföld hőmérséklete közötti különbség is kb. ugyanolyan volt a jégkorban, mint ma. Ebből a fontos alapvető tényből azt a következtetést vonhatnánk le, hogy a jégkori és a jelenkori csapadékmennyiség között nem volt különbség. Valóban, a jelenkori gleccserkutatások is azt igazolják, hogy a jégkorban a magashegységek (pl. Alpések) firngyűjtői nem voltak jobban kitöltve firnnel mint ma, tehát a csapadék nem volt nagyobb. A gleccserek nem azért nőttek aránytalanul meg, mert a firngyűjtőkben a hó túlságosan felgyülemlt, hanem, mert a gleccseryelv olvadásterületén a hűvös nyarak miatt az olvadás kisebb volt, mint ma. A csapadék szempontjából azonban egész Európát, nem lehet ilyen egyszerűen elintézni. Valószínű, hogy Nyugat-Európában a csapadékmennyiség valóban nem változott. Viszont Skandináviában az európai jégtakaró képződésének központjában, a jégtakaró kialakulásával kapcsolatban megnövekedett tengerszint feletti magasság következtében a csapadékmennyiség is megnagyobbodhatott, de ez magának a jégtakarónak volt a következménye, tehát másodlagos ok váltotta ki és nem magát az eljegesedést előidéző eddig ismeretlen oksorozat. Európa szárazföldibb jellege viszont Közép- és Kelet-Európának a mainál kevesebb csapadékot juttathatott. A kevesebb jégkori csapadék feltevése mellett szól a mainál sokkal alacsonyabb hőmérséklet. A tengertől való elzártság is tökéletesebb volt, a ciklonok gyéribben kereshették fel ezt a területet. Hogy ez valóban így lehetett, arról ismét a löszképződés tanuskodhatik. De nem szabad túlzásba sem esnünk, nem szabad azt gondolnunk, hogy a kevesebb csapadékkal egyúttal szélsőséges szárazság is járt mert a hűvösebb éghajlat miatt az elpárolgás is csökkent és különösen Nyugat-Európában és Közép-Európa nyugati részén talán kb. a Duna meridionális vonaláig, a levegő nedvesebb lehetett mint ma. A kisebb elpárolgás és nem a bőségesebb csapadék volt az oka annak, hogy a jégkorban a Földön a legtöbb tó szintje magasabb volt a mainál.

A déleurópai félszigeteken ismét más lehetett a helyzet. Ezek a területek az állandóan befurakodott nyugati szelekkel kapcsolatban mindig kaphattak csapadékot, gyakran ködös lehetett partvidékükön az időjárás, akár csak ma az Angol-szigetek környékén. A Földközi tenger vidéke csapadékosabb lehetett, mint a mai időkben, és a csapadéokra is vonatkozik általában az a megállapítás,

amelyet korábban már a hőmérséklettel és széllel kapcsolatban említettünk, hogy a jégkorban kb. 15^o-kal a csapadékövezetek is eltolódtak délnek.

Sok esetben (pl. flórakutatásokkal kapcsolatban) nagyon lényeges, hogy főbb vonásokban milyennek képzelhetjük el az eljegesedést megelőző időkből, vagy jégközötti időkből a mindenkori eljegesedések idejére, vagy ezekből a jégközötti időkre vezető időszakok átmeneti éghajlatát. Ma az az általános felfogás, hogy az eljegesedéseket olyan éghajlat váltotta ki, illetve vezette be, amelyiknek esztendeiben a nyári meleg a csökkenő besugárzás hatására fokozatosan csökkent. A jégtakaró visszahúzódásának idejében viszont elsősorban emelkedő nyári melegek kell számítani. Az általános visszahúzódást megzavaró újabb előnyomulások ismét hűvösebb nyarak következményei voltak. A jég visszahúzódásával, ami ismét egy elsődleges hőmérsékletváltozásra vezethető vissza, lassankint gyengültek a másodlagos hatások is, vagyis azok, amelyeket a jég környezetére gyakorolt, különösen a másodlagos hűtőhatás. Ez egyes kutatók szerint abban jut kifejezésre, hogy Európában az islandi szubarktikus tundrához hasonló terület, amelyik az eljegesedés maximuma idején Európa jórészét elborította, a visszahúzódás menetében a jég környékén mindinkább keskenyebb öveget foglal el. Az ehhez csatlakozó sztyepp övezet már Dániában eltűnik és a jégnek Közép-Svédorszáig való visszahúzódása idejében a tundraövezet már a jég peremvidékéről is eltűnik. Ekkor a jég már csak a mai éghajlati körülményekbe beleöröklődött maradék és a mai éghajlati viszonyokkal szemben idegen jelenség.

Az előbb tárgyalt keretbe kell beleillesztenünk a Kárpátoktól övezett Magyar-medencét. Természetesen ebben az esetben is csak a főbb vonásokat érintő általánosságban foglalkozhatunk a Magyar-medence éghajlatával. Jelenleg az Alföld évi középhőmérséklete északról délnek 9—11 C^o között ingadozik és hőmérsékletben, valamint a többi meteorológiai elemet illetően is szárazföldi jellege erőteljesen kifejezett. Ha az Európa partszegélyein végrehajtott megfigyelések alapján a jégkört kiváltó lehűlés értékét vesszük figyelembe, akkor az Alföld jégkori évi középhőmérséklete 1—3 C^o-nak adódik. Ez az érték első pillantásra túlságosan alacsonynak látszik, az elkövetkezendő részletkutatásoknak kell majd ebben a vonatkozásban is bizonyítékokkal szolgálni. Mindenesetre figyelemre méltó, hogy újabbban többen¹ igen határozottan utalnak arra, hogy a Magyar-medencében tundrajelenségekkel, fagyott talajjal is számolni kell. Maga az évi középhőmérséklet különben sem túlsokat jelent, mert hiszen kérdéses, hogy az milyen szélső (nyári és téli) értékekből adódik. Minden okunk meg lehet arra, hogy a jégkori Európában a Magyar medencét a mai értékénél nagyobb kontinentalitásának feltételezzük, viszont nehezen eldönthető kérdés, hogy akkor a szárazföldibb jelleg a téli és a nyári félévben egyenletesen érvényesült, vagy valamelyik félévben túlsúlyba került. Talán az utóbbi lehetőség következett be a téli félév túlsúlyával. A löszképződés mértéke a keleti szelek túlsúlyával mintha megerősítené ezt a feltevést. A napi hőmérsékletingadozás nem lehetett

¹ SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR: Pleistozäne Strukturbodenbildung in den ungarischen Tiefebene und im Wiener Becken. Földtani Közlöny. 1936. LXVI. 213—228. — BULLA BÉLA: Der pleistozäne Löss im karpathenbecken. Földtani Közlöny. 1937—1938. LXVII—LXVIII. — KERÉKES JÓZSEF: Fosszilis tundra-talaj a Bükkben. Földrajzi Közlemények. 1938.

túlságosan nagy a levegő viszonylagos párateltsége miatt, amit bizonyít az elpárolgás kisebb mértéke is. Ha a megfigyelések helyesek — pedig kételkedésre eddig nem lehet okunk — a jégkori Balaton szintje 6 m-rel magasabb volt a mainál!

Nagyon valószínű, hogy az északi jégtakaró hűtőhatása a Magyar medencét keveset érte, pedig széle kb. a Krakó-Lemberg vonalon húzódott. A leszálló hideg szelek a Kárpátok sáncának ütköztek és amint az újabb megfigyelések igazolják¹ a nagyobb és magasabb hegytömegek előtt délnyugatnak és északkeletnek kitérve részben a Dévényi-kapun, részben az Erdős-Kárpátokon át törtek be az országba, de közben bizonyos mértékben eredeti sajátosságaikat el is veszítették. Az Alpesekből leömlő hideg szeleknek pedig csak helyi jelentőségük lehetett, hűtő hatásuk nagyobb területen nem érvényesült.

A Magyar-medencében ma a légáramlások főjellemvonása, hogy a peremvidékek felől a medence központjának tartanak. Ezzel a helyzettel szemben a jégkorban a nyugatias irányú szelek veszítettek jelentőségükből, mert a ciklonjárás meggyérült, a ciklonok a nagy jégtakaró magasnyomású övezetén, valamint az Alpések és a jégtakaró közötti aránylag keskeny csatornán ritkábban törhettek át. Annál nagyobb erőre kaphattak a keleties irányú szelek, amelyek a Magyar-medence keleti felében ma is irányadó szerepet játszanak. A már említett löszképződés tanúsága szerint a jégkorban a keleties irányú szelek az egész Magyar-medencében túlsúlyra jutottak.

A jégkorban a szárazföldi jelleg nagyon kifejezetten jelentkezhett a csapadék mennyiségében és eloszlásában. A jelenkorban a Magyar-medencébe a csapadékot elsősorban a nyugatról, másodsorban a Földközi tenger felől érkező ciklonok szállítják. Ezzel a helyzettel szemben a nyugati ciklonok — mint korábban említettük — erősen meggyérülhettek, a földközitengeriek pedig az egész éghajlati rendszer délebbre helyeződésével annyira délies pályán mozoghattak, hogy a Magyar-medencét el sem érhették. Az őszi esők így javarészt kimaradtak. Az ősz erősen száraz lehetett és vége felé kiváló alkalmat nyújthatott a megerősödő keleties szelek szárnyán a lösz képződésére. A Magyar-medence a mai helyzettel szemben csak a nyári félévben, a felmelegedés csúcspontja környékén, lehetett volna csapadékosabb, amikor a nagy jégtakarón a magaslégnyomás annyira legyengült, hogy a nyugati ciklonok átkerülhettek rajta. A mainál alacsonyabb nyári hőmérséklet azonban ennek a feltevésnek is ellentmond. Az előbbieket figyelembevételével tehát minden okunk meglehet rá, hogy a jégkori Magyar-medencét a mainál csapadékszegényebbnek tételezzük fel.

*

Fizikai földrajzi elgondolások alapján összefoglaltuk mindazt, amit a tudomány mai álláspontján a jégkor éghajlatáról röviden el lehet mondani. Senki sem gondolhatja, hogy ezek a megállapítások tökéletesek és minden vonatkozásban véglegesek. Bizonyos, hogy sok módosítani és bővíteni való akad rajtuk, hiszen a jégkor tele van még megoldatlan kérdésekkel. A jégkor azonban nemcsak a geográfust érdekli — ha a jégkor kutatói elsősorban geográfusok

² TÓTH GÉZA: Az Északi-Kárpátok védő és eltérítő hatása északi szelekkel szemben. Az Időjárás, 1933. 69—73. old.

is —, sok rokon tudomány képviselője igyekszik a jégkor rejtelmait kibogozni. Általános ismerettani szempontból sem lehet érdektelen, hogy milyen a pillanatnyi felfogás ebben a tárgykörben az egyik vagy másik tudományágban. Az általános tudományos érdekekre való tekintettel foglalkoztunk a jégkor éghajlatával ezen a helyen. Reméljük, hogy ez a rövid ismertetés a jégkorral más irányból foglalkozókra is serkentően fog hatni és módot nyújt arra, hogy más tudományágak kutatáseredményeivel megismerkedhessünk, az eredményeket összehangoljuk és kiegyenlítsük, mert nagyon jól tudják a jégkor kérdéseivel foglalkozók, hogy az együttes munkára milyen nélkülözhetetlen szükség van.

Dr. Kéz Andor.

Gyökérképző anyagok.

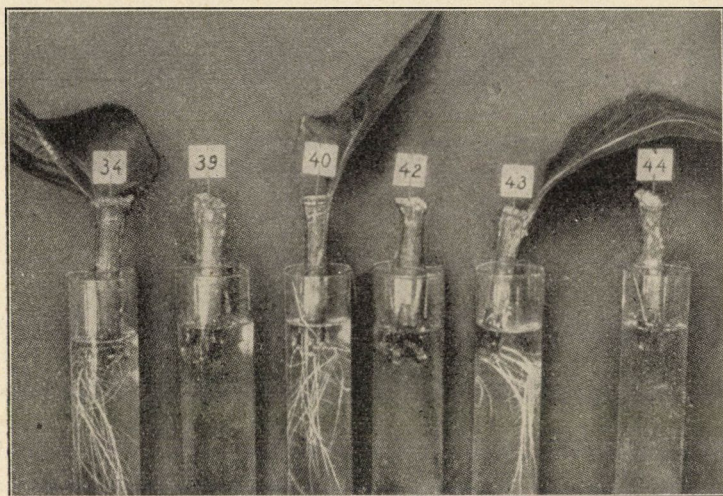
Az utóbbi évek folyamán a növénytanban is egyre nagyobb érdeklődés mutatkozott a hormonok iránt, amelyek ismerete az állati és az emberi életben fontos szerephez jutott. A növényi hormonok ismerete lassabban fejlődött, s csak akkor lendült fel, amikor sikerült a zab csirahüvelyének fényérzékenységevel összefüggő növekedési mozgását a növesztő hormonnal, az auxinnal megmagyarázni, s később a növesztőt a csirahüvelyből kivonni és vegyileg is meghatározni.

A növényi hormonok közt újabban a leginkább feltűntek a gyökérképzők. A rájuk vonatkozó ismereteket WENT-nek köszönhetjük, aki a növesztők kutatásában is nagy lépésekkel vitte előre tudásunkat. Gyakorlati körökben régóta közismert tény, hogy a dugványokon a gyökérképződés nem, vagy csak nagyon kevésbé függ a szárban tartalékolt anyagoktól, hanem a növények különleges faji tulajdonsága. Pl. a fűz, nyár, ribiszke, szőlő dugványa nagyon könnyen hajt gyökeret, ellenben a bükké, tölgyé és kőrisé nem. LENK kimutatta, hogy a könnyen gyökerező fák dugványának gyökérképződését megakadályozhatjuk, ha a dugványról levagdoszuk a rügyeket. A rügyeitől megfosztott fűz, nyár- vagy szőlődugvány vagy általában nem ver gyökeret, vagy alig valahányat. WENT ezen az alapon folytatta a kérdés vizsgálatát, s feltételezve, hogy a levelekben van valamely anyag, amely a gyökérképződést megindítja, a rügyeitől megfosztott dugványra levelet oltott, s erre valóban nyomban megindult a dugványon a gyökérképződés.

WENT ehhez a kísérletéhez a kutyatejfélek családjába tartozó árvacsalánfa (*Acalypha*) dugványát használta. A kereken 300 fajt számláló forróövi növény-nemzetséget nálunk az üvegházakban többnyire a piros, lecsüngő virágzatáért tartott *Acalypha hispida* képviseli. Az árvacsalánfa dugvánnyal könnyen szaporítható. WENT leveleitől megfosztott dugványokat alsó felükkel vízbe dugva igyekezett gyökérképződésre serkenteni, de az árvacsalánfa megcsontított dugványai nem hajtottak gyökeret. Erre a dugványok felső végére a növény kifejllett leveleit oltotta, egy dugványra egy levelet, s azok a dugványok, amelyek így levélhez jutottak, csakhamar gazdagon hajtották a járulékos gyökereket a vízbe érő alsó felükön. (1. kép.)

Ebből a kísérletből azt kell következtetni, hogy a gyökérbésképzéshez különleges anyag szükséges, amely a levélben keletkezik. WENT kimutatta, hogy a gyökérbésképző anyag más növényi részekben is megtalálható, így pl. a rizsmalátában, s akkor is megindítja a gyökérbésképzést, ha agárban oldva juttatjuk a rügyétől megfosztott dugvány szabaddá tett háncsszövetére. Hasonló eredményekre jutott BOUILLENNE a kerti nyenyúlhozám (*Impatiens balsamina*) vizsgálatában. WENT és BOUILLENNE az egyelőre ismeretlen anyagot gyökérbésképzőnek, rhizokalinak nevezte el. Az erjesztőtől különbözik, mert a hő nem roncsolja el és aránylag kicsinyek a molekulái, az ultraszűrőn átjutnak.

WENT feltételezi, hogy a gyökérbésképző anyag csak kifejlődött levélben keletkezik, a fiatal levélben és a csíralevélben csak raktározva fordul elő.

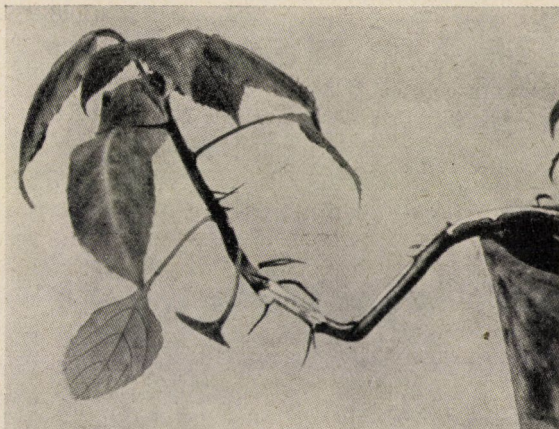


1. kép. Árvacsalánfa (*Acelypha*) dugványai: a 39, 42 és 44 számú levéltelen s nem hajt gyökeret, a 34, 40 és 43 számú példányokon oltott levél s ezeken gazdag gyökérbésképzés. (WENT nyomán.)

A levelekből a rhizokalin a szárba vándorol, s ott mindig a tő felé halad. A szárbán a vándorlás helye a háncs, míg a háncsban a többi szerves anyag mindkét irányban mozoghat, a gyökérbésképző csak a tő felé. Ebben találja WENT a növényi szár ismert kétsúcsúságának, polaritásának magyarázatát. A rügyben és a magban bizonyos mennyiségű gyökérbésképző raktározódik, s csírázaskor ez indítja meg a gyökérbésképzést. A szárbán csak átmenetileg található, de ha a szárat meggyűrűzzük, a gyűrűzés fölött meggyűl és gyökérbésképzést okoz. Ősszel a lombhullás után nagyobb mennyiségben található a gyökérbésképző a szárbán, mint máskor, idővel azonban a szárból eltűnik, s a tavaszi hajtásban hiába keressük.

WENT és BOUILLENNE eleinte egységes anyagnak tekintette a rhizokalint, az újabb vizsgálatok azonban tisztázták, hogy gyökérbésképzést nagyon különböző anyagok indíthatnak, auxinok, heteroauxinok, szerves savak stb. Egyáltalában kétséges, van-e valamely különleges gyökérbésképző. Az eddigi kísérletek eredményei azt mutatják, hogy nincs külön gyökérbésképző hormon.

Már WENT és THIMANN vizsgálat tárgyává tette az ismert növesztők, az a-auxin ($C_{18}H_{32}O_5$), a b-auxin ($C_{18}H_{30}O_4$) és a penésznövesztő (β -indolilecetsav) gyökérképző hatását, s kimutatta, hogy a levéltelen borsócsíranövényen gyökérképződést indítanak. Ugyanakkor nagyon érdekes kísérleteket végzett LAIBACH Frankfurtban β -indolilecetsavas kenőccsel. Bekent pl. a jávai sajka (*Coleus*) szárán egyes szárközöket tömény α -indolilecetsavas kenőccsel, s már hat nap múlva láthatók lettek a bekent helyen vagy közelében a járulékos gyökerek. Hasonló eredménnyel végezte kísérleteit a szobai nebántsvirágon (*Impatiens sultani*) SCHLENKER és MITTMANN. Mint a 2. képen látható, először a szár alsó részén egyenes vonalban húzták végig a szintetikus β -indolilecetsavas kenőcsöt, amely itt sejtnyúlással túlnövekedést okozott, s így a szár az ellenkező



2. kép. Növesztős kenőcs hatására a szobai nebántsvirág (*Impatiens sultani*) szárán keletkezett járulékos gyökerek. (SCHLENKER és MITTMANN nyomán.)

oldalra lehajlott. Ezután a szár közepén két helyen gyűrűalakban kenték fel a kenőcsöt, mire a szár újra felfelé hajlott, de ugyanakkor a kenőcsgyűrűk helyén járulékos gyökerek képződtek.

Legújabbán PFAHLER kimutatta, hogy a heteroauxin akkor is gyökérképződést indít meg, ha a hajtás csúcsára juttatjuk. Kísérleti növénynek a szőrös füzikét (*Epilobium hirsutum*) választotta, s a β -indolilecetsavat ezerszeres hígításban ecsettel kente a szár csúcsára. Néhány nap múlva a szárcsomók felett gyökérképződés jelei mutatkoztak, és a 13-ik napon nagy számban voltak láthatók a fiatal gyökerek (3. kép). Mint ez a kísérlet is bizonyítja, a gyökérképző anyag a szárcsomókon megtorlódik, s ez az oka, hogy a szárcsomók felett képződnek a járulékos gyökerek, a szárközökök ellenben nehezebb gyökérképződést indítani.

A növesztőkkel végzett gyökérképző vizsgálatok eredményeiben nagyon érde-



3. kép. Gyökérképződés a szőrös füzike (*Epilobium hirsutum*) szárcsomói felett. (PFAHLER nyomán.)

kes jelenség, hogy a növesztők általában csak a szárban fejtenek ki növesztő hatást a sejtnyúlás révén, ellenben a gyökerekben gátolják ezt a folyamatot. Gyökérbésoztás és gyökérbésoztás tehát egymástól független két külön folyamat, s más és más tényezőkötől függ. Ha pl. növesztős kenőccsel kenjük be a gyökéret, növekedése csökken, ellenben nagy számban fejleszt gyökérbésoztásokat.

Mióta KÖGL megállapította a két auxin vegyi összetételét és azt, hogy a penészekből kivont növesztő, a heteroauxin heterociklikus vegyület, a β -indolilecetsav, a növényi hormonok ismerete nagy mértékben haladt előre, s csakhamar sikerült különböző szerves savak gyökérbésoztó hatását kimutatni. A β -indolilecetsavon kívül hatásosnak mutatkozott a kísérletekben a β -indolilpropionsav, β -indolilvajsav, fahajsav (β -fenilacilsav), fenilpropionsav, fenilecetsav, α - és β -naftalinecetsav, fluorénececsav, antracénececsav stb.



4. kép. Baloldalt naftalinecetsavval, jobboldalt fenilpropionsavval trágyázott paradicsomnövények; a növekedésben elmaradtak, szárukön járulékos gyökerek képződtek. (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán.)

gyapjúszírral készítették eleinte, később más alapanyagot is felhasználtak. Ugyanígy készíthető a gyökérbésoztós kenőcs is. A kristályos alakban beszerzett szerves savat előbb néhány csepp 95%-os borszeszben ajánlatos oldani, mert vízben nagyon lassan oldódik.

A felsorolt szerves savak gyökérbésoztó hatását a Boyce Thompson intézetben kezdték vizsgálni, s különösen HITCHCOCK és ZIMMERMAN kísérletei tisztázták a kérdést. A vizsgálati eredmények közt különösen érdekes, hogy az α -naftalinecetsav és a β -indolilvajsav sokkal nagyobb hígításban is megindította a gyökérbésoztást, mint a penésznövesztő, a β -indolilecetsav. Az is csakhamar kiderült, hogy egyes gyökérbésoztó anyagok hatásában bizonyos eltérések mutatkoztak. Ez a trágyázási kísérletek közben tűnt fel. HITCHCOCK és ZIMMERMAN ugyanis paradicsomon vizsgálták a gyökérbésoztó szerves savak hatását olyan esetben, amikor a gyökérbésoztót a talajba juttatták, s a növény a talajból vette fel. Számottevő módon tértek el egymástól a naftalinecetsavval trágyázott példányok a fenilpropionsavval trágyázottaktól. Mindkét esetben járulékos gyökéret fejlődött a szár alsó részén, de a naftalinecetsavval trágyázott paradicsomnövények járulékos gyökerei függőlegesen lefelé nőttek és sűrűn

A növénybe különböző módon juttathatók el ezek a gyökérbésoztók is, miként a növesztőket is többféle módon juttathatjuk a szárba vagy a csírahüvelybe. Minthogy ezek a savak készen kaphatók, vizes oldatuk a kívánt hígításban könnyen elkészíthető. Az oldatot a szár csúcsára ecsettel kenjük rá, ha pedig levágott szárral kísérletezünk, a szár alsó felét belemártjuk vagy beleállítjuk az oldatba. A növény minden esetben gyorsan felveszi a gyökérbésoztót. Sőt akkor is eljut a növény testébe a gyökérbésoztó, ha a talajt locsoljuk (trágyázzuk) vele. Auxinkenőcsöt tiszta

más alapanyagot is felhasználtak.

borítva voltak gyökérszőrökkel, ellenben a fenilpropionsavval trágyázott paradicsomok járulékos gyökerei 45 fokos szögben hajoltak el a szártól és rajtuk kevesebb volt a gyökérszőr (4. kép).

HITCHCOCK és ZIMMERMAN kezdte meg a növesztők és gyökérképzők gyakorlati értékesítését is. A gyökérképzőknek szerintük a dugványok gyökerezésében lesz gyakorlati szerepe. Különösen szép eredménnyel végződtek azok a gyökereztető kísérleteik, amelyeket az amerikai ilexsel (*Ilex opaca*) és a lándzsás tiszafával (*Taxus cuspidata*) végeztek. Ezeknek az örökzöld fáknek dugványai nem könnyen gyökeresednek, a tiszafát főként magról szapo-



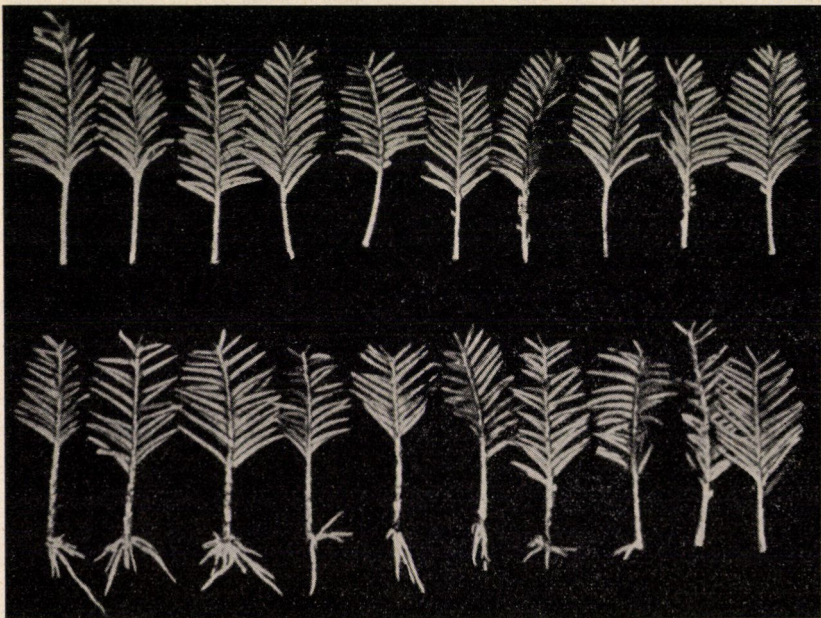
5. kép. Gyökérképződés az amerikai ilex (*Ilex opaca*), az alsó sorban elhelyezett dugványok β -indolilecetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).

rítják a kertészek. Gyökérképzővel kezelt dugványaik gazdagon fejlesztenek járulékos gyökeret. A vízbe állított dugványok, mint a képeken a felső sorban látjuk, alig mutatják némi jelét a gyökérképződésnek, ugyanakkor, vagyis öt héttel a kísérlet kezdete után a gyökérképző anyaggal kezelt példányok, amelyek az alsó sorban láthatók, többnyire dús gyökérzetet hajtottak.

A gyökérképzők közül erre a célra HITCHCOCK és ZIMMERMAN a β -indolilecetsavat, β -indolilvajsavat, β -indolilpropionsavat és a naftalincetsavat használta. A dugványokat alsó felületükkel bizonyos időre állították a gyökérképző meghatározott hígítású oldatába, azután tőzegkorpával kevert homokba dugták. Az amerikai ilex dugványa az egyik kísérlet esetében (5. kép) 54 óráig állott a β -indolilecetsav oldatában (10 milligramm β -indolilecetsav 100 köbcentiméter vízre). Ugyanennek a fának más dugványai 96 órán át naftalincetsavban (2 milligramm 100 köbcentiméter vízre) állottak. Mint a 6. kép mutatja, ebben



6. kép. Gyökérbérgődés az amerikai ilexen (*Ilex opaca*), az alsó sorban levő dugványok naftalincetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).



7. kép. Gyökérbérgődés a lándzsás tiszafán (*Taxus cuspidata*), az alsó sorban levő dugványok naftalincetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).

az esetben különösen gazdag volt a gyökérbérbé. A tiszafa dugványai 24 órán át állottak naftalincetsavban (4 milligramm 100 köbcentiméter vízre). Ez a fa nehezebben gyökerezik, a kezelés után két hónappal sem hajtottak dugványai annyi gyökert, mint az ilex-dugványok, miként a 7. képen látjuk.

Kenőcs alakjában is kezelhetjük a dugványokat gyökérbérbével, ebben az esetben azonban, mint LAIBACH kimutatta, fásdugványokon csak akkor mutatkozik kellő mértékben a gyökérbérbé hatása, ha előbb a kérget lefejtjük. Ilyen módon még az orgonafa (*Syringa vulgaris*) keresztezéseinek dugványai is bizonyos mértékű gyökéresedésre indíthatók. LAIBACH kísérletei alapján Németországban az I. G. Farbenindustrie hozott forgalomba egy gyökérbérbét kenőcs alakjában. Merk és La Roche is gyárt gyökérbérbét s kereskedelembe is bocsátja. Azonban a gyökérbérbé alkalmazása a gyakorlatban ma még nem tekinthető megoldott kérdésnek. Ismerünk olyan kísérleti eredményeket is, amelyek ellentmondanak gyakorlati alkalmazhatóságuknak, és többen tartózkodó álláspontra helyezkednek. Végleges kép csak akkor alakulhat ki, ha ennél szélesebb körben fognak gyakorlati kertészek is foglalkozni ezzel az érdekes kérdéssel.

Mint az elmondottakból látjuk, a gyökérbérbé ismerete az utóbbi években nagyot fejlődött. Elméleti tekintetben ma már kétségtelen, hogy nem minden gyökérbérbé minősíthető hormonnak. Az eredeti Went-féle kísérletek csak azt bizonyítják, hogy a legsajátlagosabb növényi hormonnak tartott növesztőknek is van gyökérbérbé hatásuk, azonban más anyagok is lehetnek gyökérbérbék. Ezek közül a cikkünkben felsorolt szerves savakat hormonszerű gyökérbérbé anyagoknak nevezik. De a Boyce Thomson-intézetben kimutatták, hogy gázoknak is van gyökérbérbé hatása, így az etilénnek, acetilénnek, propilénnek, sőt a szénmonoxidnak is. Ilyen esetben már csak mérgek kis adagjának közismert serkentő hatásáról beszélhetünk.

Dr. Rapaics Raymund.

A kémiai szerkezet és a fiziológiai hatóképesség.

Mikor alig néhány évtizeddel ezelőtt az emberi (s egyben a magasabbrendű állati) szervezet legfontosabb hatóanyagait, az enzimeket, a hormonokat s végül a vitaminokat megismerte az élettani tudomány, még sok tekintetben a vitalisztikus felfogás uralkodott ebben a tudományszakban. Hiszen csak a századfordulón dőlt meg véglegesen PASTEUR híres tétele, hogy erjedési, tehát enzimátikus folyamatok kizárólag csak élő szervezetek jelenlétében folyhatnak le. Ebben az időben az éppen csak hatásaiban megismert hormonok és vitaminok szerkezetét még teljes homály fedte, s az ortodox álláspont hívei egyenesen azt állították, hogy ezeket a fontos ható-

anyagokat mesterségesen sohasem fog sikerülni előállítani. Azóta már több enzimet teljesen tisztán, kristályosan állítottak elő, sőt néhány hormonnak és vitaminnak nemcsak a szerkezetét ismerjük teljes pontossággal, de szintézisük is sikerült.

A szerkezet megismerése azután több meglepő felfedezéssel járt. Így pl. megállapították, hogy a szervezetnek számos, egymástól nagyon eltérő hatású anyaga kémiai szempontból igen közeli rokonságban van egymással, másrészt pedig az is kiderült, ami a fenti megismerésből már egyenesen következik, hogy a kémiai szerkezet aránylag csekély eltérése már nagyon nagy mértékben módosíthatja vala-

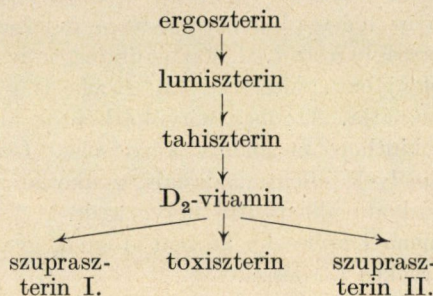
milyen vegyület hatókéességét, a hatás természetét, tehát az élő szervezetben játszott szerepét is. A következőkben a szterinek szerepét fogjuk ebből a szempontból röviden végigtekinteni, s az elmondottakból ki fog derülni, hogy a különféle szterinek, s különféle származékaik a legváltozatosabb feladatköröket töltik be a magasabbrendű szervezetek életében. A szterinek és származékaik közé soroljuk a kolesztrinen, az epe és a vér igen fontos alkotórészén kívül az epe-savakat, de ezenkívül még a vitaminok és hormonok egy-egy nagy csoportját is.

Megbeszéléseink szempontjából legjellemzőbb talán a D-vitamin esete. Az antirahitikus vitamin kémiai szerkezetének megismerése két fontos megfigyelésen alapult. 1. Rahitikus gyermekeket kvarclámpa fényével (ibolyántúli sugárzás) HULDSCHINSKY meg tudott gyógyítani. 2. HESSnek és STEENBOCKnak sikerült hatástalan növényi és állati termékekből ibolyántúli sugarak behatására antirahitikus anyagot előállítani.

Ezáltal bebizonyosodott, hogy a D-vitamin egy, vagy több hatástalan vegyületből (provitamin) keletkezik, az ibolyántúli sugarak hatására. A csukamájolajból, amely igen jelentős mennyiségű D-vitamint tartalmaz, kezdetben nem sikerült a vitamint előállítani. A besugárzás által hatásossá tett növényi olajok feldolgozásakor azonban kiderült, hogy a hatókéesség az olajok szterin-frakciójához van kötve. Ez annál meglepőbb volt, mert hiszen növényi szterinek nem fordulnak elő az állati szervezetben. De nyers koleszterin-kristályok besugárzása révén is aktív anyagot kaptak, bár a tiszta koleszterin teljesen hatástalan volt.

A különféle hatékony anyagok spektroszkópiai vizsgálata azután arra az eredményre vezetett, hogy a hatóanyag olyan szterinből keletkezik, amelyik 280 m μ hullámhosszúságú fényt erősen elnyel. Ennek a követelménynek az ismert szterinek közül az ergoszterin felelt meg, s valóban be is bizonyosodott, hogy az ergoszterin ibolyántúli fény hatására D-vitaminná alakul át, tehát azonos a D-provitaminnal.

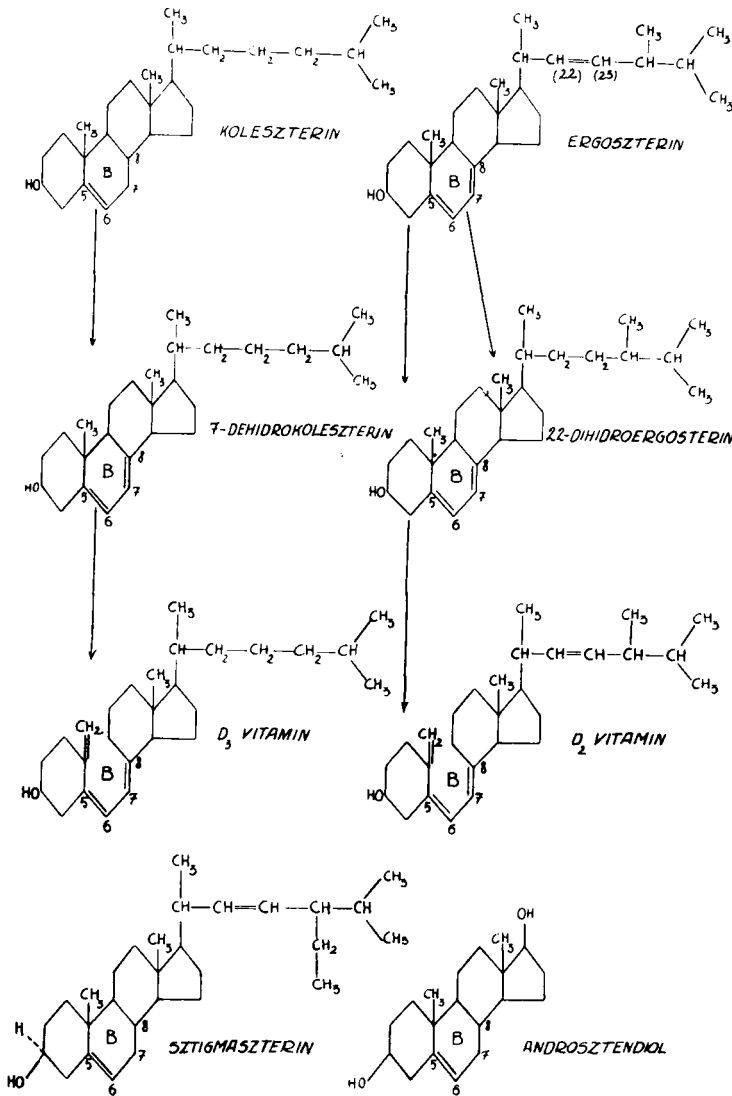
Az ergoszterin több közbeeső termékben halad át a besugárzás hatására, ezek a közbeeső termékek az ergoszterin izomérjai. Az ibolyántúli sugarak hatása azonban nem áll meg a vitaminnál, hanem további sugárzás hatására fiziologiasan hatástalan termékek keletkeznek. Az átalakulás a következő módon folyik le:



A D-vitamint WINDAUS állította először kristályosan elő. Később azután kiderült, hogy az így kapott D₁-vitamin még nem maga a tiszta hatóanyag, hanem a tulajdonképpen vitaminnak (amelyet D₂-vel jelölték), s a lumiszterinnek molekuláris vegyülete. Amikor azután a tiszta D₂-vitamin hatókéességét pontos állatkísérletekben kipróbálták, s a csukamájolajban található természetes D-vitaminnal összehasonlították, arra a meglepő felfedezésre jutottak, hogy a D₂-vitamin és a csukamájolaj természetes vitaminja különféle állatokra különböző mértékben hat. Ha pl. patkányokra megállapították, hogy valamely x g csukamájolaj mennyiségnek egy bizonyos y g D₂-mennyiség felel meg, úgy csirkék esetében többszörös mennyiségét kellett venni, hogy ugyanazt az antirahitikus hatást ériék el vele, mint x csukamájolajjal. A csukamájolajban levő természetes vitamin tehát sokkal jobban hatott a csirkékre, mint az ergoszterinből előállított D₂. Ez pedig csak abban az esetben lehetséges, ha a két anyag kémiai összetétele egymástól eltérő. Mikor BROCKMAN-nak nemrég sikerült csukamájolajból a természetes D-vitamint tisztán előállítani, valóban meg is állapították, hogy az így kapott D₃-vitamin kémiai szerkezete a D₂-től eltér. A koleszterin-

ből, és ergoszterinből, továbbá néhány növényi szterinből (stigma- és szitoszterin) sikerült azután ibolyántúli sugárzás

terméke, míg a 7-dehidrosztigma-szterin és a 7-dehidroszitoszterinből ibolyántúli fényvel nyert anyagok ha-



1. ábra

útján a fentiek mellett még más anti-rahitikusan ható anyagot is előállítani. Az ergoszterin tehát nem az egyetlen D-provitamin. Igen erősen aktív volt a 22-dehidroergoszterin-nek és a 7-dehidrokoleszterin-nek a besugárzási

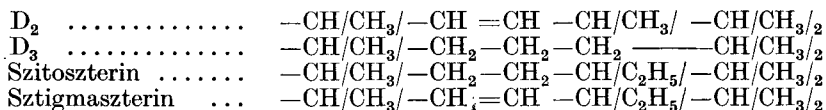
tása nagyon csekély volt. A D₃-vitamin tehát a 7-dehidrokoleszterin besugárzási termékével azonos. Az egyes vitaminok és provitaminok kapcsolatát az 1. ábra tünteti fel.

Az antirahitikus hatás tehát a B-

gyűrűben levő kettős kötések konjugációjához fűződik. Ilyen kettős kötések vannak a C₅ és C₆, továbbá a C₇ és C₈ atomok között. A gyűrű szerkezete a 7-dehidrokoleszterin és az ergoszterinben teljesen azonos. De emellett még az oldallánc szerkezete is nagyon fontos, mert hiszen a 22-dehidroergoszterin, amelynek oldalláncában kettős-kötés nincs, ellenben eggyel több C-

atómot tartalmaz, mint a koleszterin, nemcsak aktív, hanem hatóképessége közelebb áll a D₃-éhoz, mint a D₂-éhez. Ezzel szemben a növényi eredetű 7-dehidroszterinek (stigma-szterin), amelyek oldalláncában 10 C- atom van, már alig-alig hatásosak.

Az oldallánc szerepe talán még élesebben domborodik ki a következő összeállításból.



Az oldalláncok hosszának, a benne foglalt kettőskötések számának és az antirahitikus hatásnak a kapcsolatait

a következő táblázat világítja véglegesen meg.

	C-atóm szám az oldalláncban	kettős kötés	antirahitikus hatás
Dehidrokoleszterin	8	0	++++
Ergoszterin	9	1	++++
22—Dehidroergoszterin	9	0	+++
7—Dehidroergoszterin	10	1	?
22—dihidro-, 7—dehidro stigma-szterin	10	0	+

A D-vitaminokkal azonban még korántsem merül ki a szterineknek az ember és a magasabbrendű állatok szervezetében működő különféle hatóanyag mellett betöltött szerepe. A szterinek csoportjába tartozik két fontos hormonfajta, mégpedig az ivarszerveknek, a here és a petefészkeknek a hormonja, illetőleg a hormonjai is.

Ezek a hormonok mind visszavezethetők egy telített, ciklikus szénhidrogénre, az androsztán-ra, amelyik nemcsak ezeknek a hormonoknak, de egyben a D-vitaminoknak, valamint a koleszterinnek és az eposavaknak is alapvegyülete.

A vizeletből két herehormont sikerült előállítani, az androszteron-t és a dehidroandroszteron-t. Ezekhez csatlakozik harmadiknak a herében talált, tehát a tulajdonképeni herehormon, a tesztoszteron. Ezek mellett azonban még egész sereg más, mesterségesen előállított szterinszármazék is hatékonynak bizonyult.

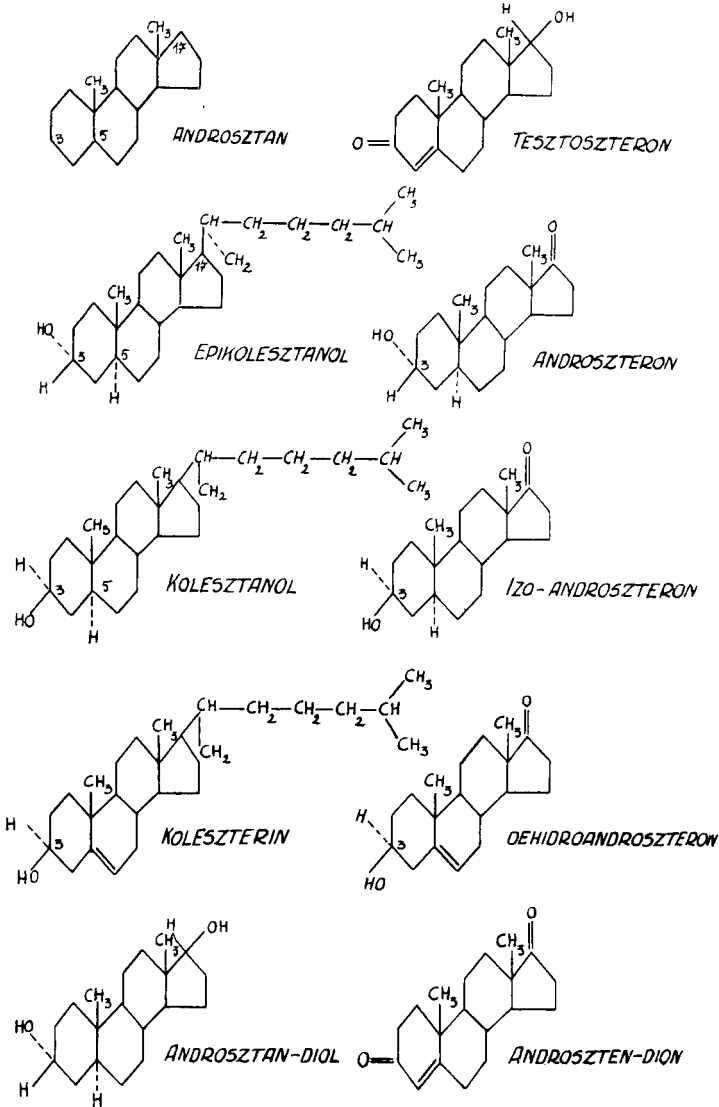
Az androszteron az epikolesztanolból származik úgy, hogy az oldalláncát eloxidáljuk. Az izoandroszteron,

amelyik a kolesztanolból vezethető le s amelyik az előbbtől csak a 3. szén-atómon levő OH, illetőleg H elrendezésében különbözik, érdekes módon csak körülbelül 1/10 annyira aktív, mint az androszteron. A vizelet másik hormonja, a dehidroandroszteron két H-atómmal tartalmaz kevesebbet az androszteronnál, tehát olyan koleszterinnek felel meg, amelynek oldalláncát eloxidáltuk. Hatóképessége 1/3-a az androszteronénak. A keton-oxigén redukciójával ebből az androsztan-diol állítható elő, a C₃-atómon levő alkoholcsoport oxidációja révén pedig egy telítetlen diketon, az androsztén-dion jön létre, amely kakastaréj-kísérletben az androszteronnal egyenlő, patkány-kísérletben pedig annál erősebb hatású. Ennek az utóbbi vegyületnek közvetlen redukciós származéka a here természetes hormonja, a tesztoszteron (2. ábra).

Egy kappanegységnyi hatást (kihérélt kakasok tarajának 20%-kal való megnagyobbodása 2 egymásután következő injekció hatására) a fent tárgyalt anyagokból a következő mennyiségekkel lehet előidézni:

tesztoszteron	25— 30 γ
androsztandiol	45— 50 „
androsztenon	150—200 „
androsztendion	200 „
dihidroandroszteron ...	600 „
izoandroszteron	1.500 „

ösztan-ból vezethetők le (3. ábra). Ez a herehormonok alapszénhidrogénjétől, az androsztántól csak abban különbözik, hogy egy CH₃-gyökkel kevesebbet tartalmaz (2. ábra). A női ivari hormonok rendkívül elterjedtek. Kelet-

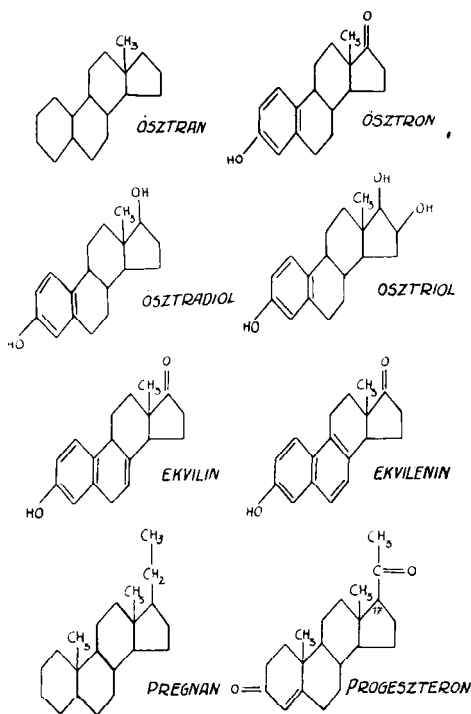


2. ábra

A női ivarmirigyek működését szabályozó hormonok hasonlóképpen egy közös telítetlen szénhidrogénből, az

kezési helyük a folliculusok és a sárgatest, de előfordulnak a terhes nők vizeletében, a vérben, a placentában, még

a növényvilágban is, sőt baktériumokban is fellelhetők. Ez a nagy elterjedtség azonban csak az úgynevezett follikulus hormonokra vonatkozik, szemben a sárgatest által előállított progeszteron-nal, amely nagy mértékben fajlagos, ugyanis az összes női ivari hormonok közül csak a progeszteron képes az uterus nyálkahártyájának a transzformációját kiváltani. Ez annál



3. ábra

meglepőbb, mert a progeszteron csak a 17. szénatomon helyetfoglaló oldalláncban különbözik a herehormontól, a tesztoszterontól.

Az eddig ismert természetes follikulus hormonok a következők: 1. az ösztrom, amelyet BUTENANDT és DOISY egyidejűleg fedezett fel, továbbá 2. az ösztriol s a 3. az ösztradiol, amelyek 2 hidrogénnel, illetőleg egy OH-gyökkel többet tartalmaznak az ösztromnál, s annak keton jellegével ellentétben alkohol természetű vegyületek. Újabbban terhes kancák vizeletéből még három újabb follikulus hormont állítottak elő,

az ekvilin-t, az ekvilenin-t és a hippulin-t, amelyek az ösztromtól csak a kettős kötések számában különböznek.

Ezek mellett a természetes hormonok mellett még egész sereg mesterségesen előállított vegyületet is ismerünk, amelyek csekély kémiai eltérés mellett igen jelentős eltéréseket mutatnak hatóképességük szempontjából. A felsorolt különféle természetes follikulus hormonok 1 g-jának hatóképessége egéregységben kifejezve a következő:

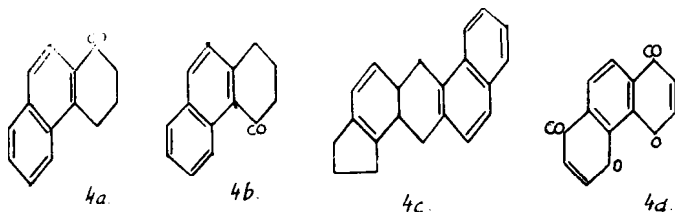
ösztrol	75.000
ekvilenin .....	.4—700.000
ekvilin, hippulin ...	1,500.000
ösztrom	8,000.000
öszttradiol	25—30,000.000

Ami pedig a progeszteron-t illeti, nagyfokú fajlagossága abban is megnyilvánul, hogy keletkezési és előfordulási helye is fajlagos. Csupán csak a sárga testben (keletkezési helyén) és a placentában található. Ezzel szemben a follikulus- és a herehormonok fajlagossága sokkal kisebb, follikulus hormon a férfi-, herehormon pedig a női szervezetben is kimutatható. A sárga test hormonjának ez a fajlagossága annál meglepőbb, mert szerkezetileg közelebb áll a herehormonhoz, mint a másik női ivari hormon; aránylag egyszerű beavatkozással, a 17. szénatomon levő oldallánc teljes oxidációjával közvetlenül tesztoszteronná alakítható. A két előbb említett hormon közeli rokonságát a következő kísérlet is bizonyítja. Ha az egyik herehormont, a dehidroandroszteron-t redukáljuk, akkor androszténdiol-t kapunk (1. ábra), amely egyidejűleg herehormonként és follikulus-hormonként is viselkedik.

Az újabb idők rákkutatásai során rájöttek arra is, hogy a barnaszén és a kőszénkátrány, valamint a barnaszén, a lignit, a petróleum és kivonataik injekciója útján kísérleti állatokon rákos megbetegedést lehet előidézni. Bebizonyosodott az is, hogy ugyanezek az anyagok fejletlen nőtény patkányokon és egereken ösztroszt váltanak ki, tehát follikulus homonok módjára viselkednek. A felsorolt anyagok frakcióinak vizsgálata azután további ér-

dekes adatokat szolgáltatott a fiziológias hatóképesség és a kémiai szerkezet kapcsolatairól. COOK, DODDS és HEWITTE bebizonyította, hogy az 1-keto, 1-, 2-, 3-, 4-tetrahidrofenantrén (4/a. ábra) ösztrozszt idéz elő, míg a 4-keto, 1-, 2-, 3-, 4-tetrahidrofenantrén (4/b. ábra) hatástalan.

tudja felhasználni, s aránylag kis kémiai átalakítás útján a hatóképességek változatos fokozatai jöhetnek létre. Az egymáshoz kémiailag nagyon közel álló vegyületeket egyik esetben epesavak formájában arra használja fel, hogy a bélből való felszívódást elősegítsék, tehát hozzájáruljanak a szer-



4. ábra

Hasonlóképpen folliculus hormon módjára viselkedett az előbbi vegyületektől szerkezetileg jelentősen különböző néhány antracén származék is, így a 9-, 10-dihidroxil, 1-, 2-di normál butilbenzantracén, a 9-, 10-dihidro, 1-, 2-, 5-, 6-dibenzantracén, az 5-, 6-ciklopentano, 1-, 2-benzantracén (4/c. ábra) és az 1-, 2-benzpirén is (4/d. ábra), amelyekről mind ismeretes, hogy erőteljes rákképző hatású van.

A természet mesteri gazdálkodását, de egyben különös játékát is mutatják ezek a megfigyelések. A szervezet a szterineket a legkülönbözőbb célokra

vezet fenntartásához és táplálásához. Az epesavakhoz közelálló koleszterin esetleg súlyos epekömegbetegedést idézhet elő. Mint az ivarmirigyek hormonjai, a szervezet egységes működésének szabályozásához járulnak hozzá. S vajjon a rákképződésnek nem az-e az oka, hogy a különféle szterinek átalakulása a szervezet egyensúlyának részleges, rövid ideig tartó felborulása révén hamis útra terelődik, ahol hasznos hatóanyagok helyett a szervezetre végzetes hatású anyagokká alakulnak?

k. Kúthy Sándor.

A legnagyobb ismert meteorkő.

KOCH SÁNDORNAK a „Pótfüzetek“ ezidei 2–3. számában megjelent „A Nemzeti Múzeum ásványtárának jubileuma“ című cikkében (66. oldal) azt olvashatjuk, hogy a konyhai kő-meteoritnak Bécsbe került „csaknem három mázsát nyomó példány“-a máig is a legnagyobb ismert meteorkő. A szerző figyelmét nyilvánvalóan elkerülték az utolsó évtizedben közölt ama irodalmi adatok, melyek az általa említett konyhai kő-meteoritokra vonatkoznak.

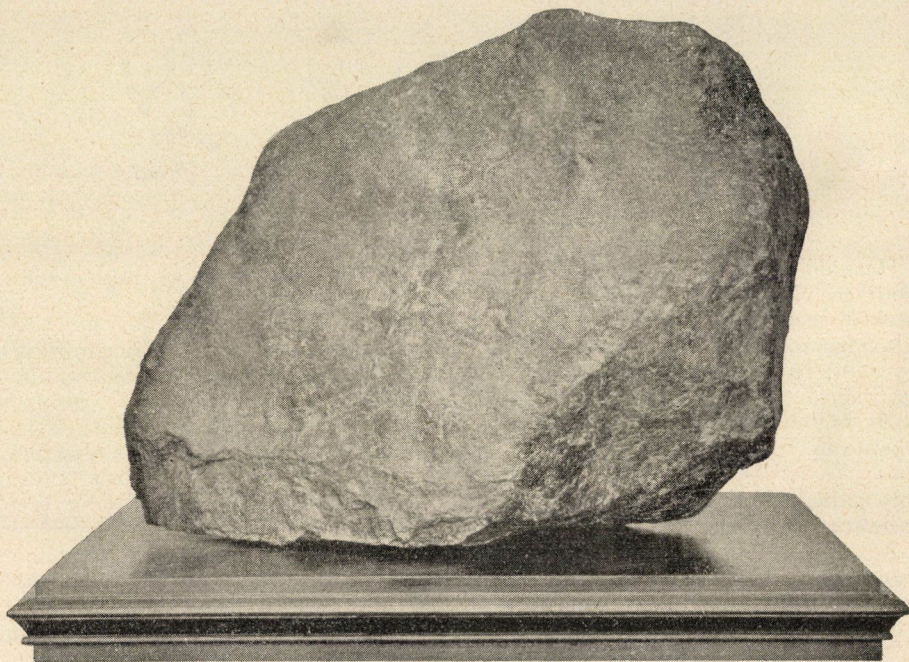
Az egyik a hugotoni (Stevens County, Kansas, Egyesült Államok). Esésének

időpontja nem ismeretes, állítólag néhány száz évvel ezelőtt hullott. Egy kő; súlya 339,7 kg; 1935?-ben találták; a talajba (agyag, homok) 90 cm mélyre hatolt.

A másik az 1930-i paragouldi (Greene County, Arkansas, Egyesült Államok) meteorhullás 371,9 kg-os darabja. A chicagói Field Columbian Museum őrzi. Súlya most már csak 337,9 kg, mert a múzeumba való érkezése előtt megcsonkult. E meteorhullást CHARLES CLAYTON WYLIE, a jowai egyetemen a csillagászat tanára, a Scientific American nevű newyorki

folyóirat 1931-i évfolyamának 180–181. oldalain ismertette.¹ Minthogy a fentemlített darab nemcsak a legnagyobbegészben maradt ismert meteorokő,² (l. a képet) hanem egyszersmind a legnagyobb ismert olyan meteorit, melynek hullását megfigyelték, nem érdektelen, ha hullási körülmé-

irányban tovább mozogva körülbelül az Ohio folyását követte, áthaladt Missouri-állam délkeleti része fölött, majd az arkansasi Paragould mellett kb. 10 mérföld magasságban három fődarabra repedt szét. Kb. 5 mérföld magasságban megszűnt világítani s így a megfigyelők szeme elől eltűnt. Földünkre legalább két darabja hul-



A paragouldi 337.9 kg-os meteorokő. (Eredeti súlya 371.9 kg volt).

nyeit WYLIE említett cikke alapján röviden ismertetjük.

1930. február 17-én körülbelül reggel 4 óra 8 perckor a délindianai Evansville lakóinak figyelmét fényes meteor vonta magára. Délnyugati

¹ A kőre vonatkozó teljes irodalom ismertetését mellőzöm.

² A Földre érés előtt, a légkörben történő szétrobbanással keletkezett s így a Földre már külön-külön hulló darabokat külön-külön önálló, egész daraboknak, - meteoritoknak tekintik. Ezekről meg kell különböztetni az ú. n. töredék-darabokat, melyek az előbbieknél a Földre érkeztek, az ütközésnél beállott szétzúzódása révén létesültek.

lott s vált így meteorittá. A nagyobbik súlya eredetileg 371.9, a kisebbiké 36.3 kg volt. A kisebbikből kb. 33.8 kg maradt meg s az adriani (Michigan-állam) Perry St. H.-féle gyűjteményben van. Egyes jelek arra vallanak, hogy egy harmadik nagyobbfajta kő is esett, de nem találták meg.

A meteor olyan fényes volt, hogy a Missouri-állambeli St. Louisban kigyulladt repülőgépnek nézték és felkeresésére indultak. Egy poplar-bluffi (Missouri-állam) megfigyelő szerint fénye lokomotív-lámpáéra emlékeztetett. A kansasi Topekában egy mérnök leszálló repülőgépnek nézte. 75 mérföld távolságból nagy rakéta szétrobbanásá-

hoz és szikráinak eltűnéséhez hasonlított a meteor okozta fénytűnemény. Nemkevésbé erőteljesebbek voltak a hullást kísérő hangtűnemények is. Paragould közelében csaknem mindenki felébredt a dörrenésekre, sőt Missouri déli és Tennessee keleti részében is megzavarták néhány ember álmát. Két beech-grovei (Arkansas-állam), szekéren hajtó fiatalember miután eltűnni látta a meteort még vagy 90 méterrel haladt tovább, amikor először dinamitrobbanásra emlékeztető éles dörrenést hallott, mely körülbelül a meteor eltűnési helyéről látszott jönni; ezt olyan moraj követte, mely mintha a meteor pályáján visszafelé, tehát északrakeleti irányban távolodó tornádótól származott volna. (Ez az utóbbi jelenség igen könnyen érthetővé válik, ha meggondoljuk, hogy mivel a meteor a hang terjedési sebességénél sokszorta nagyobb sebességgel mozog s a szétrobbanás helye közelebb van az esési hely környékéhez, mint pályájának más pontjai: először a robbanást kell hallanunk, melyet azután a pálya távolabbi pontjaiból származó moraj követ.)

A nagyobbik darab 2.4 m-nél valamivel mélyebbre fűrődött az agyagos talajba és 46 m-nél messzebbre szórt szét agyagrögöket. Beütődési kráterét csak négy hét múlva vették észre. Az ütött csatorna irányának tanúsága szerint közel függélyes irányban esett a Földre. A meteor pályájának irányában körülbelül két mérfölddel távolabb találták meg, mint a 36.3 kg-ost. (Ismeretes, hogy a meteorok szétrepedése után a kisebb darabok közvetlenül hullanak a Földre, míg a nagyobbak könnyebben győzvéen le a levegő ellenállását, pár mérfölddel még tovább haladnak mielőtt a Földre érnek.)

Az elmondottak kiegészítésére még a következőket kell megemlítenem. A long-islandi (Phillips County, Kansas-állam) meteorhullás egyetlen darabja a talajba ütköztek darabokra tört. Körülbelül 3000 ismert töredékdarabjának összszúlya körülbelül 564.3 kg; $4\frac{1}{2}$ —6 × 18 m-es területre szétszórva találták ezeket. A meteoritnak WILLARD tanár által összegyűjtött

darabjait a newyorki KUNZ G. F. vásárolta meg. Nemsokára azonban megszerezte a chicagói Field Columbian Museum. Így négy nagy összeillő darabja (303.5 kg) és 2930 kisebb került ez intézetbe; összszúlyuk 537.1 kg. Az említett kisebb töredékek legnagyobbika 10.1 kg-os, a legkisebbek a grammot nem haladják meg. Később még kb. 27.2 kg került KUNZ kezére; a birtokában maradt darabok egyike kb. 15.9 kg-os volt. A long-islandi meteoritot 1891-ben találták. Esését nem figyelték meg, de töredékdarabjainak a talajban való eredeti elhelyezkedése kétségtelenné tette, hogy valamennyien egyetlenegy meteorkőhöz tartoztak. Mivel valószínű, hogy egyes darabjait széthordták, alig kétséges, hogy súlya kevéssel még nagyobb lehetett a fentemlített 564.3 kg-nál. Ha tehát ismert darabjainak — melyek csak a Földre érkeztek, szét-törésekor létesültek — összszúlyát vesszük figyelembe, úgy ezt kell a legnagyobb ismert meteorkőnek tekinteni s akkor a paragouldi 371.9 kg-os kő csak második helyre kerül. Ezután következik a 339.7 kg-os hugotoni, majd a kb. 330 kg-os bjurbölei (Finnország), mely eredetileg egy kő volt, a Földre érve azonban darabokra törött s csak azután a knyahinyai hullás „293.5 (Haidinger W.) kg-os darab”-ja.

E két utóbbi meteorkőre vonatkozólag még a következőket kell megjegyeznem. A bjurbölei 40 cm-es tengerijeget ütött át és 6 m-nyire a vízszín alatt agyagrétegben találták meg. Egész tömegét nem, hanem csak 328 kg-ot sikerült a finn földtani intézetnek kiemeltetnie. Ezért s minthogy továbbá — mint később kitűnt — a kiemelésénél alkalmazott munkások nem jelentéktelen számú darabot tartottak meg, melyeket azután eladtak vagy elajándékoztak: a munkálatokat irányító RAMSAY W. legalább 400 kg-ra becsüli összszúlyát. Mivel azonban a tudományos irodalom általában a valóságosan megállapított szúlyával, „körülbelül 330 kg”-mal tartja számon s nagyságbeli sorrendjére nézve is ezt a szúlyt veszi alapul: mi is ehhez tartottuk magunkat. Legnagyobb töre-

dékdarabja 80·2 kg-os s Helsinkibe került.

Az említett knyahinyai kő szigorúan véve nem „egészben maradt kő”, mert tulajdonképpen négy jól összeillő részből áll. Ambár sok szilánk pattant le, e négy darab mégis nagyjában kiadja az egész követ. Leírója HAIDINGER W. eredeti súlyát 300 kg-hoz igen közelállónak becsüli. Szerinte darabjainak a talajban való helyzete alapján nem lehet kétséges, hogy e nagy kő a Földre való értekor is még egész maradt s már csak a talajban,

valamivel előbb, hogy cca 3½ m mélységben megakadt, vált szét részeire. Ezért a tudományos irodalomban egy darabnak, illetőleg „egész kő”-nek szokás tekinteni.

Az elmondottakat összegezve tehát, a Földre ütközéskor szétzúzódtott meoteorkő-példányokat is — ismert töredékdarabjaik összsúlyával — számításba véve: a knyahinyai az ötödik helyre kerül, de az egészben megmaradtakkal összehasonlítva is csak a harmadikra.¹

Dr. Zsivny Viktor.

¹ Koch fentidézett cikkének a FAUSER-féle gyűjteménnyel kapcsolatos adatait a következőképpen helyesbíttem:

A cikk 68. oldalán azt írja „A következő esztendőben 6000 darabot szerez a múzeum. E számban benne foglaltatik FAUSER ANTAL budapesti gyógyszerész gyűjteményének 700 kitűnő példánya, melyeket szintén SEMSEY vásárol meg számunkra“. E megállapításokkal szemben „A Magyar Nemzeti Múzeum Multja és Jelene“ (Írták a M. N. Múzeum tisztviselői; megj. 1902-ben) című munkának 311. oldalán KRENNER JÓZSEF akkori igazgató tollából a következőket olvashatjuk: „Az 1880—1884. évi öt éves

cyklusban a szaporulat 5756 szám volt, melyben befoglaltatik FAUSER ANTAL helybeli gyógyszerésznek SEMSEY úr által vásárolt híres gyűjteménye és a 707 számból álló collectió, melyet a gróf Széchenyi-féle keletázsiai expedíció tagjai SZÉCHENYI BÉLA gróf és LÓCZY LAJOS (akkor múz. segédőr) a múzeum számára gyűjtöttek.“ A közöltek kiegészítésére még megjegyzem, hogy a Fauser-gyűjtemény darabjai 3440 szám alatt vettek fel a vezetésem alatt álló ásvány-öslénytárnak leltárába s mivel a kisebb darabkák és kristályok nem leltározattak külön-külön szám alatt: a valóságos darabszám 3500-nál is nagyobb.

A keleti orrszarvú — *Dicerorhinus orientalis* Schloss. — új alakjának csontmaradványai Magyarországon.

Senki számára sem jelent újdonságot, hogy az ó-világ forró éghajlatú területeinek egyik hatalmas termetű és sok szempontból legjellegzetesebb, emlős-nemzetiségének képviselői, az orrszarvúak, hajdan a mi földünkön is tanyáztak. Igaz, barlangok diluviális üledékeiből, valamint a Tisza és mellékfolyói medréből — hálóval történő halászat közben — leggyakrabban a gyapjas orrszarvú (*Dicerorhinus antiquitatis* BLUMB.) csontjai kerülnek napfényre. Ez pedig tudvalevően az a faj, amely a legszélsőségesebb alkalmazkodás példájaként az eljegesedett területek szomszédságában, zord éghajlatú vidékeken is dacolt a természet mostohaságával. Ezt hosszú szálú, gyapjas bundája tette számára lehetővé.

A dolog természetében rejlvő, hogy

régibb földtörténelmi szakaszok orrszarvú fajainak csontmaradványai jóval ritkábbak, kivált nálunk. Ritkaságuk akkor válik szembeötlővé, ha kortársaiknak, a különböző őselefánt fajoknak gyakoriságával állítjuk páronnalba. Ennek azonban érthető magyarázata a két emlős-csoport életmódjának különbözősége. A nagy csordákban élő elefántok az egyedek számát mindenkor inkább főlspaporíthatták, mint a mogorva remete-életet élő orrszarvúak. Innen van, hogy a földtörténelmi újkor két legnagyobb európai emlős-temetőjében, az attikai Pikerimben, valamint Szamosz szigetén, ahol főként egyes kérozó fajok, meg tigris-lovak csontmaradványai száz-, sőt ezerszám hevernek, az előforduló két orrszarvú fajnak aránylag csekély számú példánya ju-

tott napvilágra. Az előkerült maradványok csekély száma teszi érthetővé azt az ingadozást és bizonytalanságot is, amely a kihalt orrszarvú fajok rendszertani elbírálásában egészen a legújabb időkig észrevehető volt. S hogy ez immár megszűntnek mondható, OSBORN idevágó korszakos munkásságán kívül az ANDERSSON J. G. irányítása mellett 1918-1923. években Észak-Kínában végrehajtott tudományos kutatások eredményességének köszönhető.

Amint RINGSTRÖM TORSTEN alapvető munkája nyomán megtudtuk, a svéd gyűjtő expedíció Sanszi, Senszi és Honan tartományokban ZDANSKY O. vezetésével végzett őslénytani ásatásokat. A 14 ásatott helyen összegyűjtött emlős-maradványok azzal a maga nemében páratlan eredménnyel lepték meg a tudományos világot, hogy a napfényre került emlős-maradványok főeleme — az orrszarvú-félék csontjai. És ezt ne csak úgy értsük, hogy ezeknek az óriásoknak csontjai méreteikkel vagy súlyukkal tűnnek szembe, hanem úgy, hogy az orrszarvú-féléket egyed-szám tekintetében sem szárnyalja túl más, mint legföljebb egy-két apróbb antilop faj. Csak a többé-kevésbé ép koponyák alapján számítva is 130 példány maradványait hozták napfényre. Ma szinte el sem képzelhető tömegben éltek tehát hajdan Kína ősföldjén az orrszarvúak. S itt azt is hozzá kell tennünk, hogy az előkerült egyedek feltűnően nagy száma csakugyan hű képet nyújt a hajdan való orrszarvú-tömegekről. Mert abból, hogy az agykoponyát nagyon sok esetben összefüggésben találták a hozzátartozó alsó állkapocscsal, nyilvánvaló, hogy az észak-kínai lelőhelyeken nem összemosott — folyó-, vagy csapadékvizektől halomra összehordott — csontokról van szó, mint Pikermiben, vagy akár Baltavárott is, hanem „helyben elpusztult” őslények maradványairól.

Az észak-kínai lelőhelyek valamenynyien általában megegyező emlősfajo-

kat gyűjtöttek, jóllehet egyes helyeken nem hiányoztak a jellegzetes helyi fajok sem. Ez az utóbbi körülmény sem teszi azonban jogosulttá azt a föltevést, hogy egyes lelőhelyek közt talán földtani korszakkülönbséget lehetne megállapítani. RINGSTRÖM hangsúlyozza, hogy a meghatározott emlősfajok alapján a csontokat rejtő rétegeket megközelítően felső-miocén (szarmata)-koriaknak állapíthatjuk meg.

A svéd kutató expedíció teljes gyűjtésének tudományos földolgozása még mindig várat magára. RINGSTRÖM nem titkolja, hogy az észak-kínai orrszarvú-fajoknak csak legközönségesebbjeit, ezek közül is kivált a *Chilotherium*-fajokat ismerteti művében. Ezek leginkább Pao-Te-Su környékén (Sanszi tartomány) kerültek napfényre tömegesen.

Az elmondottak annak megokolását célozzák, hogy az Első Hatvani Gőztéglagyár agyagfejtőjében (Strázsahegy) 1934-ben gyűjtött és HIRLING ÁRPÁD igazgató lekötélező szíveségéből birtokomba jutott, majd utóbb a Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány- és Őslénytárának átadott őrorszarvú maradványok faji meghatározását legelső sorban RINGSTRÖM idézett munkája alapján remélhettem.

De mielőtt a hatvani őrorszarvúnak — állkapocs és végtagsont-töredékei (azonegy állat maradványai!) alapján — faji hovátartozását megvilágítanám, a Strázsahegy homokos szürke agyagrétegsoráról (1. kép) el kell mondanom, hogy kortani helyzetét mindeztől nem sikerült teljes pontossággal megállapítani. Ennek részben a feküvel való érintkezés föltáratlan mivolta, másfelől az az oka, hogy a Strázsa-hegy rétegeiből korhatározó ősmaradványok nem voltak ismeretesek. Szorgos kutatás ellenére magamnak is csupán *Limnaeus*- és *Helicida*-féle puhatestűek házainak hegynyomás következtében eltorzult, s így pontosabb meghatározásra alkalmatlan kőkitöltéseit sikerült gyűjtenem. A távolabbi környék rétegtani viszonyai révén azonban meg tudhatunk annyit, hogy a téglagyár rétegei a cerithiumos alsó szarmatánál fiatalabbak. Igaz, voltaképp ezzel már

¹ RINGSTRÖM T.: Nashörner der Hipparion-Fauna Nord-Chinas. (Geolog. Survey of China. Palaeontologica Sinica. Ser. C. Vol. I. Fasc. 4.) Peking, 1924.

odajutottunk, hogy a kortani bizonytalanságot nagyon szűk korlátok közé szorítottuk. Mert csak arról lehet szó, hogy a szóban lévő rétegesoport a középső-, vagy talán a felső-szarmatikum üledéke. És csupán legszélsősége-

sebb lehetőségként merülhet föl a maecotisi kor.

Amint alább kitűnik, az immár pontosan meghatározott őrorszarvú faj révén a szarmatikum közepe tájára kell tennünk a rétegsor keletkezését.¹



1. kép. A hatvani gőztéglagyár fejtése a Strázsa hegyen. (Az őrorszarvú maradványok a ×-tel jelzett rétegből kerültek napfényre.) Dr. GAÁL I. felvétele.

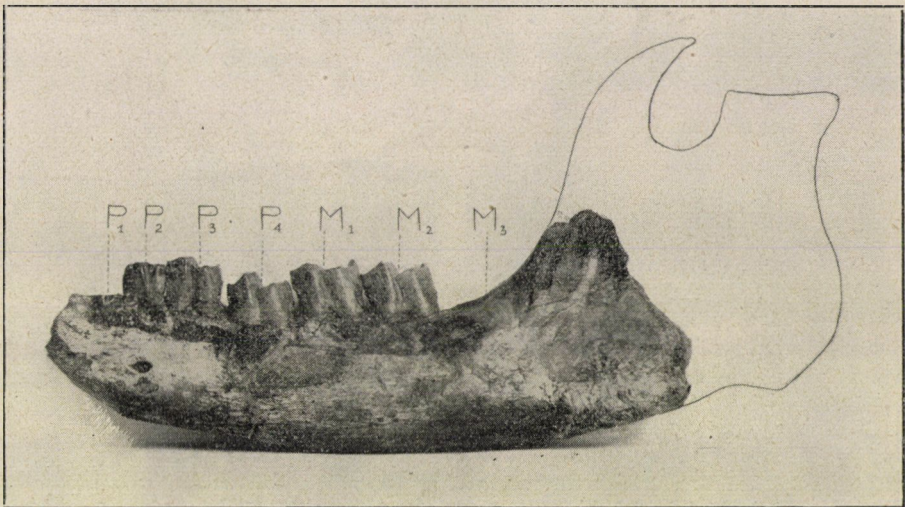
¹ Az itt szóba jöhető kortani emeleket legújabbban megjelent idevágó munkáimban — „Az egriekkel azonos harmadkori puhatestűek Balassa-Gyarmaton és az oligocén-kérdés” (Annal. Mus. Nat. Hung. XXXI.k.); „Mi a pannon s mi a pontusi”? (Bány. és Koh. Lapok 71. évf.) — részletesen ismertettem, illetőleg új megvilágításba helyeztem.

Utalva tehát ezekre, itt csak annyit jegyzek meg, hogy a szarmatikumot már a pliocénbe sorolom ugyan, viszont a mi congériás rétegeinket a szarmata középső és felső harmadában képződötteknek tartom. Fölfogásom szerint felső szarmatakoriak a pikermi és baltavári emlős-csontos rétegek is.

Magára a leltre térve vissza, előre kell bocsátanom, hogy az állkapocs is meg a végtagesontok is darabokra törten jutottak hozzám. A törések legnagyobb része friss volt, vagyis a munkások csákányütéseitől származott. TASNÁDI-KUBACSKA ANDRÁS, a Nemzeti Múzeum szakembere azonban kiváló gondnal és hozzáértéssel úgy irányította az összeállítást és kiegészítést, hogy a meghatározás minden fönnakadás nélkül kivihető volt.¹

A 2. képen bemutatott baloldali állkapocs törzse (*corpus mandibulae*)

A teljesen hiányzó *ramus mandibulae* méreteiről olyatén módon alkotunk magunknak fogalmat, ha az állcsont-törzs bizonyos pontján — például az M_3 alatt — mért magassága (=112 mm), vagy ugyanott mért vastagsága (=62 mm) alapján az állcsont szöglete vagy könyöke (*angulus mandibulae*) valószínű helyét kiszámítjuk. Ez a hely ugyanis, amint ezt MOTTL MÁRIA egyik sajtó alatt levő munkájában szereplő mérési adatokból szíves volt velem közölni, egy megfelelő nagyságú (112 : 61) szamoszi *Dicerorhinus orien-*



2. kép. A baloldali állkapocs-ág. (Kisebbitve.)

ép. Sérülés, illetőleg hiány kisebb mértékben az összefüggés (*angulus mentalis*) táján, nagyobb mértékben az ízesülő ágon (*ramus mandibulae*) állapítható meg. Annyit azonban még így is megfigyelhetünk, hogy az állkapocs elől lapos fakanálformán kiszélesedett, mert a kiszélesedés kezdete a baloldali állcsonton észlelhető. (3. kép.)

¹ Elmulaszthatlan kötelességemnek érzem, hogy arról az önzetlen baráti segítségről, amellyel mind TASNÁDI-KUBACSKA ANDRÁS, mind pedig a tár igazgatója, ZSIVNY VIKTOR munkámat megkönnyítette, őszinte hálával itt is megemlékezzem.

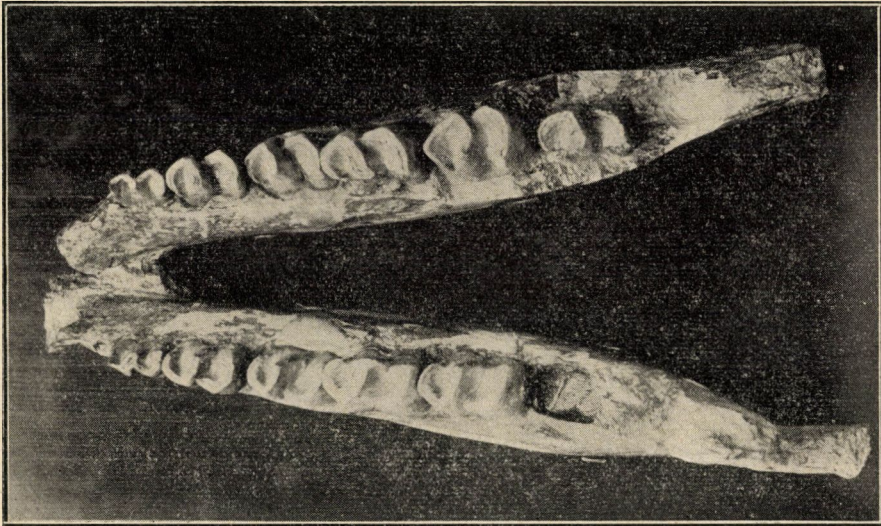
talis SCHLOSS-állkapocson 255 mm-re esik az M_3 hátsó peremétől. Itt tehát arányszámítást sem kell végeznünk, mert így is kiderül, hogy a hatvani állcsont szögletét ugyancsak 255 mm távolságban kell keresnünk. Az így nyert méret helyességéről pedig úgy győződhetünk meg, hogy az ilyen távolságban végzett rajzbeli, vagy akár plasztikai kiegészítés a meglévő vonalakba és méretekre egészen természetesen simul belé.

Azzal, hogy a kiegészítés kérdése megoldásában a *Dicerorhinus orientalis* fajra támaszkodtunk, egyúttal annak bizonyosságát szolgáltatottuk, hogy a hatvani őrszarvút már az eddig föl-

sorolt bélyegek alapján is annak alakkörébe utaljuk. S ebben az — egyelőre előzetesnek minősülő — véleményünkben a további vizsgálódás csak megerősít. Tudnunk kell ugyanis, hogy mint a *D. orientalis*-szal vetekedő nagytermetű — és hatalmas állkapcsú — ősrorszarvú csak a *Diceros pachygnathus* WAGN. vehető figyelembe. Igen ám! Csakhogy még a hiányos hatvani állkapcsen is három olyan bélyeget észlelhetünk, amelyek segítségével a *D. pachygnathus*-tól való elkülönítés

akkor érthető ez, ha csupán fogak állnak rendelkezésünkre; mert ezekről RINGSTRÖM kiemeli, hogy mindkét faj esetében rendkívül hasonló szerkezetűek.¹ Legjellemzőbb sajátosságuk: hatalmas méreteik és a rézsút futó jármok — mindkét fajt egyaránt jellemzik.

Ami a hatvani fogsor egyéb sajátosságait illeti, elsősorban annak épségét és teljességét kell kiemelnünk. A lemajszoltság nagyon kezdetleges fokon áll. Meg kell továbbá jegyeznünk,



3. kép. A hatvani ősrorszarvú töredékes állkapcsa. (Kisebbitve.)

könnyű és biztos. Ezek a bélyegek: az állkapocs-szárak alsó peremének csaknem egyenes lefutása, továbbá az *angulus mentalis* kanálszerű kiszélesedésének biztos nyoma, s végül a *foramen mentale* elhelyezkedése. Mind a három sajátosság a *D. orientalis*-ra vall. Mert a *D. pachygnathus* állsontjának mellső vége (*symphysis*) rövid, csónakorrszerűen főlhajló, ki nem szélesedő; a *f. mentale* pedig az alsó perem közelében helyezkedik el.

Ezt az összehasonlítást azért sem volt fölösleges elvégeznünk, mert a szóban levő két fajt olyan neves bűvárok is, mint WAGNER meg GAUDRY, s az ő nyomukon nagyon sokan mások — összetévesztették. Kivált

hogy sem a bal, sem a jobb M_3 még nem emelkedett volt ki medréből. A zománc-tarajok is alig érik el a fogmeder peremét, s így az ínyt semmi esetre sem törték volt át.² Szembe-

¹ Ez az oka, hogy a csákvári ásatási anyagban egyetlen fog alapján (!) meghatározott (?) *D. orientalis*-t (KADIC—KRETZOI: Vorläufiger Bericht über die Ausgrabungen in d. Csákvärer Höhlung. Barlangkutatás. 14—15. k. 1926—27) figyelmen kívül hagytam.

² A jobb állsonton (3. kép) úgy tűnik föl, mintha az M_3 kibúvása már előrehaladottabb állapotban lett volna. Ez azonban csak látszat, ami az állsont felső peremének hiányos mivoltával, illetőleg csákányütéstől való megsérülésével függ össze.

tűnő továbbá mindkét P_4 helyzete is, mert hiszen a rágófelületig még ezek sem emelkedtek volt. Itt világosan kiütközik tehát az orrszarvúaknak az az érdekes sajátáguk, hogy a fogváltás a csere (=elő), valamint valódi zápfogak csoportjában párvonalasan történik. A P_2 kiemelkedését az M_1 , a P_3 -ét az M_2 , s végül a P_4 -ét az M_3 kiemelkedése követi.

A hatvani állkapocs fogsorának méretei az alábbi táblázat keretei közt tűnnek szembe leginkább.¹

	Dicerorhinus orientalis Schloss			Dicerorhinus Schleiermacheri Kaup		
	É.-Kína	Számosz*	Hatvan	Eppelsheim*	Baltavár*	Tataros*
P_2 hossza (mm)	32	32	33	29	—	32
P_3 „ „	38	37.2	43.3	37	—	39
P_4 „ „	46	42	42.8	38	36	41
M_1 „ „	44	47	50	46	39	—
M_2 „ „	52	54	51	42	40.5	45
M_3 „ „	58	57	53	44	42.5	46

A kínai és hatvani számoszlopok összehasonlítása révén kitűnik, hogy az egészen fiatal — bár kinőtt — hatvani példány termetre máris túlszárnyalta a kínait, mert hiszen egyenlő zápfogsor (154 mm) mellett emennek rövidebb (116 mm) a cserezápfogsora, mint a hatvanié (119.1 mm). És ezt azért szükséges kiemelnünk, mert RINGSTRÖM váltig hangoztatja, hogy a *D. orientalis* kínai alakját állandóan nagyobb termete különbözteti meg a déleuropaitól.² Ebből pedig arra következtet, hogy ez a nagy orrszarvú-faj leginkább Kínában lelte föl élet-szükségeit, sőt valószínűnek tartja, hogy Kína volt a *D. orientalis* bölcsője.

¹ A *-gal jelölt rovatok számadatait MOTTL MÁRIA szíves közlésének köszönhetem, aki a m. kir. Földtani Intézetben őrzött számoszi, baltavári és tatarosi állsontokat egy legújabb — gödöllői — *D. megarhinus* CRIST lelet tudományos földolgozása kapcsán megvizsgálta.

² Ami azonban — teszi hozzá RINGSTRÖM — nem elég ok a két alak faji különválasztására.

RINGSTRÖM utóbbi föltevését mi is oszthatjuk ugyan, de nem a termet, hanem a valóban szembeszökő gyakoriság alapján.

Van azonban a hatvani állkapocsnak a maga nemében egyedül álló sajátossága is. És ez nem egyéb, mint a P_1 -nek minden kétséget kizáró szereplése. A bal állkapocs-száron eredeti sértetlen mivoltában láthatjuk az egygyökerű P_1 fogmedrét. Sőt azt is megállapíthatjuk, hogy a fog csak rövid idővel az állat elpusztulása előtt — vagy talán még később — hullott ki.³ Azt ugyan említettük már, hogy a hatvani őrszarvú példány egészen fiatal állat volt, de emellett hangsúlyoztuk teljes kinőtt mivoltát is. Ezt különben a tejfogak teljes hiánya kétségtelenné teszi. S ha számbaveszünk, hogy az M_3 kibúvása, s ezzel kapcsolatban az állkapocs teljes kifejlődése már csak hetekbe, legföljebb egy-két hónapba telt volna, s ennyi idő alatt különben a diastemával is eléggé védett fogmeder semmi esetre sem tűnt volna el,⁴ a P_1 szereplése mellett nem szabad elsiklanunk.

Gondolkozóba kell ejtsen elsősorban RINGSTRÖMNEK az a sok példány vizsgálatából leszűrt megállapítása, hogy a *D. orientalis* a feltűnően csenevész, a többi tejfogtól mindenkép elütő $D P_1$ -ét soha sem váltja föl állandó fog. S minthogy ez a fog nagyon korán kihull, a kinőtt állat állkapocsán semmiféle nyoma nem látható. És ez annál természetesebb, mert hiszen a kínai *D. orientalis* állkapocsának kanálszerű kiszélesedése már a P_2 tövénél kezdődik. (4. rajz A.)

Mindezzel szemben áll az, hogy a hatvani állkapocson a fogsort kis diastema választja el a P_1 fogmedrétől, s a kiszélesedés csak azon túl kezdődik. (4. rajz B.) Itt tehát még arra is gondolnunk kell, hogy az *angulus mentalis* kiszélesedése és előrenyúlása valamivel nagyobb méreteket öltött, olyan

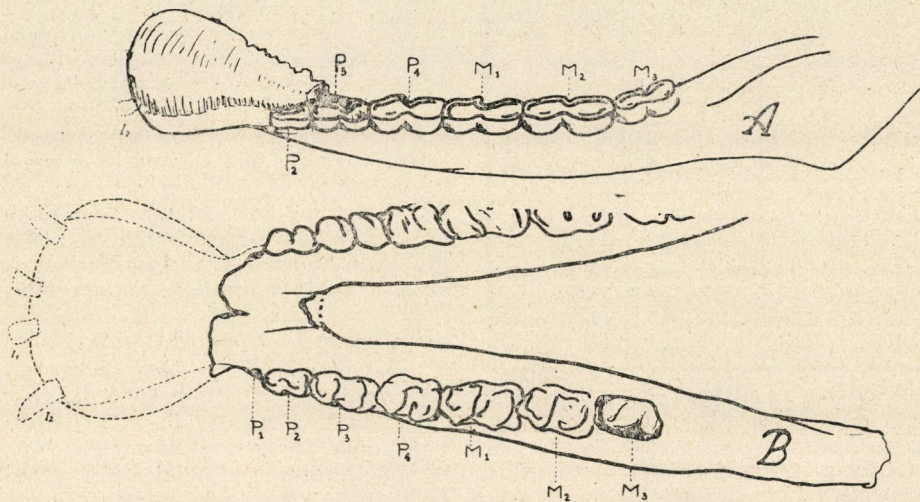
³ A jobb állkapocs megfelelő helyén a törés ellenére szintén megállapítható a P_1 fogmedrének nyoma.

⁴ Csontszövettel való kitöltődésnek pedig nyoma sincs.

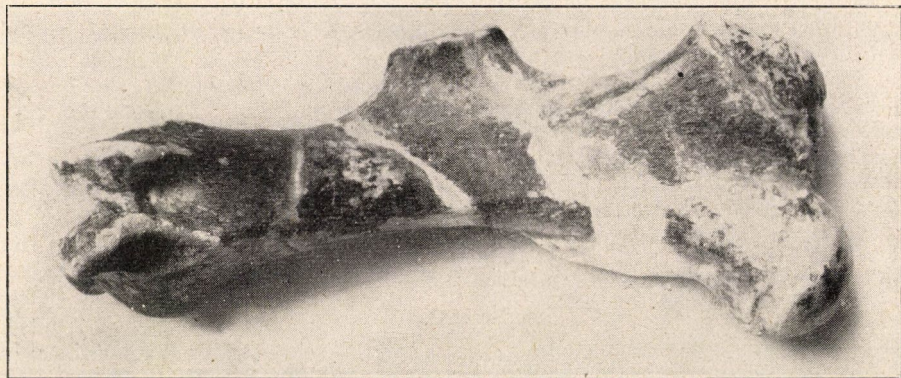
formán, mint a *D. Schleiermacheri*-n látható. Ennek a résznek a töredékből is látható vaskos kifejlődése továbbá valószínűvé teszi, hogy szélső metsző-fogpár (I_2) kisebb agyarformává fejlődött.

Tekintetbe véve tehát a fogsatnyulás (*reductio*) szempontjából megállapítható fejlődésbeli különbséget, nem zárkozhatunk el a hatvani — mindenestre a *D. orientalis* alakkörébe sorozandó — ősrorszarvú külön jellegű mivoltának kidomborításától sem.

Tisztán alaktani szempontból bírálva el a hatvani állkapcsot, azt látjuk, hogy rajta az *orientalis* faj fiatal egyedeinek bélyegei (RINGSTRÖM: I. tábla, 4. á.) tartották fenn magukat. Ez pedig biztos útmutatás arra, hogy a hatvani ősrorszarvút az *orientalis* alakkörbe foglalt kínai, orosz és görög leletekkel meghatározott típusnál valamivel kezdetlegesebbnek, azaz ősiabbnak tekintsük. Sajnálatos csak az, hogy a vérségi összefüggést az *orientalis* és *hungaricus* alak közt mindaddig, amíg



4. kép. A. A *Dicerorhinus orientalis* SCHLOSS töredékes állkapcsa. (Kisebbitve.) RINGSTRÖM után kissé átrajzolva. B. A hatvani *D. orientalis hungaricus* GAÁL: a mellső rész kiegészítésével. (Kisebbitve.) GAÁL ELEMÉR rajza.



5. kép. A hatvani ősrorszarvú jobb oldali combesontja. (Kisebbitve.)

a szarmatikum-pontikum rétegtani viszonyait az érintett területeken teljes pontossággal nem ismerjük, nem tisztázhatjuk.

Mert ma még két lehetőség előtt állunk.

Az egyik, hogy a Strázsa-hegy rétegei valóban középszarmata képződmények, s ezzel szemben a kínai-görög üledékek fiatalabbak. Ebben az esetben az *orientalis hungaricus* az ősi alak, amelyből az *orientalis* leszármazott. Nehézséget itt csak az okoz, hogy Közép-Európa, mint egy újkori orrszarvúfaj bölcsője — legalább egyelőre — valószínűtlenül hangzó megállapítás.

A másik lehetőség pedig az, hogy az *o. hungaricus* alak — afféle „eleven kövület“ módjára — egyes maradvány telepeken (*reliktum*) fennmaradt, s még abban az időben is élt, amikor másutt már leszármazottja, az *orientalis* vette át az uralmat. Ezt a magyarázatot bizonyos főkig támogatja az a tény, hogy hazánk földjén a földtörténelmi multban éppoly gyakori volt, mint ma is gyakori a minden rendű és rangú maradványtelep. Földrajzilag körülbástyázott területeink ennek a jelenségnek természetes magyarázata.

*

Az állkapocs mellett bizonyos fokig háttérbe szorulnak a hatvani lelet végtagsontjai: természetesen leginkább azért, mert többnyire hiányosak. Említés nélkül mégsem hagyhatók.

Legteljesebben, jóformán tökéletesen hiánytalanul a jobboldali combcsontot (557 mm) sikerült összeállítanunk (5. kép). Mind a mellső (*proximalis*), mind a külső (*distalis*) csontfej épnek mondható. Megvan a törzs jól fejlett, tarajszerű léce (*condylus externus*) is. Mindezek a jellegek megvannak és fölismerhetően megegyezők a *D. orientalis* pikermii leletén is.¹ A megállapítható kisebb eltéréseket itt azért nem emelem ki és nem értékelem külön, mert a hatvani példány fiatal korával is összefügghetnek. Továbbá

ivari vagy egyéni eltérések lehetőségét sem szabad szemünk elől téveszteniünk.

A hatvani leletet végül a jobb felső karcsont könyök vége, továbbá a jobb sípescsont és szárkapocs nagyon töredékes, hiányos darabjai egészítik ki. Ezeknek bizonyos fokú jelentőségét az biztosítja, hogy kétségtelenül az állkapocs hajdani gazdájától származók. Más, bizonytalan összetartozású csontlelet esetében tehát összehasonlító anyagul fölhasználhatók.

Az itt leírt őorszarvú csontmaradványai a Magyar Nemzeti Múzeum őslénytani kiállításában láthatók.

*

Befejezésül s némi kiegészítésül néhány szóval meg kell emlékezni a fentebbi táblázatban szereplő *D. Schleiermacheri* KAUP hazai csontmaradványairól is. Mégpedig annál inkább, mert az 1924 előtti tudományos irodalomban Pikermi, valamint Számosz szigete őorszarvú maradványainak legnagyobb része ezen a néven szerepel.

WEBER M. volt az első (1904), aki pedzette, hogy a Számosz szigetéről való, *Dicerorhinus Schleiermacheri* néven szereplő faj nem azonosítható KAUP eppelsheimi eredetijével. Még inkább hangoztatta ezt SCHLOSSER (1921), aki macedóniai példányait *D. Schleiermacheri* var. *orientalis* néven különítette el az eppelsheimi eredetitől. Végül RINGSTRÖM-re maradt a zavar kiküszöbölésének föladata, aki a pikermi—számoszi ál-„Schleiermacheri“ fajt teljesen különállónak monddotta ki a KAUP-féle — tehát valódi — *Schleiermacheri*-től, s az előbbieket a macedóniai, déloroszországi, valamint kínai példányokkal egyetemben a SCHLOSSER-től ajánlott *orientalis* néven foglalta össze.

Amint láttuk, a hatvani faj is ennek alakkörébe tartozik.

Ezzel szemben, amint MOTTL MÁRIA mérési adataiból szembeszökő, a *D. Schleiermacheri* néven szereplő baltavári és tatarosi orrszarvú példányok valóban ebbe a fajba tartozók, nem pedig — mint a pikermii és számoszi esetek tanúsága alapján várhatnók — a *D. orientalis* alakkörébe.

¹¹ GAUDRY: Animaux fossiles et géologie de l'Attique. (Atlas. Pl. XXXII. Fig. 7.)

Így nyilvánvaló, hogy a hatvani *Dicerorhinus orientalis hungaricus* ennek a nagytermetű, keleti származású ősrorszarvú típusnak legősibb s egyúttal eddig legnyugatibb előfordulású példánya.

Felhasznált irodalom: ABEL, O.: Vorgeschichte der Rhinocerotidae. (In M. Weber: Die Säugetiere Jena, 1928.) — BREUNING, St.: Beiträge zur Stammesgeschichte der Rhinocerotidae. (Ver-

handl. d. Zool.-Bot. Gesellsch. Bd. 73.) Wien, 1924. — CHRISTOL, J.: Recherches sur les caractères des grandes espèces de Rhinoceros fossilis. Montpellier, 1834. — GAUDRY, A.: Animaux fossiles et géologie de l'Attique. Paris, 1862—67. — RINGSTRÖM, T.: Nashörner der Hipparion-Fauna Nord-Chinas. (Palacont. Sinica Ser. C. Vol. I.) Peking, 1924. — TOULA, F.: Das Nashorn von Hundshelm. (Abhdg. d. k. k. geol. geol. R.-A. Bd. 19.) Wien, 1902. *Gaál István.*

TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

I. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

A *Dictyna civica* nevű pók Tihanyban. 1938. július 26—27-én a tihanyi Biológiai Intézetben ENTZ GÉZA arra hívta fel figyelmemet, hogy az intézeti épületnek az intézeti lakások felé eső (déli) falain, s az összekötő folyosó oszlopai felett sok, kerek, pecsétalakú, falrászótt pókháló éktelenkedik. Megtekintve a hálókat, a *Dictyna civica* nevű pók jelenlétére ismertem. E póknak pesti előfordulására annak idején JABLONOWSKI, majd a szegedi előfordulására magam is rámutattam, most pedig Tihanyban jelent meg. Ez a pókfaj tulajdonképpen mediterrán faj (Magyarországból csak az Adria partjáról jelenti a faunakatalogus) mely mai hazánkban csak szórványosan és járványszerűen (epidemikusan) lép fel.

Tihany faunájára nézve újdonság, s pókföldrajzi szempontból a Pannonicum és Praepannonicum állatprovinciák ölelkezését, s az utóbbinak átmeneti jellegét igazolja!

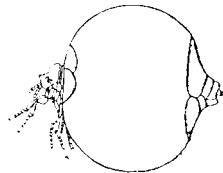
Dr. Kolosváry Gábor.

A trópusi bolhafekély. Trópusokon mások a betegségek, mint nálunk és másként támadják meg az embert. Nálunk például a tisztán tartott, ruhával takart bőr erős védelmet ad a kórokozók behatolása ellen s a betegségek legtöbb esetben csak a szájon át juthatnak a szervezetbe. A trópusok nedves, párás levegőjében a bőrön át is sokféle támadás érheti a testet és tömérdek olyan betegség van,

amely jellegzetesen éppen a védtelen és legtöbb sérülésnek kitett meztelen lábon jelentkezik először és onnan terjed át a test többi részletére.

Meleg országok népei nem szívesen viselnek cipőt és járás közben éppen ezért gyakran meg is sérülnek, ami sok alkalmat nyit a közvetlen fertőzésre. Ilyen, jellemzően trópusi és fertőzőes betegség a bolhafekély, a dermatophiliasis, amelyet egy bolhafaj idéz elő.

A megtámadott egyén lábán, rendszeren a körmök szélén, vagy az ujjak között apró fekete pontok mutatkoznak és ezzel kapcsolatban viszkető érzés jelenti a baj kezdetét. Az apró pontok a már behatolt nőtény bolhák, amelyeknek csak a potroh-vege látszik ki a bőrből. Ha ilyenkor orvosi segítség nem érkezik, a baj tovább terjed. Például a szegény terhethordó embernek nincs ideje magával törődni és ha elfáradva földre ül vagy lefekszik, teste más részeit is megtámadhatják a földön élő tolakodó élősdiek. A fekete



I. kép. A homoki fekélybolha érett nőténye. Potrohának középső része a petéktől dagadt (CASTELLANI és CHALMERS nyomán).

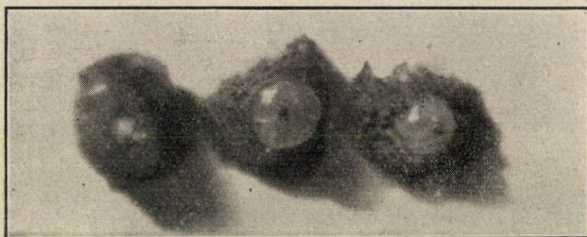
pontok körül bőrgyulladás, majd borsónyi daganat keletkezik. Később ennek a környezete kifekélyesedik és a bolhával együtt bőrcafatok hullanak ki a bőrből. Mondanunk sem kell, hogy ez a különös bajt okozó bolha nem azonos az emberbolhával, hanem külön faj, homoki bolha, vagy fekélybolha, *Dermatophilus penetrans* (1—3. kép).

A befurakodott homoki bolhát túvel könnyen el lehet távolítani s a helyét karbóllal fertőtleníteni. De az úton vándorló embernek nincs erre mindig módja, vagy nem is törődik a bajjal, csak akkor, mikor már nem tud miatta járni, mikor lábát már ellepték a sebek

ban. Azóta többször írtak róla különböző elnevezésekkel.

A homoki bolha vagy fekélybolha éppen úgy fejlődik, mint a többi bolhafajok. Petéiből apró, lábatlan lárvák, nyüvek bujnak elő s ezek a talajban szerves hulladékokkal táplálkoznak. Bizonyos idő elteltével megnöve, gubót szőnek s abban bábbá alakulnak. A gubóból aztán a pihenő idő leteltével kilép a kész bolha.

Ennek is vannak erős ugrólábai és egyéb szervei, mint más bolháknak és ugyanúgy, szökdelve mozog, amíg egy alkalmas élőlénybe belé nem kapaszkodik. Legszívesebben termé-



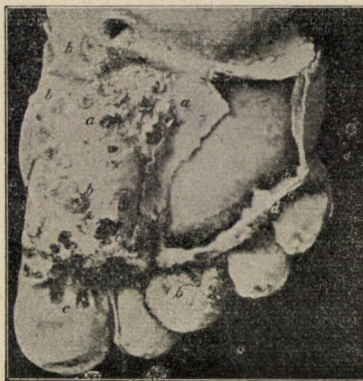
2. kép. Emberből kimetszett nőstény homoki bolhák Dr. SÁSKA LÁSZLÓ (Abesszinia) felvéte'e.

és útat nyitottak esetleg a trópusi talajon lappangó sok más betegség-csirának is.

Ahol már védekeznek, nagy gondot fordítanak a tisztaságra és főként arra, hogy a ház közelében ne legyen tyúk, sertés vagy más háziállat. A padlót Pyrethrum-porral, erős dohánylevével védik a bolhák ellen és a lábakat minden reggel gondosan megvizsgálják, napközben pedig lehetőleg magas-szárú csizmát viselnek.

A komoly védelem első föltétele természetesen az, hogy a baj okozóját közelebről megismerjük. A homoki bolha, *Dermatophilus penetrans* dél-amerikai állat (*Dermatophilus* = bőrkedvelő, *penetrans* = befurakodó). Legnagyobb számmal a homokos vidéken tenyészik. Általában olyanforma, mint a mi bolhafélénk és nem is nagyobb. Délamerika első utazói már említést tesznek róla, de első tudományos leírója GUERIN volt 1838-

szetesen a vékonybőrű ember lábát támadja meg és ha azon megkapaszkodhatott, megváltoztatja eddigi életmódját. Hirtelen befurakodik a bőrbe és akként helyezkedik el, hogy fejével



3. kép. Ember talpbőrébe befurakodott homoki bolhák hatására a bőr nagy területei elfekélyesedtek és kiváltak (NEWSTEAD szerint).

az irha dús szöveteiből táplálékot szerezhessen, potroha vége pedig a szabadban maradjon. Ez az említett fekete pont, a testvég azért áll ki a bőrből, hogy az állat ürüléke és petéi a szabadba juthassanak. Ha a bő táplálékkal a nőtény megérett, maga is kihullhat a lefoszló bőrral együtt, el is taposhatják, de az ivadék élete már biztosítva van. A homoki bolha hímnjéről eddig keveset tudunk. Valószínű, hogy a homoki élet idején párzik, mielőtt a nőtény élődi életét megkezdte. A bőrben kínálkozó bő táplálék nem szolgál az állat megnövekedésére, csupán potrohának közep-része nagyobbodik meg és a benne lévő petefészkek fejlődnek óriásivá, ez biztosítja a tömérdék pete kifejlődését.

Igen kedvelik a homoki bolhák a sertést és ha fertőzött területen egy kis malacot figyelemmel kísérünk, könnyen foghatunk rajta hímekeket is.

A homoki bolha Amerika fölfedezése óta maga is világjáró útra indult. Az indiánok csiggu-ja 1872-ben a Thomas Mitchell nevű hajón átkelt az Atlanti-óceánon és minden akadály nélkül meghonosodott Loandában, Nyugat-Afrikában. Az Aranypartról állítólag STANLEY híres expedíciója hurcolta be a kontinens belsejébe és 1895-ben jutott el Kelet-Afrikába. Innen pedig — ez is föl van jegyezve — 1899-ben a 4. bombayi gyalogezred szíveségéből kelt át az Indiai-óceánon. Elég különös, hogy Indiában eddig még csak Bombay vidékén honosult meg. Ellenben eljutott azóta Madagaszkárra. Nem lehetetlen, hogy a diadalmos háború lázával és az abessziniai katonákkal Európába is eljutott már s így némi figyelmet érdemel, hogy a turisztikával be ne hurcolják valamiképpen Alföldünknek számára annyira kedvező homokos területeire.

Dr. Szilády Zoltán.

II. A KÉMIAI KÖRÉBŐL.

A poliszaharidák kémiai szerkezete. Az utolsó tíz év vizsgálatai alapján a cellulóze molekula szerkezetének kérdését elintézettnak vehetjük. Ezek alapján a cellulóze micella 30—40 cellobióze molekula egymásutáni kapcsolódása révén létrejövő, hosszú fonalakú képződményekből, úgynevezett fővegyérték-láncokból áll (fővegyérték-láncnak azért nevezik, mert az egyes cellobióze molekulák fővegyértékek útján kapcsolódnak egymáshoz), s 40—60 ilyen fővegyérték-láncot mellékvegyértékek kötnek egymáshoz micellává. A cellulóze micella méretei a következők: hosszúság 500—600 Å, átmérő 50 Å, s a molekula (micella) súlya 25.000—30.000. A cellulóze molekula, azaz micella tehát hosszúkás, pálcikaalakú egység, amelynek hossza az átmérő 10—12-szerese. HAWORT, de főleg STAUDINGER és HUSEMANN¹ vizsgálatai szerint a legfontosabb állati eredetű poliszaharida, a glikogén szerkezete ettől lényegesen eltér. Vizes, formamidós és híg $CaCl_2$ -oldatban, az ozmotikus nyomás alapján mért mole-

kulasúly arra mutat, hogy I—I glikogén molekula felépítésében 1750 szőlőcukor anhidrid — $(C_6H_{10}O_5)$ — vesz részt. Mivel pedig a szőlőcukor anhidrid molekulásúlya 162, a glikogéné ezek szerint $162 \times 1750 = 283.500$ lenne, tehát lényegesen nagyobb, mint a cellulózéé. A glikogén a Fehling-oldatot nem redukálja, tehát szabad aldehidgyököt nem tartalmaz. A fenti adatokban mért viszkozitása pedig arra mutat, hogy a molekula gömbalakú. STAUDINGERék a gömbalak keletkezését úgy képzelik el, hogy a 30—40 szőlőcukor anhidridből álló fővegyérték-láncokban minden —OH-gyökhöz olyan oldallánc kapcsolódik, amely 12—18 szőlőcukor-anhidridből áll.

A keményítő molekúlája szerkezeti-leg középhelyzetet foglal el a cellulóze és a glikogén között, amennyiben erősen elágazott láncolatot alkot ugyan, a glikogénéhez hasonló szerkezet alapján, de emellett a molekulája, illetőleg a micellája sokkal megnyúltabb, mint a glikogéné.

A növényi sejtekben a cellulóze egyik állandó kísérője a pektin, amely főképen a húsos gyümölcsökben fordul

¹ Liebig's Ann. 530. l. 1937.

elő nagyobb mennyiségben. Jellegzetes tulajdonsága, hogy könnyen kocsonyásodó kolloid oldatokat ad; a gyümölcszselék készítése éppen azon alapul, hogy a felaprózott gyümölcstömegből meleg vízzel kivonják a pektin anyagokat, amelyek lehűléskor kocsonyává dermedztik az oldatot. A tulajdonképeni szénhidrátoktól abban tér el a pektin, hogy a fővegyérték-láncai nem egyszerű cukrokból állanak, hanem a szőlőcukor, illetőleg a galaktóze oxidációjakor keletkező glükuronsavból, illetőleg galakturonsavból. Ezek olyan vegyületek, amelyekben megmaradt a szabad aldehid-gyök. A pektinben a savgyökök 50-70%-a metilezve van. A pektin molekulasúlya 50.000 és 200.000 közt váltakozik. SCHNEIDER és munkatársai szerint² a kocsonyásodóképessége annál nagyobb, minél hosszabb a fővegyérték-lánca.

Az idősebb, elfásodott vagy elfásodásnak induló növényi sejtek még egy másik poliszaharida-szerű anyagot is tartalmaznak, mégpedig a hemicellulózét. Ennek a felépítése már korántsem olyan szabályos, mint az eddig tárgyalt anyagoké. Váltakozó arányban tartalmaz metilezett poligalakturonsavat (galakturonsav anhidriből felépülő fővegyérték-lánccokat), valamint olyan fővegyérték-lánccokat is, amelyekben váltakozó arányban vesznek részt 6 szénatómos (szőlőcukor, galaktóze) és 5 szénatómos cukrok (arabinoze és xiloze), illetőleg ezek anhidridjei. Ennek megfelelően a hemicellulóze molekulasúlya, úgyszintén a micella méretei is nagyon változók lehetnek.

k. Kúthy Sándor.

A fehérjekémia néhány modern szempontja. A fehérjemolekula szerkezetéről alkotott nézeteink ma is változatlanul FISCHER EMIL klasszikus vizsgálatain alapulnak. Ma is azt tartjuk, hogy a fehérje micella alapelemei, az aminosavakból álló fővegyérték-lánccok az aminosavak peptid-szerű kapcsolatai útján jönnek létre, tehát mindig egy karboxilgyök és egy aminogyök kapcsolódik össze, vízkilépés közben.

¹ Ber. deutsch. chem. Ges. 70. 1611. és 1617. 1937.

A legutóbbi évek vizsgálatai azonban — FISCHER felfogásával ellentétben — bebizonyították, hogy a polipeptid-lánc nem nőhet tetszés szerinti hosszúságúra, s az aminosavak nem kapcsolódhatnak bármilyen szabálytalan sorrendben össze, hanem a polipeptidek felépítését a természetes fehérjékben általános érvényű stöchiometriai törvényszerűségek szabályozzák.

BERGMANN és NIEMANN¹ ezt a törvényszerűséget a következőképpen foglalja össze. Ha N_t a fehérjemolekulában jelenlévő összes aminosavak száma, N_i bizonyos aminosav (például az alanin) összes száma, s F_i ennek az aminosavnak az előfordulási gyakorisága (frekvenciája), akkor $F_i = \frac{N_i}{N_t}$.

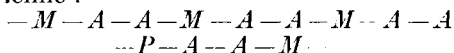
Ebben a képletben $N_t = 2^n \times 3^m$, $N_i = 2^{n'} \times 3^{m'}$, egy másik aminosavra pedig $N_i = 2^{n''} \times 3^{m''}$. A további összefüggés pedig az, hogy $n = n' + n''$, valamint $m = m' + m''$, stb., úgy, hogy az összes aminosavak száma a következő egyenlethől adódik: $N_t = N_i + N_i' + N_i'' + \dots + N_i^x$. Ezekben az egyenletekben n és m pozitív egész számok, n' , m' , valamint n'' , és m'' stb. szintén vagy pozitív egész számok, vagy pedig nullát jelentenek. Az elmélet kísérleti utánvizsgálata azután arra az eredményre vezetett, hogy N_t , azaz a fehérjemolekulában jelenlévő összes aminosavak száma mindig 288, vagy ennek egészszámú többszöröse.

Tegyük fel például egyszerűség kedvéért, hogy a fehérjemolekula csak glükokoll molekulákból épülne fel. A glükokoll összegvont képlete $C_2H_3O_2N$; vonjunk le ebből 1 molekula vizet, mert hiszen 2 molekula aminosav összekapcsolódásakor mindig kilép egy molekula víz, $C_2H_5O_2N - H_2O = C_2H_3O_2N$. Az így kapott glükokoll anhidrid molekulasúlya 57. Mivel a fehérje 288 aminosavból épül fel, szorozzuk meg a molekulasúlyt a molekulák számával, $288 \times 57 = 16.416$. Ez a szám jól egyezik a természetes fehérjék kísérletileg megállapított molekulasúlyával, 17.500-zal, ha meggondoljuk, hogy a fehérjemolekula felépítésében a legkisebb molekulasúlyú glükokoll

¹ Science N. Y. 1937. II. 187.

mellett okvetlenül még más, nagyobb molekulatülyú aminosavaknak is részt kell venni.

A további vizsgálatok azt mutatták, hogy minden egyszerű fehérje ugyanazon alapterv szerint épül fel s egy bizonyos aminosav a polipeptidláncban mindig szabályos távolságokban jelenik újra meg. WALDSCHMIDT—LEITZ szerint (1935) például a klupein nevű rendkívül bázikus fehérje fővegyértékláncának vázolata a következő lenne :



ahol *M* valamilyen monoaminosavat, *A* arginint és *P* prolint jelent. A fehérjék kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságai tehát a polipeptidláncban jelenlevő aminosavak minőségétől és előfordulási arányától (frekvenciájától) függenek, hiszen a lánc felépítése minden esetben a peptid-kötéseken alapul.

Ismeretes tény továbbá az is, hogy ugyanazon szövetek, az izomszövetek, a vér stb. fehérjéi állatfajonként eltérnek egymástól. Ezeket az eltéréseket az immunitási reakciókkal jól ki is lehet mutatni. De eltérés van az egyes szervek fehérjéi között, sőt az egyes egyének ugyanazon szerepet betöltő fehérjéi között is. Így lehetséges, hogy a nuklein-jellegű fehérjékből álló kromoszóma, az öröklött tulajdonságok hordozója, minden egyes egyénnél más és más szerkezetű.

A szervek és az egyes egyének individualitását pedig csak úgy lehet egy életen át fenntartani, ha a fehérjék felépítését rendkívüli mértékben fajlagos kémiai organizátorok irányítják. Ilyen nagy mértékben fajlagos jellegű organizátort csak egy fajtát ismerünk, mégpedig a sejtek belsejében működő proteinázékat, a papainokat. A papainok működésére rendkívül jellemző az

a modellkísérlet, amelyet BERGMANN két különféle peptiddel végzett. Míg a benzoilglicin-amidot a papain teljesen megbontotta benzoilglicinre és aminra, addig a benzoil-glicin-anilidra teljesen hatástalan volt. Utóbbi vegyületet azonban gyorsan és símán építette fel az enzim az alkotórészeiből. Ebben a kísérletben az anilid képviseli a sejten belüli, az amid pedig a sejten kívüli fehérjét. Utóbbit adott szilárd feltételek között a papain megbontja, az előbbit pedig ugyanezen körülmények között felépíti. Az az anilid tehát, amelyik az enzim jelenlétében stabil marad, képviseli a szerv, illetőleg a szervezet saját fehérjéjét, az amid pedig a szervezetre nézve idegen, úgynevezett fajidegen fehérjét. Az egyiknek a másikba való átalakulásához nem szükséges, hogy a peptid teljesen szétszétessék elemi alkotórészeire. Így például a papain akkor is felépíti a benzoilglicin-anilidet, ha az enzim jelenlétében benzoilglicin-amidot és anilint hozunk össze. Az enzim a sejt belsejében tehát a fenti egyszerű modell szerint építi fel a sejtben rendelkezésére álló peptid töredékekből a sejt, illetőleg a szerv saját fehérjéjét, amelyet azután nem bont meg, amely az enzim jelenlétében is állandó.

Amennyiben a proteinázék maguk is fehérje természetű vegyületek, akkor olyan fajlagos katalitikus erővel kell rendelkezniök, amelyik fajlagos összetételű fehérjék felépítésére képesíti őket. Ennek az elméletnek végső és döntő bizonyítéka az lenne, ha ilyen papaint idegen szervezetbe átvive, ott az új „gazda-szervezetben“ az utóbbira nézve idegen fehérjét tudna felépíteni. Ennek a kísérletnek a megoldása egyelőre áthághatatlan akadályokba ütközik.

k. Kúthy Sándor.

IV. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

Villám hatása magneteméterre. 1937. évi május 12-én Bombay közelében, Alibagban, ahol RAMANATHAN a mágneses elhajlás időbeli változását érzékeny magnetometer segítségével tanulmányozta, zivatar volt. A görbén, melyet a magnetometer a zivatar idején

készített az elhajlás változásának szemléltetésére, egyes helyeken ingadozás mutatkozik, mintha gyenge lökések érték volna a magnetometer mágnes-tűjét¹. A zivatar 20 óra körül volt

¹ Nature, 1937. okt. 2-i szám.

a legerősebb. Ennek az időnek megfelelő helyen legfeltűnőbb az ingadozás.

RAMANATHAN az ingadozást a zivatar villámainak tulajdonítja. Azt mondja u. i., hogy a villám, mint igen gyorsan változó erősségű villamos áram, a környezetében mindenütt, tehát ott is, ahol a magnetometer van, változó nagyságú mágneses erőt gerjeszt és ezáltal lökészerűen mozgatja a magnetometer tűjét, akárcsak a ballisztikus galvanometeren rendkívül gyorsan áthaladó áram annak a tűjét.

Hogy kétsége ne maradjon az iránt, hogy a villámtól származó lökések valóban elegendő erősek-e a magnetometer tűjének olyan mértékű megmozgatására, amelyet tapasztalt, számításokat is végzett. Kiszámította, hogy közepes hosszúságú és erősségű villám, mely a magnetometerhez képest legkedvezőbb irányban, tőle 2 km távolságra csapna le, mekkora szöggel tudná kiteríteni a magnetometer tűjét egyensúlyi helyzetéből. És azt találta, hogy a valóban tapasztalt szögnél nem sokkal különbözővel.

Arra gondol RAMANATHAN, hogy tapasztalata alapján új villámkutató eszköz lesz megalkotható.

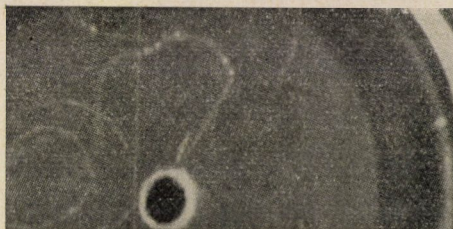
Szabó Gábor.

Nehéz pozitron pályája. Ismeretes, hogy a részecskék pályáját a Wilson-kamrában láthatóvá lehet tenni. A Wilson-kamra tere vízgőzzel van telítve. Ha a levegőn elektromos töltésű részecske halad át, akkor pályája mentén a levegőt ionozza. Hűsük le a vízgőzzel telített levegőt úgy, hogy a térfogatot hirtelen megnöveljük. Ekkor a vízgőz egy része lecsapódik, mégpedig a részecske pályája mentén az ionokon. Tehát a pálya mint vékony ködsáv látható lesz. A térfogat kiterjesztése után a kamra 1—3 másodpercig érzékeny. MAYER-LEIBNITZ ilyen felvételek készítése közben az 1. ábrán átható képet kapta. Ezen a képen nehéz pozitron pályája látszik. A nehéz elektron vagy pozitron töltése akkora, mint a közönséges negatív elektróné vagy pozitív elektromos pozitroné, de tömege körülbelül 200-szor nagyobb.¹



1. ábra. Nehéz pozitron pályája. A rajzon látható körök közönséges pozitrontól vagy elektrontól erednek. A pálya a mágneses térben zárt körré görbül.

A pálya a kamrának jobboldali falából indul ki és balfelé tart. A kamra mágneses térben van, ezért a pálya meggörbül. A meggörbülés iránya a töltés jelét mutatja. A képünkön látható pálya pozitív töltésű részecskéé. Az ionozás mértékéből és a görbülés nagyságából a tömegekre lehet következtetni. A mi részecskénk pályája 11.5 cm hosszú és még a kamrában végződik. A felvétel azt is mutatja, hogy a pálya mentén a görbültség és az ionozás egyre nő. A részecske tömege MAYER-LEIBNITZ meghatározása szerint kb. 120-szor nagyobb, mint a pozitroné. NEDDERMEYER és ANDERSON, a nehéz elektron felfedezői, kevéssel előbb ugyancsak találtak nehéz pozitront, tömege a pontos mérés szerint az elektron tömegének 250-szerese. Ezért MAYER-LEIBNITZ azt hiszi, hogy a nehéz részecskéknél nincs egységes tömegük, hanem más-más tömegűek lehetnek.



2. ábra. „Ostor“. A nehéz pozitron az egyenes pálya végén felbomlik és közönséges pozitron pályájában folytatódik.

¹ Természettud. Közl., 1938, 389. 1.

2. ábránkon „ostort“ láthatunk. A kamra közepéről egyenes pálya indul ki, ez nehéz részecskétől ered. Az egyenes rész balfelé tartó görbében folytatódik. A jelenséget úgy lehet értelmezni, hogy a nehéz részecske „rádióaktív módon“ felbomlik. A nehéz pozitronból könnyű pozitron lép ki, a visszamaradó résznek tehát nincs töltése, a levegőt nem ionozza és így pályáját nem lehet láthatóvá tenni. Az egyenes pálya folytatását alkotó görbe a kilépő pozitron pályája. Az elmélet szerint ilyen bomlást várni lehet. Az „ostorok“ gyakoriságából azt lehet következtetni, hogy a nehéz részek élettartama 10^{-9} – 10^{-7} mp. De ezt az adatot még nem szabad véglegesnek tekinteni.¹

Mende Jenő.

A thorium mesterséges radioaktivitása. Az uránról már eddig is tudtuk, hogy neutronok bombázására háromféleképpen alakul át, az uránnak három izomerje van. Így nevezzük azokat az atómkokat, melyeknek atómsúlya és rendszáma megegyező, de radioaktív bomlásuk mégis különböző.² Most MEITNER, STRASSMANN és HAHN³ hasonló érdekes viszonyokat találtak, mikor a thoriumot lassú és gyors neutronokkal bombázták. Előbb is már többen vizsgálták az itt fellépő viszonyokat, de az eredmények egyrészt ellenmondók voltak, másrészt nem sikerült a megfigyelt radioaktív anyagok összefüggését megállapítani. MEITNER és társai a thoriumot gondosan megtisztították a többi természetes radioaktív anyagtól, így az egész megfigyelt sugárzás a thorium természetes sugárzásán kívül, mesterséges radioaktivitásból eredt.

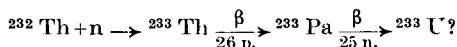
Kiderítették, hogy a thoriumnak négyféle bomlóssora van. Az egyik

¹ Die Naturwissenschaften, 1938, 677. l.

² L. Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz, 70. köt., 1938. 43. és 71 l.

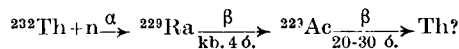
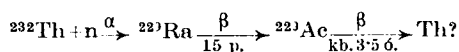
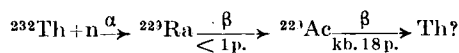
³ Zeitschr. für Physik, 109. köt., 1938. 538. l.

úgy kezdődik, hogy a ^{232}Th atómsúlyú thorium magja a bombázó neutron el-fogja. Mivel a neutron tömege egység (közel van a proton tömegéhez), töltése nincs, azért a keletkező atóm a thórium izotopja (megtöltésük egyenlő), de atómsúlya 1-gyel nő. Ez a ^{233}Th 26 perces félidővel bomlik. Hosszú ideig tartó neutron-bombázás után a protactiniumnak (Pa) izotopját is találták, ez is radioaktív, félideje 24 és 27 nap közt van (kerekén 25 napot vehetünk). Ezek alapján a következő bomlósort állították fel:



Mint látjuk, mindkét átalakulást β -sugárzás kíséri. Valószínű, hogy a neutron befogása γ -sugárzással jár. Ezt a folyamatot gyors és lassú neutronok egyaránt előidézik.

Gyors neutronok még háromféle átalakulást okozhatnak. A következő bomlóssorok keletkezhetnek:



Mint látjuk, az összes sorok a 232 -es thoriumizotopból indulnak ki. Mind a három esetben a thorium α -sugárzással rádium-izotoppá alakul. De ezek a rádium-izotopok, bár atómsúlyuk egyenlő (229), különböző félidővel bomlanak. Tehát három izomer rádiummal van dolgunk. Ez az első eset, hogy izomer sorok α -sugárzással keletkeztek. A nyíl felett mindenütt a sugárzás minőségét találjuk, alatta a bomlási félidőt. Az izomer rádiummagok mindegyike β -sugárzó, tehát actinium-izotopok állnak elő, ezek is izomerek. A további átalakulásokat még nem sikerült tisztázni, de az eddigi eredmények is lényeges haladást jelentenek az eddigi zavaros viszonyokkal szemben.

Mende Jenő.

Vége a LXX. kötet Pótfüzetének.

A kiadásért és szerkesztésért felelős: Dr. GOMBOCZ ENDRE.

Kir. Magy. Egyetemi Nyomda, Budapest, VIII, Múzeum-körút 6. (F.: Thiering Richárd.)